



Publications du

**CENTRE NATIONAL
POUR L'EXPLOITATION
DES OCÉANS**



RÉSULTATS DES CAMPAGNES A LA MER

n° 26 - 1984

LES NODULES DU PACIFIQUE CENTRAL DANS LEUR ENVIRONNEMENT GÉOLOGIQUE

CAMPAGNES COPANO - 1979

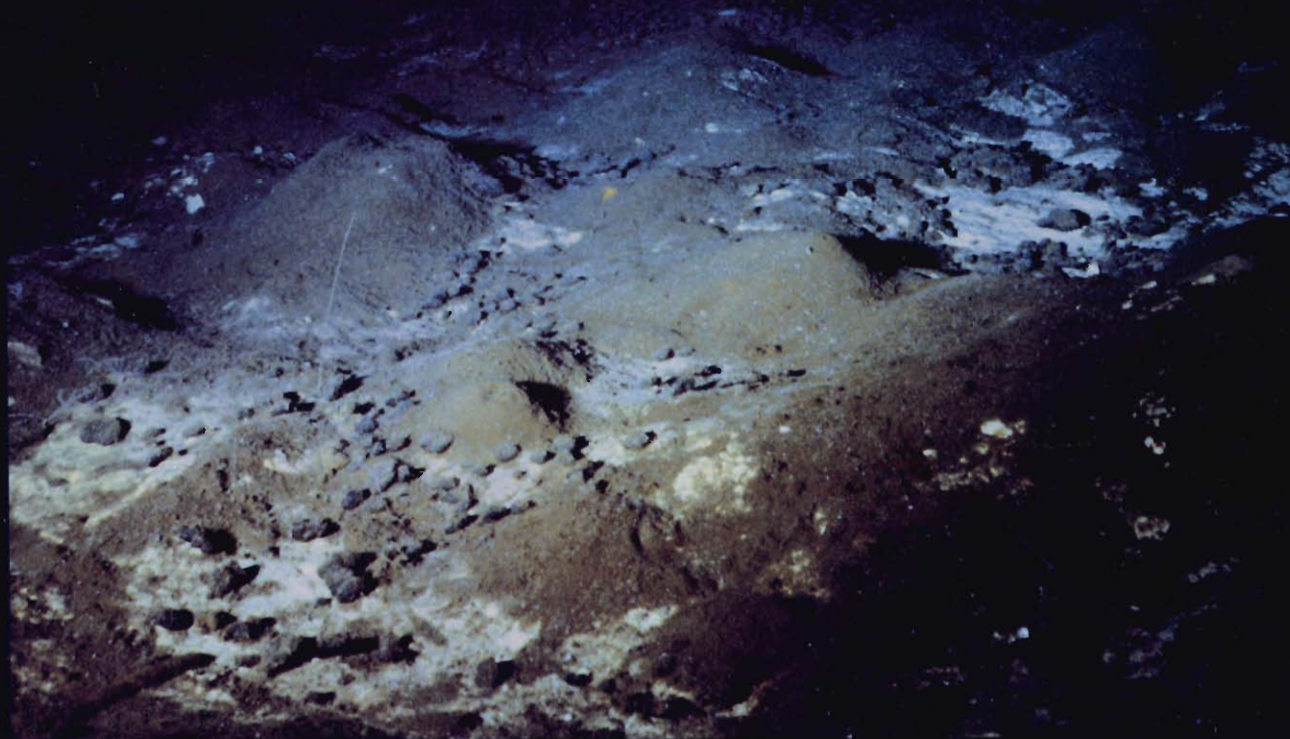


Photo de couverture : Site H - Pacifique sud (TR.166)

Une intense bioturbation affecte les argiles rouges superficielles et constitue des tumuli. Sous ce film argileux apparaissent des vases carbonatées claires d'âge tertiaire. Les nodules sont disposés surtout dans les dépressions.
(longueur de la zone photographiée : environ 2 m).

Mound building by infauna has covered nodules into rows and has exposed tertiary carbonates sediments (white).
(the width of the photography : approximatively 2 m).

PUBLICATIONS DU CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS
(C.N.E.X.O)

Résultats des Campagnes à la Mer - N° 26

**LES NODULES DU PACIFIQUE CENTRAL
DANS LEUR ENVIRONNEMENT GÉOLOGIQUE**

CAMPAGNES COPANO - 1979

Guy PAUTOT & Michel HOFFERT

*A la mémoire de Paul SANGNIER
qui a soutenu le projet COPANO
et en a facilité la réalisation*

C.N.E.X.O.
BNDO/DOCUMENTATION
BP 337 - 29273 BREST CEDEX

ISSN 0339-2899

© Centre National pour l'Exploitation des Océans, 1984

Le projet COPANO
(*Cooperative Program on Nodules*)

a été défini et organisé
par le

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS

avec l'appui de la

DÉLÉGATION GÉNÉRALE A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

dans le Programme international ICIME
(*International Cooperative Investigations on Manganese Environments*)

responsable du projet : Guy PAUTOT

LES CAMPAGNES COPANO

ont été réalisées à bord du navire océanographique
LE SUROIT
du Centre National pour l'Exploitation des Océans

chefs de mission : Vincent RENARD
Guy PAUTOT

Cet ouvrage représente le résultat d'un travail collectif tant à la mer qu'au laboratoire. Dans la définition des objectifs du projet, la réalisation des campagnes et l'analyse des données, beaucoup ont apporté leur concours. Nous remercions tous les participants : les scientifiques, les techniciens, les instrumentalistes, les gestionnaires et l'équipage du «Suroit».

Les données, brutes ou traitées, des campagnes COPANO sont ainsi mises à la disposition de la communauté scientifique. Nous avons intégré les analyses provenant de différents laboratoires, en leur laissant la pleine responsabilité de ces données. Nous n'avons pas retenu les travaux spécialisés réalisés sur le matériel, pour rester dans un esprit comparable à celui des «Livres bleus» d'IPOD. De même, nous n'avons conservé de la bibliographie que les seules références nécessaires à la compréhension du texte.

TABLE DES MATIÈRES

LES CAMPAGNES COPANO

I	OBJECTIFS GÉNÉRAUX	11
II	CHOIX DU PROFIL	11
III	CHOIX DES CIBLES DU PROJET ICIME	13
IV	OPÉRATIONS A LA MER	13
V	TRAVAUX A BORD	18

SYNTHÈSE

I	CADRE MORPHOSTRUCTURAL	23
II	CIRCULATION PROFONDE	23
III	COUVERTURE SÉDIMENTAIRE	23
IV	PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SÉDIMENT	24
V	GÉOCHIMIE DU SÉDIMENT	24
VI	NODULES DE MANGANÈSE	25
VII	GÉOCHIMIE DES NODULES	25
VIII	CONCLUSION	25
IX	PUBLICATIONS présentées à partir des résultats de COPANO au Congrès International de Paris (1980)	30

CLÉS DE LECTURE

I	Classification des sédiments d'après l'observation sur frottis	31
II	Description du minerai et stérile	32
III	Description morphologique et granulométrique des nodules ...	34

SITE A

I	CADRE MORPHOSTRUCTURAL	36
	A. Cadre structural général de la région	36
	B. Bathymétrie	38
II	OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LE FOND	39
III	DESCRIPTION DES SÉDIMENTS	40
	A. Description des carottages	40
IV	DESCRIPTION DES NODULES	51
	A. Description générale des prélèvements	52
	B. Analyse des classes granulométriques	54
	C. Corrélations entre les caractéristiques morphologiques et la bathymétrie du site A	56
	D. Composition chimique des nodules	58
V	PHOTOGRAPHIES	59

SITE B

I	CADRE MORPHOSTRUCTURAL	68
II	OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LE FOND	71
III	DESCRIPTION DES SÉDIMENTS	72
	A. Description des carottages	73
	B. Analyses chimiques de sédiments de surface	80
IV	DESCRIPTION DES NODULES	85
	A. Description des prélèvements	86
	B. Analyse des classes granulométriques	88
	C. Étude du tableau comparatif des différents paramètres nodules	91
	D. Composition chimique des nodules	93
IV	PHOTOGRAPHIES	94

SITE E

I	CADRE MORPHOSTRUCTURAL	102
II	DESCRIPTION DES CAROTTAGES	104
III	PHOTOGRAPHIES	110
IV	HYDROLOGIE : TEMPÉRATURE DE L'EAU	112

SITE H

I	CADRE MORPHOSTRUCTURAL	114
	A. Analyse structurale	114
	B. Analyse morphologique	114
II	OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LE FOND	120
III	DESCRIPTION DES SÉDIMENTS	121
	A. Description des carottages	122
	B. Description des préleveurs libres	130
IV	DESCRIPTION DES DRAGAGES	135
V	DESCRIPTION DES NODULES	135
	A. Analyse des prélèvements	136
	B. Composition chimique des nodules	142
VI	PHOTOGRAPHIES	143
VII	HYDROLOGIE : TEMPÉRATURE DE L'EAU	153

SITE I

I	CADRE MORPHOSTRUCTURAL	156
	A. Analyse structurale	156
	B. Analyse bathymétrique	156
	C. Étude par Seabeam	156
II	OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LE FOND	160
III	DESCRIPTION DES SÉDIMENTS	161
	A. Description des carottages Küllenberg	162
	B. Description des sédiments prélevés par les carottiers Benthos	163
	C. Description des sédiments issus des préleveurs libres	167
IV	DESCRIPTION DES NODULES	176
	A. Description des prélèvements	177
	B. Corrélation entre les différentes caractéristiques des nodules	184
	C. Analyse géochimique de nodules	185
V	DESCRIPTION DES DRAGAGES	186
VI	DESCRIPTION DES PHOTOGRAPHIES	188
VII	HYDROLOGIE : TEMPÉRATURE DE L'EAU	194

RÉSUMÉ

Les campagnes COPANO ont été réalisées au cours de l'été 1979 à bord du «Suroit» (CNEXO) dans le cadre d'un projet international I.C.I.M.E. Ce projet se proposait d'étudier complètement de petites zones de quelques km² pour déterminer les relations entre les caractéristiques des nodules et les différents paramètres de leur environnement. En deux campagnes, cinq sites ont été étudiés, deux dans le Pacifique nord, deux dans le Pacifique sud et un dans le Pacifique équatorial. Ces sites sont situés sur le méridien 134° W et permettent de tester la symétrie des «champs de nodules» par rapport à la zone à haute productivité biogène équatoriale. Sur chaque site les prélèvements de nodules ont été replacés dans leur cadre morphologique et structural. Des prélèvements de sédiments et des traits photographiques ont permis d'établir la relation nodules et sol marin. Il a été ainsi possible pour chaque site d'établir un essai de cartographie de la «pédologie sous-marine».

L'analyse géochimique montre une corrélation inverse des teneurs en métaux : Mn, Cu, Ni dans les sédiments et les nodules associés. Les teneurs en métaux augmentent dans les sédiments en s'éloignant de l'équateur alors que dans les nodules elles diminuent. Le rôle de la productivité organique suivie de dissolution et de diagenèse est vraisemblablement le phénomène dominant pour l'enrichissement des nodules en métaux de transition. Les propriétés physiques des nodules : densité sur le fond, taille et faciès semblent être en relation avec la circulation profonde. Les zones les plus favorables pour trouver des nodules nombreux et riches sont les flancs de vallées sous-marines profondes.

ABSTRACT

The cruises named COPANO have been undertaken during the summer 1979 on the R.V. Le Suroit of the CNEXO, as a part of an international research program I.C.I.M.E. The objective of this project was to study relatively small zones (a few km²) and to establish a relationship between characteristics of the manganese nodules and their environment. During the COPANO cruises, five zones have been studied : two in the northern Pacific, two in the southern Pacific and finally one in the equatorial Pacific. All the zones are centered on the longitude 134° W and therefore their symmetry to the highly productive equatorial zone may be tested. As one of the results of the cruises is the relation between nodules and the bottom soil, established by sediment-sampling and a large number of photographic pictures of the sea bottom. In this way for each zone a schematic «geological» or rather «pedological» map could be drawn.

Geochemical analysis demonstrate an inverted symmetry between the metal content of the sediments (Mn, Cu, Ni) and the associated nodules. The metal content of the sediments increases with the distance from the Equator whereas in the nodules the metal content diminishes. The organic production followed by dissolution and diagenesis is most likely the dominant phenomenon governing the enrichment of the nodules. The physical properties of the nodules : their density of the bottom, their size and appearance seems to be related to the deep water circulation. The most favourable zones for nodule exploration are the flanks of the deep submarine valleys.

LES CAMPAGNES COPANO

LES CAMPAGNES COPANO

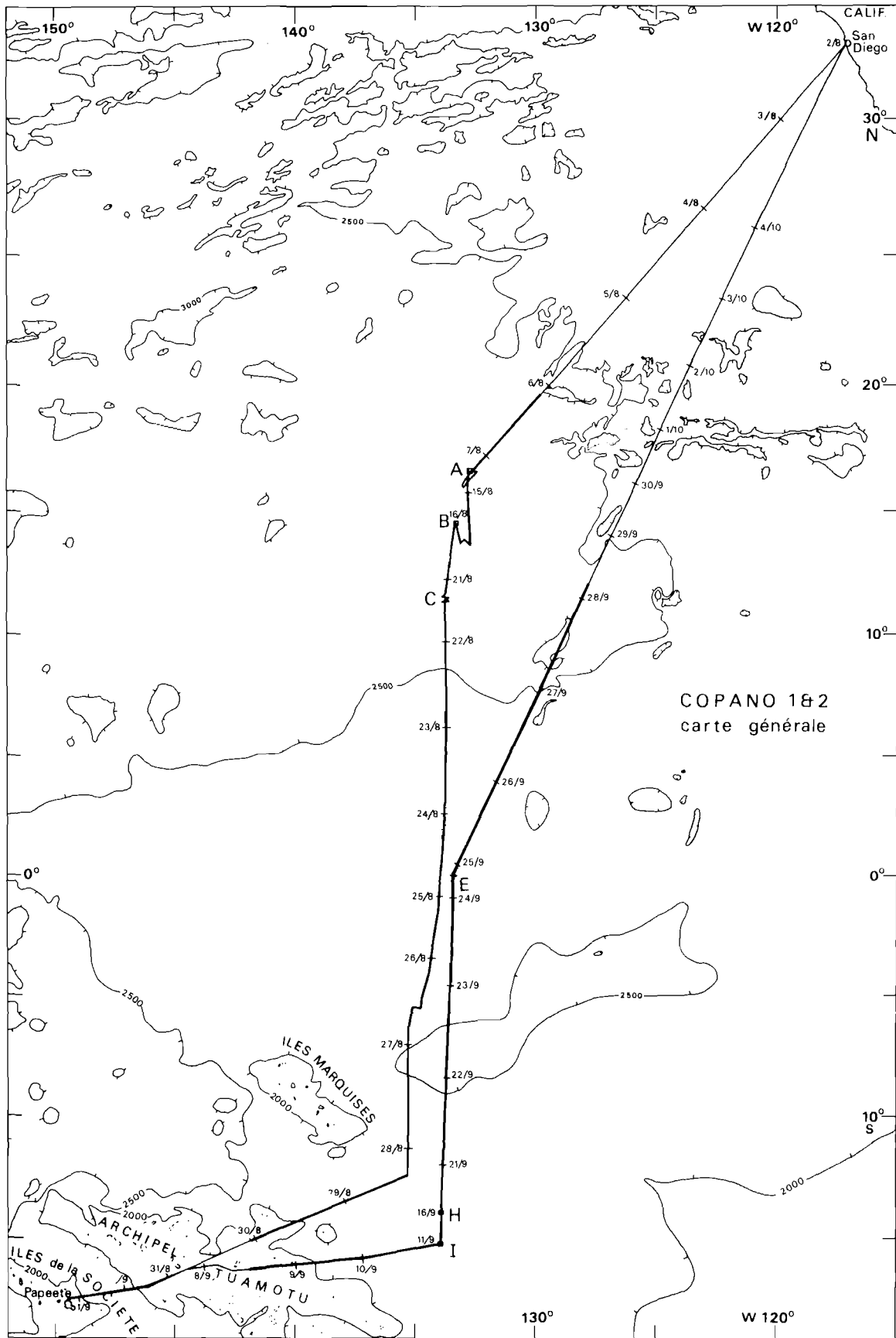


FIGURE 1.: Trajet du N.O. SUROIT durant les missions COPANO I et II et emplacement des stations.
 Sur un fond bathymétrique exprimé en brasses sont reportés les parcours du N.O. SUROIT pour les campagnes COPANO I et COPANO II en 1979. Les positions du navire sont situées à 0hT.U. Les sites A, B, C, E, H, I sont reportés. Les traits pleins représentent les trajets au cours desquels la sismique a été utilisée.
 Paths of the N.O. SUROIT during the 1979 COPANO I and II expeditions charted on a bathymetric base. Ship positioned at 0 hours Universal Time. Sites A, B, C, E, H, I mapped; solid lines indicate seismic runs.

I. OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Mieux cerner le mode de genèse des nodules polymétalliques et en déduire un guide de prospection constituent le double objectif de ce projet. Pour cela il faut connaître et intégrer les résultats des recherches réalisées ou en cours, en dégager les faits qui semblent les mieux établis puis en déduire des hypothèses de travail.

Dans cette optique, un nombre limité de paramètres fondamentaux concernant les nodules et leur environnement ont été définis. Dans une seconde phase, des zones représentatives ont été choisies dans lesquelles varient un ou plusieurs paramètres, les autres étant constants. C'est cette double démarche qui a été adoptée pour simplifier l'analyse multivariable. Le but ultime est de dégager des axes de corrélation entre les nodules et leur environnement qui permettraient à partir d'un navire en route de trouver les zones favorables contenant des nodules riches et abondants. Pour aborder ce double objectif, différentes stratégies ont été envisagées.

- Synthèse globale

Les données des travaux sont analysées afin d'en déduire les grandes tendances de la distribution à l'échelle d'un océan. La difficulté de cette approche réside dans l'intégration et la comparaison de mesures de qualité très inégale. De cette manière il a été cependant possible de cerner les grandes zones d'intérêt.

- Analyse détaillée du nodule

Pour décrypter les différents stades de formation des nodules, de grands progrès ont été réalisés grâce aux performances des outils analytiques et principalement en minéralogie et géochimie. Il n'est cependant pas certain que ces études fines d'un nodule soient transposables aux différentes populations des nodules.

- Étude des phénomènes

L'approche est l'étude détaillée et si possible «*in situ*» des processus de dépôt, de transfert et d'évolution des ions métalliques à l'interface eau-sédiment. Pour cette démarche, une technologie de pointe est nécessaire; c'est celle adoptée dans le projet américain MANOP.

- Étude de grands profils

De grands profils océaniques avec prélèvements associés de nodules et sédiments permettent de mettre en évidence l'évolution des différents paramètres et d'en dégager certaines grandes corrélations. C'est cette hypothèse qui a été utilisée par les équipes françaises au cours des campagnes TRANSPAC, en 1972 et 1973.

- Étude régionale intégrée

Il s'agit d'appréhender un maximum de paramètres caractérisant une zone donnée. Ceci permet une comparaison des différentes caractéristiques d'une zone et ensuite des comparaisons entre des régions variées. La difficulté est le choix des zones témoins pour que les conclusions dépassent le cadre local et ne nécessitent pas l'étude d'un trop grand nombre de cibles. L'étude régionale intégrée a été adoptée par les équipes américaines dans le projet DOMES. C'est ce type d'étude régionale intégrée qui a été adopté ici pour des raisons scientifiques, de techniques et de méthodes.

II. CHOIX DU PROFIL

Un projet initial a été élaboré au COB, en avril 1976, par G. PAUTOT avec la participation de J. ANDREWS de Hawaii. Ce projet a été discuté et modifié après concertation avec G. GLASBY (Nouvelle Zélande), G. FRIEDRICH (Aix-la-Chapelle), D. CRONAN (Londres), J. RECY (Nouméa), J. LEMAIRE (Brest) et M. HOFFERT (Strasbourg).

Dans ce projet une douzaine de sites avaient été choisis entre Hawaii et Tahiti sur du substrat océanique de même âge dans des aires intra-zones de fracture et inter-zones de fracture. A ces cibles s'ajoutait un site complémentaire situé à l'extrémité occidentale des îles Cook (passage de Aitutaki) pour tester le transfert d'eau profonde d'origine antarctique vers la région des îles de la Société.

Les sites intra-zones de fracture permettaient de tester l'influence sur la distribution des nodules des paramètres: volcanisme, hydrothermalisme, passage préférentiel d'eau profonde (chenal).

Les sites inter-zones de fracture devaient représenter un environnement océanique «normal» permettant d'appréhender le rôle de la productivité primaire, de la dissolution des organismes, de l'influence de la couverture sédimentaire, de l'influence diagénétique...

Le choix du profil s'est finalement porté sur le méridien 134° W pour de multiples raisons:

- croûte d'âge homogène d'environ 40 millions d'années, c'est à dire au début de la circulation profonde d'origine antarctique,
- importance des données disponibles, tant dans le Pacifique nord que dans le Pacifique sud,
- symétrie latitudinale des zones de fracture «Clarion-Clipperton» et «Galapagos-Marquises» par rapport à l'équateur,
- possibilité de tester la symétrie de l'environnement du Pacifique nord et du Pacifique sud de part et d'autre de la ceinture à haute productivité équatoriale.

Sur ce profil, des zones de superficie réduite (100 km²) appelées cibles ont été choisies.

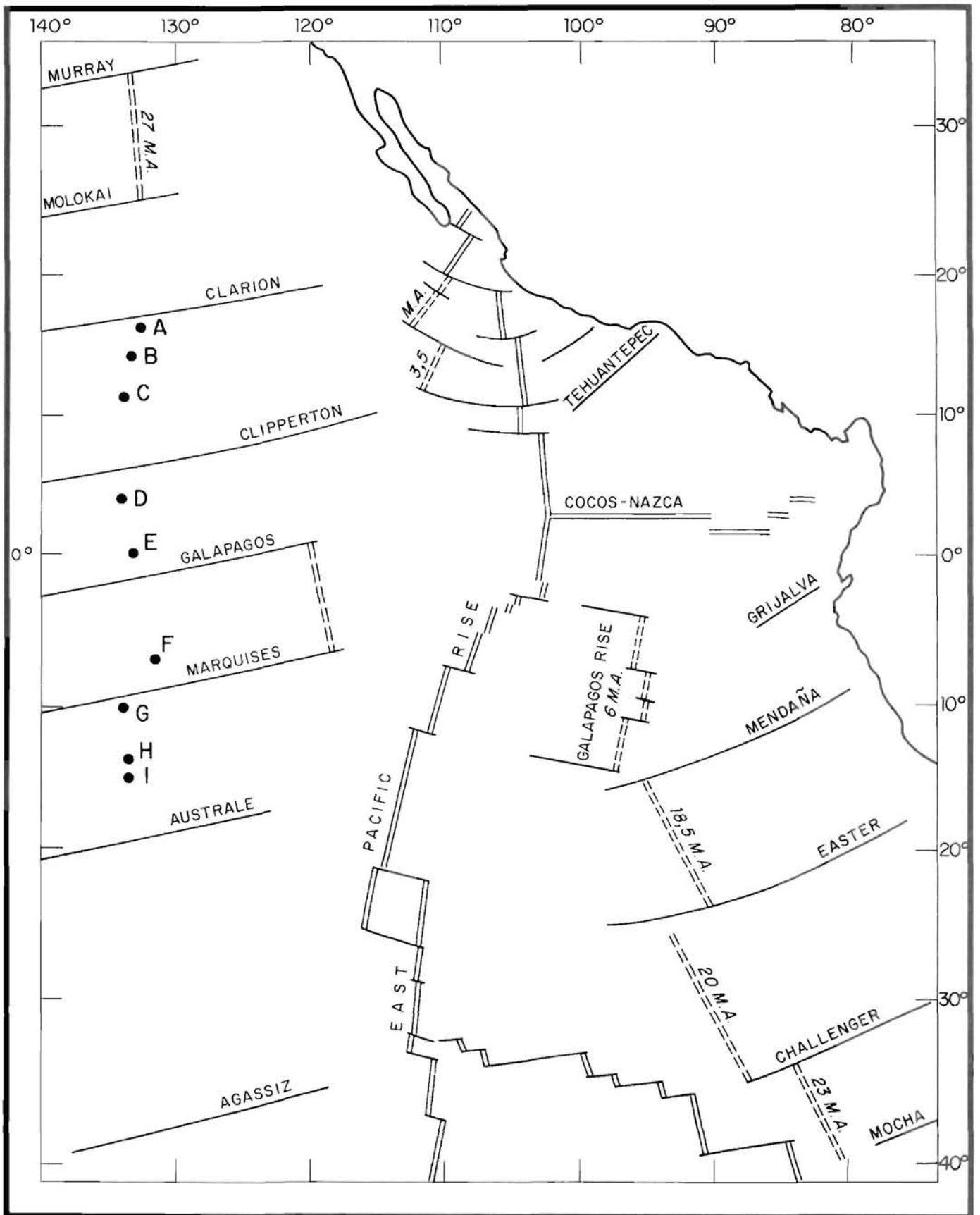


FIGURE 2. : Cadre général du projet I.C.I.M.E.

Les sites choisis sont numérotés de A à I et disposés sur le méridien 134°W de part et d'autre de l'équateur. L'axe de la dorsale et les zones de fracture sont représentés d'après les travaux de HANDSCHUMACHER (1976, Am. Geophys. Un. Mono., 19 : 177-202) et MAMMERICKX et al. (1975, Geol. Soc. Am. Bull., 86, 111-118).

General framework of Eastern Central Pacific (after HANDSCHUMACHER and MAMMERICKS). Position of I.C.I.M.E. sites. Chosen sites, lettered A to I, straddle the equator along the 134°W meridian; ridge axis and zones of fracture positioned after the above mentioned authors.

III. CHOIX DES CIBLES DU PROJET I.C.I.M.E.

Trois cibles ont été définies entre les zones de fracture CLARION et CLIPPERTON pour tester la variété des nodules d'une zone située à la périphérie de la ceinture à haute productivité équatoriale (fig. 2). Ces cibles s'échelonnent sur des vases d'argiles et de Radiolaires qui constituent habituellement le substrat des nodules « riches ». Elles sont d'autre part situées sur des zones à hiatus fréquents laissant affleurer des couches d'âge oligocène à pliocène (fig. 3). L'épaisseur sédimentaire est comprise entre 100 et 200 mètres (fig. 4). La présence d'une veine d'eau profonde d'origine antarctique est signalée au voisinage de la zone de fracture Clarion (fig. 5). Il semble enfin que la teneur des nodules en éléments métalliques augmente en direction de la zone équatoriale alors que leur abondance varie en sens inverse.

Trois cibles sont définies de manière symétrique par rapport à l'équateur dans le Pacifique sud. Ce test de la symétrie N-S, de part et d'autre de l'équateur, a été effectué au voisinage de la zone de fracture des Marquises.

Deux cibles ont été choisies sur les bordures septentrionale et méridionale de la zone à forte productivité primaire holocène équatoriale. L'épaisseur sédimentaire sur ces cibles est de l'ordre de 300 à 400 mètres. L'approfondissement du niveau de compensation des carbonates, lié à cette forte productivité, permet d'aborder le problème fort important du cycle : productivité, dissolution, métaux de transition.

Une station équatoriale est choisie comme site de référence et de comparaison.

Cette première phase du projet devait être suivie d'une étude de sites choisis dans les grandes zones de fracture : Clarion, Clipperton, Galapagos, Marquises, Australes. Une approche comparative permettait de tester :

- le rôle de chenal ou de barrière pour l'écoulement de l'eau profonde antarctique : passage probable pour Clarion et Marquises, absence pour Clipperton et Galapagos,
- le rôle des reliefs volcaniques dans la « nucléation » des nodules,
- la présence d'hydrothermalisme dans les grandes zones de fracture,
- le rôle de l'altération des roches volcaniques dans la mise à disposition des éléments métalliques...

L'une des hypothèses-clés concerne la circulation profonde. Cette circulation profonde peut avoir un rôle décisif dans la formation des nodules en agissant sur plusieurs caractéristiques :

- faible sédimentation ou érosion (formation de hiatus) liée à la vitesse du courant,
- dissolution des organismes (lysocline hydrographique) - caractères physico-chimiques de la masse d'eau,
- mise à disposition et transport des ions métalliques,
- mise en mouvement des nodules de manière directe ou par affouillement de leur substrat,
- transport de nucleus - fragments de verres volcaniques ou de palagonite...

Dans cette optique il semble important de vérifier si une veine d'eau antarctique pénètre vers les sites du Pacifique sud. Les travaux d'océanographie physique ont prouvé le passage de l'eau antarctique profonde par un chenal situé à l'W du plateau de Manihiki (passage de Samoa) avant son incursion dans le Pacifique N. Une étude comparative des passages de Samoa et d'Aitutaki pour tester la présence d'une branche S de la veine d'eau antarctique profonde a été proposée.

IV. OPÉRATIONS A LA MER

Les huit sites sur la transversale Hawaii-Tahiti et le site complémentaire vers les îles Cook ont été étudiés dans le projet international I.C.I.M.E. (International Cooperative Investigations on Manganese Environments). Le navire allemand SONNE sous la direction de G. FRIEDRICH a effectué en 1978 deux parcours, l'un de Honolulu à Tahiti et l'autre de Tahiti à Fidji. Les résultats de cette campagne ont été présentés dans le rapport : Hawaii - Tahiti - Fidji - Transect Sonne Cruises SO-06 - 1978. Le navire français SUROIT a effectué également deux parcours en 1979, de San Diego à Tahiti et retour, sous la direction de V. RENARD et de G. PAUTOT. La part française, dénommée COPANO, est présentée dans ce volume.

Le F.S. SONNE est équipé d'un sondeur à faisceau étroit 30 KHz ou 18 KHz, d'un sondeur classique 12 KHz et d'un système sismique avec un canon à air. Les appareils de prélèvement utilisés sont des carottiers Reineck à large section, des carottiers à piston, des préleveurs de nodules Preussag, des bouteilles de prélèvement d'eau profonde montées sur un préleveur libre, une troika avec un système de prise de vues standard (800 images). La navigation a été réalisée à l'aide d'un récepteur de données satellite, couplé avec un système intégrant les données d'un sonar Doppler. Ce type de navigation étant moins précis que la navigation acoustique, les zones cibles ont été choisies plus étendues : 30 x 30 km.

Le N.O. SUROIT est équipé d'un écho-sondeur classique de 12 KHz, d'un système de sismique avec canon à eau et flûte monotrace, de carottiers à piston, de carottiers libres Benthos, d'un préleveur à large section, d'une troika portant un système de prise de vues longue durée (4.000 photos) et des sondes de température, des préleveurs libres de nodules de type CNEXO. La navigation entre sites a été effectuée avec un récepteur satellite et sur chaque site un réseau de balises acoustiques a été déployé. Cette navigation acoustique permet d'obtenir une excellente précision dans la localisation du navire et/ou des instruments sur le fond. La portée réduite de ce système acoustique ne permet que l'étude d'une zone d'environ 10 km x 10 km. Cependant avant l'implantation du réseau de balises sur le fond, un levé préliminaire sur une zone de 25 x 25 km avec le sondeur et la sismique a été réalisé.

HIATUS 0-5 M.A.

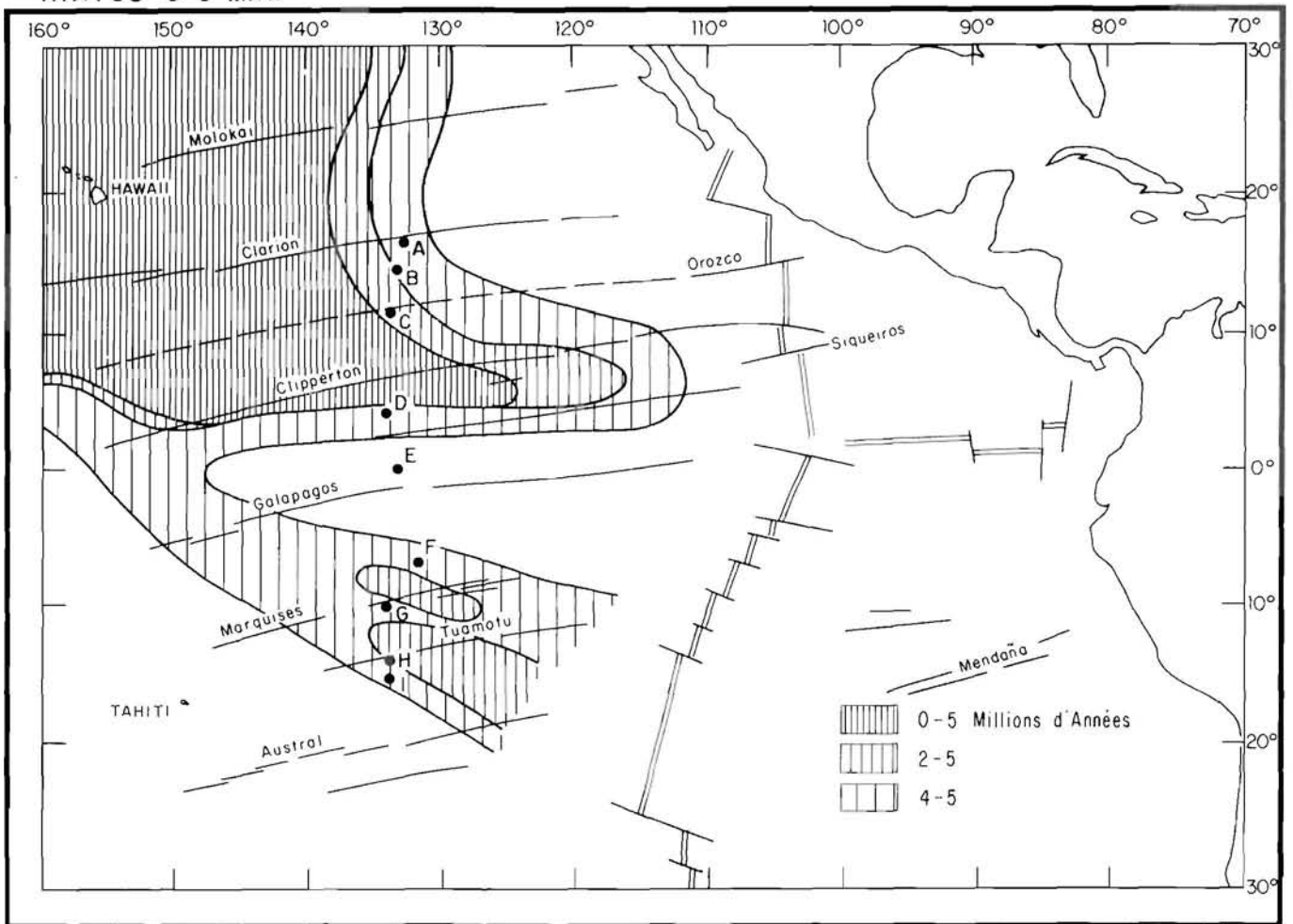


FIGURE 3.: Extension des hiatus sédimentaires érosionnels dans la zone d'étude I.C.I.M.E., d'après VAN ANDEL et al., (1975, Geol. Soc. Amer. Mem., 143).
Erosionnal hiatus in the eastern Pacific (after VAN ANDEL et al).

ÉPAISSEUR DES SÉDIMENTS

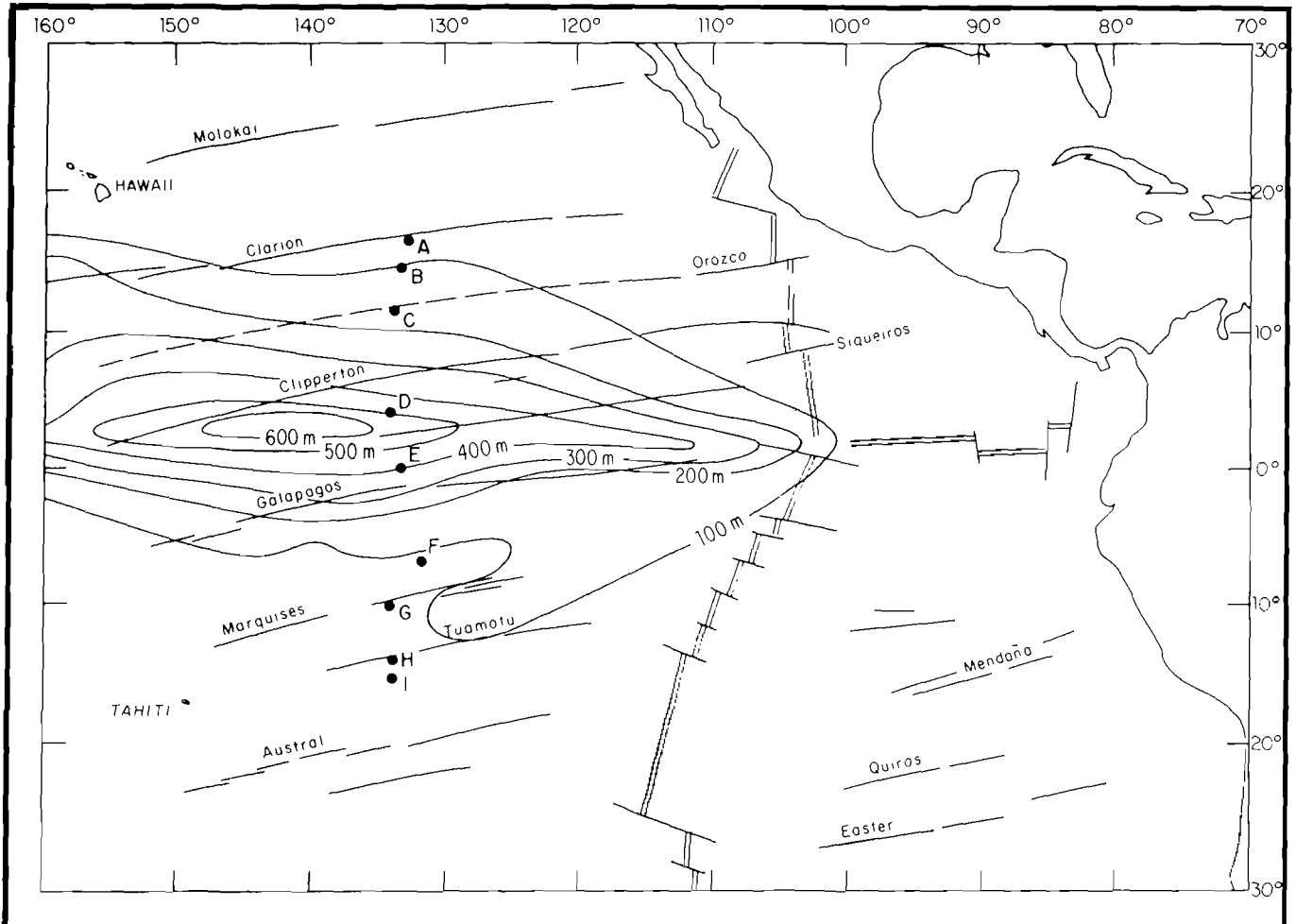


FIGURE 4. :Épaisseur des sédiments dans la zone d'étude I.C.I.M.E. d'après EWING et al., (1968, Amer. Geophys. Univ., Geophys. Monograph. 12, 147-173).
 Equatorial sediment thickness in the studied area (after EWING et al.).

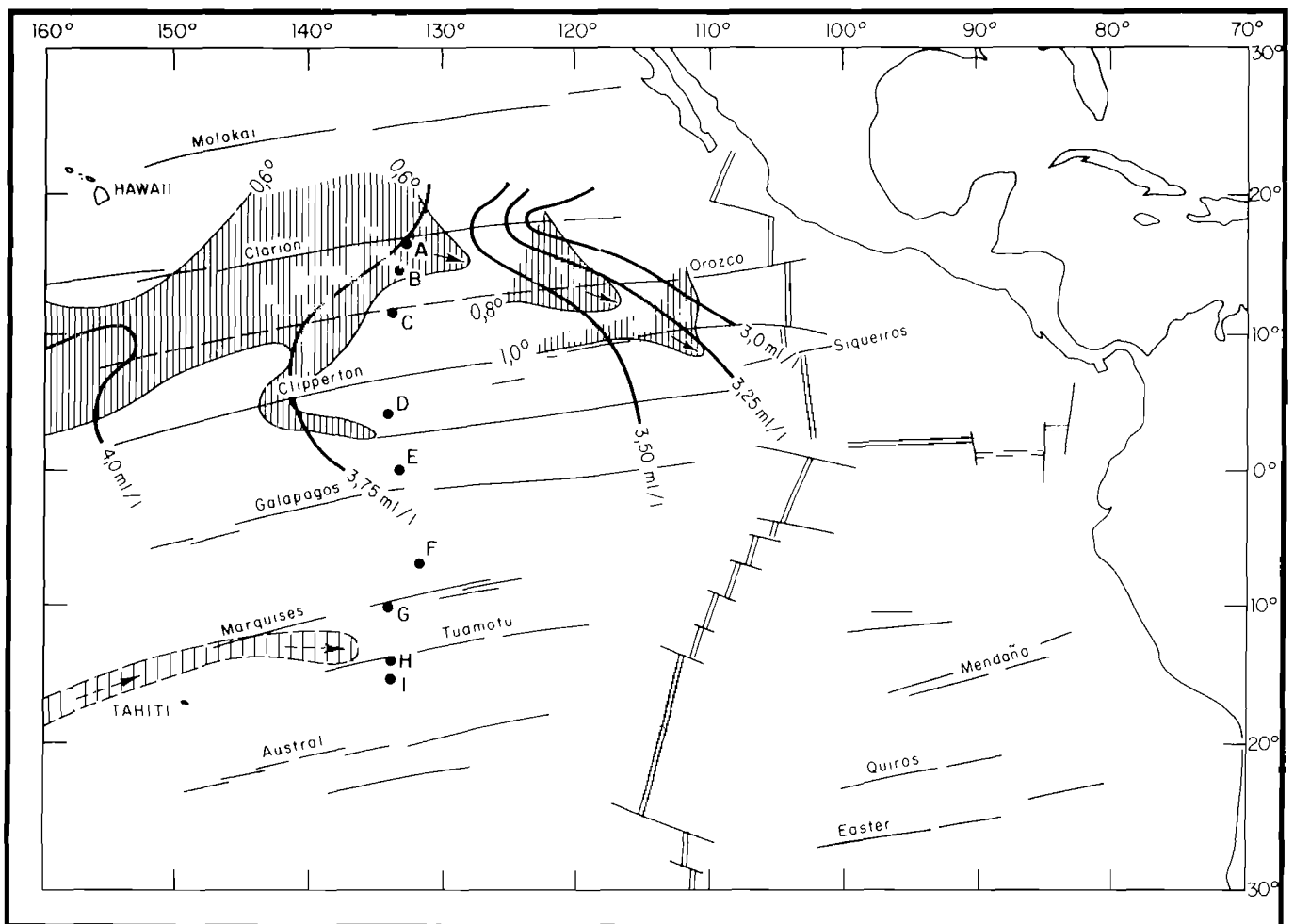


FIGURE 5. : Pénétration de l'eau antarctique profonde dans la zone d'étude I.C.I.M.E. Dans le Pacifique nord ont été reportées les températures de l'eau de fond et les teneurs en oxygène dissous d'après RYAN et HEEZEN (1976, Technical Report, Lamont). Dans le Pacifique sud le parcours représenté est basé sur les travaux de PAUTOT et MELGUEN (1975, IX^e Congrès Intern. Sédimentologie Nice, th.8, 56-66). Penetration of Antarctic Bottom Water (A.A.B.W.) in the Eastern Pacific. North Pacific bottom water temperatures and dissolved oxygen contents taken from RYAN and HEEZEN. South Pacific hypothetical penetration from PAUTOT and MELGUEN.

TABLEAU 1 : DÉROULEMENT DES OPÉRATIONS
Schedule of the cruises

1^{er} parcours (COPANO I) : San Diego - Tahiti

Départ 2 août

Transit

Zone A : arrivée : 7 août
départ : 14 août

Zone B : arrivée : 16 août
départ : 20 août

Zone C : arrivée : 21 août
départ : 21 août

Transit

Arrivée Papeete : 1^{er} septembre

2^{eme} parcours (COPANO II) : Tahiti - San Diego

Départ 6 septembre

Transit

Zone I : arrivée : 11 septembre
départ : 15 septembre

Zone H : arrivée : 16 septembre
départ : 20 septembre

Transit

Zone E : arrivée : 24 septembre
départ : 25 septembre

Transit

Arrivée San Diego : 7 octobre

TABLEAU 2 : RESPONSABILITÉS A BORD
Work on board

COPANO I

Vincent RENARD : *chef de mission*
Jim CRAIG : *physique - photos*
Geoffrey GLASBY : *nodules*
Heinz GUNDLACH : *géochimie*
Marthe MELGUEN : *sédiments*
Alain PERSON : *minéralogie*

COPANO II

Guy PAUTOT : *chef de mission*
James ANDREWS : *photographies*
Pierre BAXERRES : *bathymétrie*
Michel HOFFERT : *sédiments*
Nicole LENOTRE : *photographies*
Walter PLUGER : *nodules*

Jean-Claude CAVAREC (GENAVIR) : navigation acoustique
Alain GROTTÉ (C.O.B. - 3 GM) : dessin
Jacques HERVEOU (GENAVIR) : sismique
Jean-Pierre QUERE (C.O.B. - 3 GM) : prélèvement
Jean ROUDAUT (GENAVIR) : sismique
Philippe SAGET (C.O.B. - 3 GM) : préleveurs, nodules

V. TRAVAUX A BORD

1). *Navigation en route*

L'officier de quart reporte un point estimé chaque demi-heure à partir des positions données par le récepteur satellite. Les points satellite et les points estimés sont reportés sur une carte de navigation et sur le journal de bord ; les données originales du récepteur satellite sont conservées sur rouleaux de télétape.

2). *Navigation acoustique*

Le système utilisé est le système AMF-ATNAV. Trois ou quatre balises émettrices-réceptrices sont mouillées sur le fond, à une distance de 5.000 mètres environ l'une de l'autre. Cela permet une couverture acoustique d'une zone maximum de 15 x 15 km. Les balises sont situées habituellement à 200 m au-dessus du fond. La première phase du travail consiste à calibrer le champ de balises, c'est-à-dire à déterminer la position relative des balises. Lorsque la calibration est terminée on peut recevoir sur un enregistreur graphique la position du navire en X et Y chaque 30 secondes ou chaque minute au choix. Si l'on place une balise sur un engin on peut également, et en même temps, suivre son déplacement. On obtient automatiquement les routes du navire et de l'engin au cours de chaque opération à l'échelle désirée : 1/25.000^e habituellement. Durant ces opérations on enregistre les positions absolues du navire à partir des points satellite et on peut déterminer ainsi a posteriori les positions géographiques du réseau acoustique donc les positions absolues des différentes opérations.

3). *Bathymétrie*

L'enregistrement bathymétrique a été effectué à l'échelle de 1 seconde (400 brasses) avec un marquage automatique toutes les 10 minutes. Le système utilisé est un émetteur-récepteur EDO 248 C opérant à 12 KHz avec deux enregistreurs graphiques EDO 550 A. La lecture des bandes et la réalisation des cartes à bord s'effectuent par deux personnes reportant un point toutes les 2 minutes et des points intermédiaires s'il y a des changements de pente importants.

Lorsque les incertitudes sont levées, sur les échos latéraux et aux intersections de profils, on trace les isobathes (chaque 10 brasses). On n'a pas effectué de corrections de vitesse du son. Les cartes ont été réalisées au 1/25.000^e. Les positions des profils photographiques ou des prélèvements sont reportées en fin d'opération à partir de leurs coordonnées géographiques.

Pour la transformation des brasses en mètres une vitesse du son de 1.463 m/sec. ou 800 brasses/sec. a été adoptée.

Les sites I et H ont été revisités en 1981 par le N.O. « Jean Charcot » portant le sondeur multifaisceaux Seabeam et une nouvelle cartographie a été réalisée.

4). *Sismique réflexion*

La source sismique utilisée est un canon à eau français, le TWG (volume 1,31 ou 80 cu.in.) alimenté par un compresseur Girodin travaillant à 130 bars. L'intervalle de tir est de 10 secondes. La réception se fait sur une flûte AMG navigant entre 8 et 15 mètres de profondeur suivant les zones. Un enregistrement s'effectue sur bande magnétique d'une durée de 4 heures avec un enregistreur Schlumberger. Deux enregistrements graphiques sont effectués simultanément sur 2 EPC : sur l'EPC 4100 on filtre entre 75 et 300 Hz avec un balayage de 3 secondes, et sur l'EPC 3200 à deux voies, on filtre à 25-250 Hz sur l'une et à 100-360 Hz sur l'autre avec un balayage de 2 secondes. Le canon à eau est inspecté toutes les 48 heures. Ce type de sismique est opérationnel jusqu'à une vitesse de 10 nœuds. Les mesures des épaisseurs de sédiments s'effectuent en secondes temps-double (sec.t.d.) avec l'approximation : 1 sec.t.d. = 1.000 mètres.

5). *Sondage de sédiment*

Le système Raytheon 3,5 KHz avec poisson et corrélateur n'a pas été opérationnel.

6). *Magnétométrie*

Un magnétomètre à protons « Geometrics » a été utilisé avec un enregistrement graphique continu.

7). *Prélèvements de sédiment*

Plusieurs systèmes ont été utilisés.

Au cours de COPANO un carottier à large section (Sympas de Néreides) a été testé mais, la mise en œuvre s'étant révélée délicate, il n'a plus été utilisé par la suite.

Un carottier à piston de type Küllenberg a été utilisé avec un tube de 9 m, un lest de 500 kg et une chute libre de 550 cm par 5.000 mètres de profondeur.

Des carottiers libres (Benthos Boomerang Corer) ont été lâchés par séries. La longueur du tube est de 120 cm avec un diamètre de 7 cm. Les chemises sont transparentes ce qui permet la description immédiate du sédiment.

Les préleveurs libres de nodules CNEXO ont été équipés de 4 tubes pour échantillonner les sédiments superficiels.

La troïka a été également équipée d'un tube préleveur d'échantillon (sédiment ou roche).

Les carottes ont été sectionnées par tronçons de 150 cm et à chaque section un échantillon a été prélevé pour confection d'un frottis. Les frottis ont été réalisés et décrits à bord.

8). Dragages de roches

Les dragages ont été réalisés avec une drague à roche de type «Pautot» gréée avec un lest de 500 kg placé 50 mètres devant la drague; le câble supporte, 200 m en avant du lest, une balise ATNAV qui permet de suivre le parcours de la drague.

Une première description des prélèvements et des photographies est réalisée à bord.

9). Prélèvements de nodules

Les nodules ont été échantillonnés avec le préleveur libre standard CNEXO: c'est un panier portant un lest qui permet d'échantillonner une surface du fond de 0,18 m² et qui porte un appareil photographique pour obtenir une image du fond associée au prélèvement.

Des nodules ont été également récupérés par carottages ou dragages.

La description des nodules: photographies, poids, fractions granulométriques, classifications morphologiques, a été faite à bord suivant les standards AFERNOD.

Les nodules ont été séparés en classes de taille et stockés en sacs plastiques avec de l'eau de mer. Certains échantillons ont été conservés à 4°C pour des analyses particulières.

Il n'y a pas eu d'analyses chimiques à bord.

10). Échantillons de plancton

A chaque site un prélèvement vertical de plancton jusqu'à une profondeur de 200 mètres a été effectué. Le produit du collecteur est divisé en 3 parties: une partie est placée en bouteille plastique après fixation au formol pour l'analyse des métaux, les deux autres sont mélangées avec de l'eau douce et fixées au formol pour l'analyse des organismes calcaires et des organismes siliceux.

11). Propriétés physiques de la colonne d'eau

Au cours de COPANO 2 des profils de température ont été réalisés en fixant des sondes de température AANDERA et un enregistreur sur la troïka. Pour chaque trait troïka on obtient ainsi 2 profils verticaux et un profil horizontal à 50 cm du fond.

Deux courantomètres, un SINTRA et un RICHARDSON, ont été utilisés. Le courantomètre RICHARDSON a été fixé sur le mouillage d'une balise acoustique à 30 m du fond sur les sites H et I. Le courantomètre SINTRA mouillé sur déclencheur au magnésium n'a pas été récupéré. Aucune donnée courantologique significative n'a été obtenue.

12). Photographies du fond

Les photographies ont été réalisées à partir d'un cadre photographique ou d'une troïka. On a utilisé surtout la troïka.

La troïka est équipée d'un appareil BENTHOS. Pour les films noir et blanc des rouleaux de 150 m de KODAK RAR 2498 film (ASA-250) ont été employés. L'intervalle de prise de vue est de 6 secondes. Le profil sur le fond dure donc environ 3 heures. Les films couleur de 30 mètres (KODAK EKTACHROME 200 P - ASA-200) ont été utilisés sur 3 profils avec un intervalle de prise de vue de 10 secondes soit une durée de 2 heures.

Les films noir et blanc ont été traités à bord. La troïka est équipée d'une balise pour positionner son parcours.

On a obtenu des photos ponctuelles par les appareils photographies fixés sur les préleveurs de nodules. Le développement à bord de ces photos permet de déterminer l'abondance des nodules sur le fond. L'échelle des photographies présentées est de l'ordre de 2 x 2 m pour les photos ponctuelles et de 3 x 4 m pour les photographies troïka.

TABLEAU 3 : BILAN DES OPÉRATIONS
Balance of the operations

	COPANO 1	COPANO 2
	heures	heures
Bathymétrie	684	668
Magnétisme	390	447
Sismique	299	254
Travail sur zone	260	238
Prélèvements (nombre)	83	111
Prélèvements nodules (PL)	49	60
Carottiers Benthos (BL)	13	32
Carottiers Küllenberg (KL)	9	5
Dragues roches (DR)	1	4
Carottiers grande section (TC - TL)	3	0
Troïka (TR)	4	7
Cadre stéréographique (PP)	2	0
Filet plancton (PA)	2	3

TABLEAU 4 : BILAN DES PRÉLÈVEMENTS PAR SITE
Sampling on different sites

	A	B	E	I	H
PL	24	25	0	30	30
BL	6	7	5	18	9
KL	5	4	1	2	2
DR	1	0	0	2	2
TC	2	0	0	0	0
TL	0	1	0	0	0
TR	2	2	1	3	3
PP	2	0	0	0	0
PA	1	1	1	1	1

TABLEAU 5 : LISTE DES OPÉRATIONS SUR SITES
List of the sampling operations

STATION A	STATION B	STATION I	STATION H	STATION E
PL 1	PL 42	PL 82	TR 138	TR 185
PL 2	PL 43	PL 83	KL 139	PA 186
PL 3	PL 44	PL 84	KL 140	KL 187
PL 4	PL 45	PL 85	BL 141	BL 188
PL 5	PL 46	PL 86	BL 142	BL 189
PL 6	PL 47	PL 87	BL 143	BL 190
TC 7	KL 48	TR 88	BL 144	BL 191
TR 8	TR 49	KL 89	BL 145	BL 192
TC 9	PL 50	BL 90	PL 146	
KL 10	PL 51	BL 91	PL 147	
PL 11	PL 52	BL 92	PL 148	
PL 12	PL 53	BL 93	PL 149	
PL 13	PL 54	BL 94	PL 150	
PL 14	PL 55	BL 95	PL 151	
PL 15	KL 56	PL 96	TR 152	
PL 16	KL 57	PL 97	DR 153	
PP 17	PL 58	PL 98	PL 154	
BL 18 a et b	PL 59	PL 99	PL 155	
PL 19	BL 60	PL 100	PL 156	
PL 20	BL 61	PL 101	PL 157	
PL 21	BL 62	BL 102	PL 158	
PL 22	BL 63	BL 103	PL 159	
PL 23	PL 64	BL 104	PL 160	
PL 24	PL 65	BL 105	PL 161	
KL 25	PL 66	BL 106	PL 162	
KL 26	PL 67	BL 107	PL 163	
BL 27	PL 68	KL 108	PL 164	
BL 28	TR 69	TR 109	PL 165	
BL 29	KL 70	BL 110	TR 166	
BL 30	BL 71	BL 111	PA 167	
PP 31 a	BL 72	BL 112	DR 168	
PL 31 b	BL 73	BL 113	PL 169	
PL 32	PL 74	BL 114	PL 170	
PL 33	PL 75	BL 115	PL 171	
PL 34	PL 76	PL 116	PL 172	
PL 35	PL 77	PL 117	PL 173	
PL 36	PL 78	PL 118	PL 174	
KL 37	PL 79	PL 119	BL 175	
KL 38	TL 80	PL 120	BL 176	
TR 39	PA 81	PL 121	BL 177	
DR 40		PA 122	BL 178	
PA 41		TR 123	PL 179	
		DR 124	PL 180	
		PL 125	PL 181	
		PL 126	PL 182	
		PL 127	PL 183	
		PL 128	PL 184	
		PL 129		
		PL 130		
		PL 131		
		PL 132		
		PL 133		
		PL 134		
		PL 135		
		PL 136		
		DR 137		

Symboles : R = raté failed
V = vide empty
P = perdu lost

ÉQUIPE SCIENTIFIQUE EMBARQUÉE

Guy PAUTOT	Centre Océanologique de Bretagne - 3 GM, BP. 337, BREST Cedex	chefs de mission
Vincent RENARD	Centre Océanologique de Bretagne - 3 GM, BP. 337, BREST Cedex	
James ANDREWS	University of Hawaii at Manoa, Department of Oceanography, 2525 Correa Road, HONOLULU, Hawaii, 96822	
Pierre BAXERRES	Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, 351 cours de la Libération, 33400 TALENCE	
Jim CRAIG	University of Hawaii at Manoa, Department of Oceanography, 2525 Correa Road, HONOLULU, Hawaii, 96822	
Geoffrey GLASBY	New Zealand Oceanographic Institute, DSIR, PO. Box 12-346, WELLINGTON, New Zealand	
Heinz GUNDLACH	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Alfred-Bentz-Haus, Postfach 51 01 53, 3000 HANNOVER 51	
Michel HOFFERT	Institut de Géologie, 1 rue Blessig, 67084 STRASBOURG Cedex	
Nicole LENOTRE	Bureau de Recherches Géologiques et Minières, COB, BP. 337, 29273 BREST Cedex	
Marthe MELGUEN	Centre Océanologique de Bretagne - 3 GM, BP. 337, 29273 BREST Cedex	
Alain PERSON	Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire de Géologie dynamique, 4 place Jussieu, 75230 PARIS Cedex	
Walter PLUGER	Technische Hochschule Aachen, Süsterfeldstrasse 22, 5100 AACHEN	

PARTICIPANTS A L'ÉTUDE DES DONNÉES

Guy PAUTOT	Centre Océanologique de Bretagne	BATHYMÉTRIE et ANALYSE STRUCTURALE
Vincent RENARD		
Marthe MELGUEN	Centre Océanologique de Bretagne	SÉDIMENTOLOGIE (COPANO I)
Michel HOFFERT	Institut de Géologie de Strasbourg	SÉDIMENTOLOGIE (COPANO II)
Jean MOYES	Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine	MICROPALÉONTOLOGIE - DATATION
Philippe SAGET	Centre Océanologique de Bretagne	DESCRIPTION DES NODULES
Walter PLUGER	Technische Hochschule d'Aix-la-Chapelle	GÉOCHIMIE DES SÉDIMENTS ET DES NODULES
David CRONAN		
Michel HOFFERT	Institut de Géologie de Strasbourg	GÉOCHIMIE ISOTOPIQUE
Norbert CLAUER	Institut de Géologie de Strasbourg	PÉTROLOGIE
René MAURY	Université de Bretagne Occidentale	
James ANDREWS	Université d'Hawaii	PHOTOGRAPHIES
Virginie du CASTEL		
Nicole LENOTRE		
	Bureau de Recherches Géologiques et Minières	

Les analyses sédimentologiques ont été réalisées au Centre Océanologique de Bretagne par René KERBRAT et Suzanne MARQUÈS.

Les données des analyses géochimiques ont été vérifiées par Claire BASSOULET à l'Université de Bretagne Occidentale.

L'illustration de l'ouvrage a été réalisée au Centre Océanologique de Bretagne par Daniel CARRÉ, Alain GROTTÉ, Jean-Pierre MAZÉ et Serge MONTI.

SYNTHÈSE

L'analyse des différents paramètres (morphologie, structure, sédiments, nodules) effectuée sur chaque site disposés de part et d'autre de l'équateur permet de tester l'hypothèse d'une symétrie par rapport à la ceinture équatoriale.

I. CADRE MORPHOSTRUCTURAL

A l'exception du domaine des zones de fracture qui présente une orientation nette E-W, le « grain » normal du fond océanique étudié sur ce profil montre un allongement N-S. Cette structuration N-S est un héritage de la création de la croûte océanique à l'axe de la dorsale, suivie d'une subsidence thermique. Entre les grandes zones de fracture le fond océanique est constitué de collines allongées dans le sens N-S sur quelques kilomètres ou dizaines de kilomètres. La dénivelée de ces collines est de l'ordre de 200 à 300 mètres avec des flancs asymétriques (le flanc escarpé regardant généralement vers l'axe d'accrétion). Le dispositif général semble constitué de collines décalées latéralement, les unes par rapport aux autres et formant un système en échelon. Entre ces collines se disposent des bassins allongés. Ceux-ci montrent souvent un véritable réseau d'affluents dans leur partie amont et une fermeture ovoïde en aval. La direction d'amont en aval est en général N-S.

A cette disposition morphologique schématique se surimposent, de manière a priori aléatoire, des structures volcaniques circulaires de taille variée. Ces volcans ont pu être créés au voisinage de l'axe de la dorsale au cours des premières phases de distension et de failage normal. Mais il est également probable que d'autres édifices volcaniques se soient mis en place dans une croûte plus ancienne et hors des zones d'accrétion. Pour expliquer certaines de ces structures, la théorie des points chauds a été proposée. Nous pensons cependant que le phénomène est plus général et qu'un volcanisme intraplaque abondant existe. L'exemple du site I, avec des épanchements datés de 5 MA et de 10 MA sur un substratum de 40 MA, en est une bonne illustration. Dans certaines zones on peut s'interroger sur des mouvements tectoniques récents réactivant des failles normales. Cependant nous n'en avons pas trouvé de preuves définitives dans cette étude.

En conclusion, les sites interzones de fracture, étudiés au cours des campagnes COPANO, montrent un cadre morphostructural général assez comparable avec, par places, du volcanisme intraplaque.

II. CIRCULATION PROFONDE

Des données ont été obtenues sur les sites E, H et I. Des sondes de température fixées sur la troïka et des courantomètres placés sur les baïses ont été utilisés. On n'a pas détecté de vitesses de courant mesurables sur les sites I et H du Pacifique sud. Les températures potentielles les plus basses ont été mesurées à l'équateur : TR 185 \pm 1°39C à 4.400 mètres de profondeur. Sur les sites I et H voisins, la température de l'eau de fond est plus élevée : 1°47C à 1°48C.

On peut donc en conclure que les sites I et H et vraisemblablement dans tout le bassin de TIKI il n'y a pas actuellement d'incursion d'eau antarctique profonde. Les marques d'érosion qui y affectent la couverture sédimentaire sont vraisemblablement dues, soit à des courants actuels puissants mais épisodiques, soit à une circulation plus vigoureuse au cours de périodes plus froides.

Nous n'avons pas effectué de mesures sur la zone nord mais des articles citent des températures potentielles de 0,6°C au voisinage de la zone de fracture de Clarion. Cette température est caractéristique de l'eau antarctique profonde qui baigne donc actuellement le site A et, vraisemblablement, le site B.

On note donc une différence majeure entre les sites nord et sud du profil. Dans les sites A et B il y a présence d'eau antarctique profonde et absence sur les sites I et H. Par contre les incisions érosives de la couverture sédimentaire sont comparables sur les quatre sites : on peut donc raisonnablement penser que la circulation profonde est le vecteur principal de l'érosion sédimentaire même si elle se manifeste à des époques différentes.

III. COUVERTURE SÉDIMENTAIRE

La couverture sédimentaire s'épaissit généralement à l'approche de l'équateur pour atteindre une épaisseur maximum de l'ordre de 600 mètres à 3°N (fig. 6). L'épaisseur diminue de part et d'autre pour atteindre 100 m à 15°N et 6°S. Cette dissymétrie de la puissance de la couverture sédimentaire est due, en premier lieu, au mouvement général de la plaque Pacifique vers le N-W. En passant sous la ceinture à haute productivité organique l'épaisseur augmente. Ensuite, cette couverture sédimentaire est érodée par la circulation d'eau profonde agressive en particulier vis à vis des carbonates.

A l'échelle du site on note des différences d'épaisseur sédimentaire considérables. Le schéma-type observé est le suivant :

- les reliefs et flancs abrupts sont dépourvus de sédiment (non dépôt et mouvements gravitaires),
- les flancs de collines peu escarpés présentent une couverture sédimentaire épaisse et peu érodée,
- dans les vallées on note des marques d'érosion vigoureuses dans la partie amont et sur les bordures.

Par contre, la fermeture des vallées en aval correspond à une accumulation sédimentaire qui forme un verrou.

La caractéristique principale de la sédimentation dans les zones de part et d'autre de l'équateur est la faible épaisseur ou l'absence de Quaternaire et l'importance des hiatus qui mettent à l'affleurement des séries à dominante carbonatée d'âge pliocène à éocène. Les épaisseurs les plus importantes d'argiles rouges d'âge quaternaire se trouvent à la fermeture des vallées.

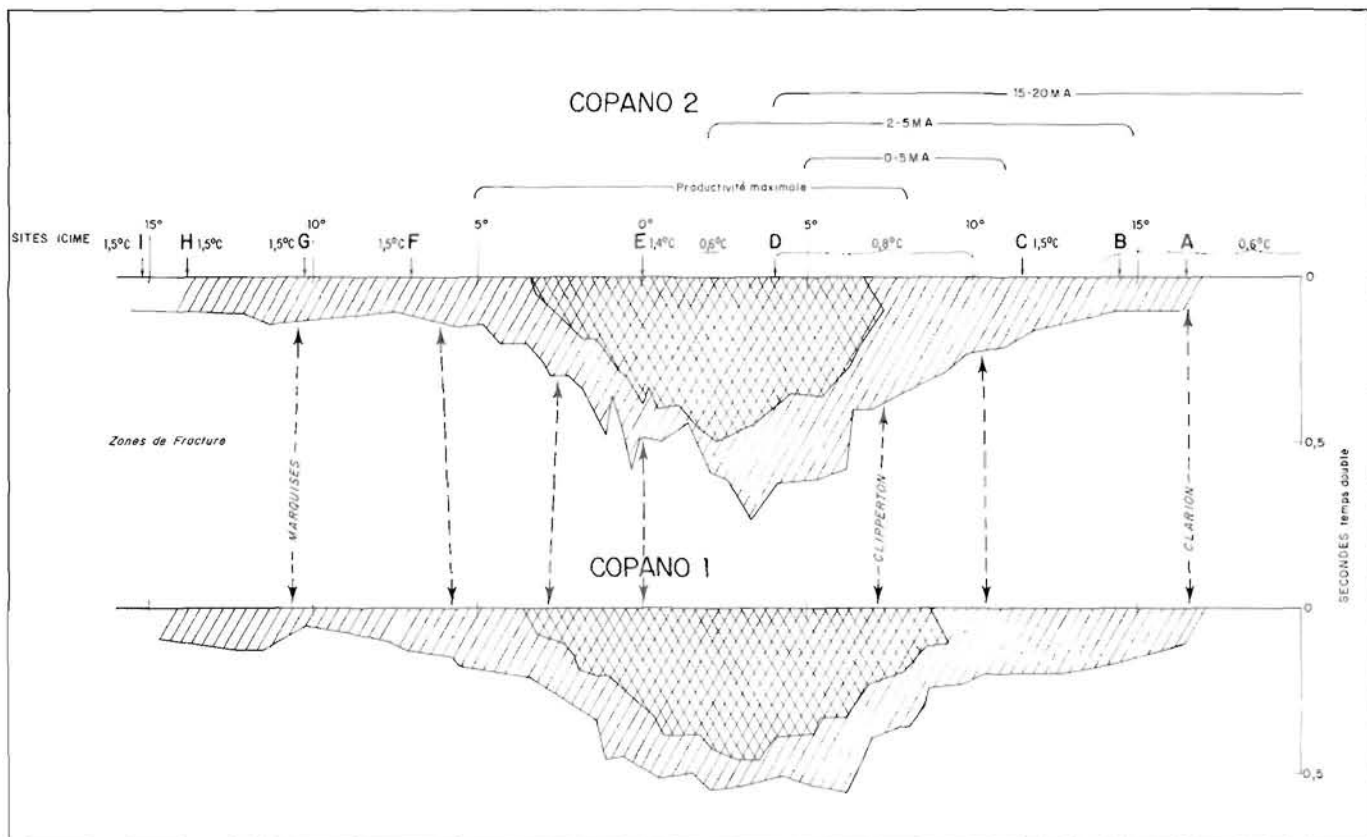


FIGURE 6. : Représentation des deux profils sismiques réalisés au cours des campagnes COPANO. Deux types de sédiment sont caractérisés : au niveau équatorial, un type acoustiquement stratifié, et de part et d'autre, un type acoustiquement transparent. Les sites du projet I.C.I.M.E. sont placés sur le profil avec les zones d'influence de l'eau antarctique profonde, les zones soumises à des hiatus avec l'âge de ceux-ci, la zone de productivité maximum.

Seismic reflection profiles along the I.C.I.M.E. transect (COPANO cruises). Site locations, areas of AABW influence and bottom water temperature, erosional hiatus with ages, Holocene productivity maximum are indicated. Surface equatorial sediments are acoustically-stratified and on each side acoustically-transparent.

IV. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SÉDIMENTS

Des mesures de propriétés physiques ont été réalisées sur des échantillons frais de certains sites par Jim CRAIG. De façon générale on trouve un profil sédimentaire à deux couches. La couche superficielle a une dizaine de centimètres d'épaisseur environ. Elle correspond à la zone de bioturbation et montre des valeurs physiques typiques de zone de remaniement. Ce sédiment est peu résistant et le câble de la troïka s'y enfonce, sous son propre poids. Cette couche superficielle est également bien flocculée et lorsqu'elle est mise en suspension le nuage obtenu s'aplatit rapidement et s'écoule horizontalement en une couche de quelques centimètres d'épaisseur. La bioturbation est intense dans ce niveau et on peut observer sur les clichés l'importance des remaniements locaux.

Sous cette couche superficielle on trouve généralement un sédiment surconsolidé. Cette «surconsolidation» peut être importante et atteint l'équivalent de l'action de tassement d'une colonne sédimentaire de 50 mètres d'épaisseur. Ce phénomène de surconsolidation suggère, soit une érosion de couches sédimentaires qui recouvraient les strates actuelles, soit une cimentation diagénétique en cours.

V. GÉOCHIMIE DES SÉDIMENTS

Nous avons représenté graphiquement les critères géochimiques des sédiments de surface de chaque site (fig. 8, 9, 10). La première observation est que chaque site a une caractéristique géochimique claire, les points sont habituellement regroupés. Même lorsque les faciès sédimentaires sont comparables on note une régionalisation des valeurs géochimiques.

Le second point important concerne la croissance des teneurs en métaux lorsqu'on s'éloigne de la zone équatoriale (fig. 7). Les teneurs en Mn, Fe, Cu et Ni croissent parallèlement de chaque côté de l'équateur. En valeur absolue tous ces métaux sont plus abondants dans les sédiments des sites de l'hémisphère sud que dans ceux de l'hémisphère nord. Ces deux observations peuvent être mises en relation avec la haute productivité équatoriale et la dissolution des organismes. La dissolution serait plus avancée dans l'hémisphère sud et peut-être renforcée par l'activité volcanique.

Il y a donc une symétrie claire de la croissance des teneurs en métaux dans les sédiments de part et d'autre de l'équateur. L'hémisphère sud se caractérise par un enrichissement plus prononcé en Mn, Fe, Cu et Ni dans les sédiments.

Dans les sites F et G du projet I.C.I.M.E. l'influence de la profondeur sur la dissolution et l'enrichissement en métaux a été testée. On a montré que Mn, Fe, Cu et Ni croissent avec la profondeur et avec la diminution en CaCO₃. Pb et Zn ne montrent pas d'évolution avec la profondeur. La teneur en Co montre une augmentation avec la profondeur en G mais pas en F. Ces résultats sont en bon accord avec une origine biologique dominante pour ces métaux puis dissolution, diagenèse et remobilisation.

VI. NODULES DE MANGANÈSE

Les grandes différences entre les populations de nodules de part et d'autre de l'équateur concernent la densité sur le fond, la taille et le faciès (fig. 7).

Dans le Pacifique nord, on trouve plutôt des nodules réguliers et coalescents, de grosse taille, qui entraînent une bonne densité sur le fond. La population d'irréguliers du site B en forme de « hamburgers » n'a pas été retrouvée sur les autres sites.

Dans le Pacifique sud, les nodules sont souvent aplatis et de forme discoïde. Ils sont plus petits, leur densité est moindre sur le fond et ils sont partiellement enfouis.

A l'échelle du site les nodules sont disposés de préférence sur les parties basses des flancs des collines à proximité des entailles d'érosion. Ils sont rares ou absents sur les zones planes à sédimentation élevée ainsi que sur les reliefs. Au pied des pentes on trouve une accumulation en talus de petits nodules lisses ou de plaques pauvres en métaux.

On peut donc penser que l'abondance des nodules et surtout leur grossissement sont liés à l'intensité de la circulation profonde.

VII. GÉOCHIMIE DES NODULES

De façon générale les teneurs en métaux : Mn, Cu, Ni dans les nodules augmentent vers l'équateur et en sens inverse des mêmes teneurs dans les sédiments (fig. 7). Le Fe par contre montre une évolution comparable au Fe des sédiments. Cette corrélation négative entre les teneurs en Mn, Cu et Ni des nodules et des sédiments souligne le rôle important de la diagenèse pour le transfert de ces métaux des sédiments aux nodules.

On note une exception au site H où les nodules et les sédiments sont enrichis à la fois en Ni. Cette anomalie pourrait être expliquée par un apport local par lessivage de basalte qui s'ajouterait à la source diagenétique sédimentaire.

Ces graphiques soulignent également les corrélations entre éléments dans les nodules. Mn et Fe évoluent de façon inverse, alors que Mn et Cu sont corrélés positivement (fig. 11, 12). Mn et Ni montrent une relation beaucoup plus lâche.

La comparaison des teneurs moyennes en métaux sur chaque site (tableau 6) montre des variations considérables de la teneur en Mn entre sites mais sans relation avec la distance par rapport à l'équateur. Les teneurs moyennes en Fe sont plus voisines entre sites et l'on ne note pas de corrélation particulière. Les teneurs moyennes en Co des nodules sont plus élevées et de l'ordre du double dans les sites nord. Le Ni montre des variations importantes. Le site A, situé à proximité de la zone de fracture Clarion, montre une valeur moyenne de Ni basse : 0,51%. Par contre, les sites B, H, I présentent des valeurs moyennes comparables avec un maximum sur le site H : 1,59%. Pour le Cu on trouve la même tendance que pour le Ni avec une valeur minimum en A : 0,35% et une valeur maximum en B : 0,99%.

VIII. CONCLUSION

Les analyses chimiques des nodules montrent un comportement symétrique des teneurs en métaux de chaque côté de l'équateur avec croissance des teneurs en Mn et Cu vers l'équateur, avec des variations irrégulières du Ni et une décroissance du Fe vers l'équateur. Les valeurs absolues des teneurs de ces métaux montrent aussi une bonne symétrie.

Les paramètres les plus asymétriques par rapport à l'équateur sont la densité des nodules sur le fond, la taille et le faciès des nodules. Au nord de l'équateur les nodules sont plus réguliers, arrondis et de grosse taille, alors qu'au sud de l'équateur ils sont irréguliers, aplatis, plus petits, ils présentent une densité sur le fond moindre et sont partiellement enfouis. On peut penser que la symétrie des caractéristiques géochimiques traduit l'influence dominante de la dissolution des organismes comme source de métaux pour la diagenèse et que l'asymétrie des caractéristiques physiques des nodules traduit l'influence des courants de fond sur le grossissement des nodules.

La disposition typique des nodules dans un environnement de collines abyssales pourrait être présentée suivant le schéma suivant. Les nodules sont disposés de préférence sur la partie inférieure de pentes peu déclives où la couverture sédimentaire est modérément érodée alors qu'ils sont rares sur les parties concaves des collines et dans les parties axiales des vallées. Les nodules situés sur la base des pentes sont également enrichis en métaux par rapport aux nodules provenant d'autres environnements. Les pentes abruptes laissent affleurer du basalte ou des couches sédimentaires, indurées, avec ou sans recouvrement d'une croûte d'oxydes de Fe et Mn. Les fragments du substratum ou de la croûte d'oxydes s'accumulent en talus au pied des reliefs abrupts. L'activité des courants profonds est intense dans les vallées et principalement au contact des flancs des collines adjacentes. Ces courants profonds paraissent être épisodiques et n'ont pas été détectés au cours de ces campagnes.

L'exploitation des nodules s'effectuera donc dans des corridors de longueur d'ordre décakilométrique ou kilométrique orientés N-S et situés sur des flancs de vallées.

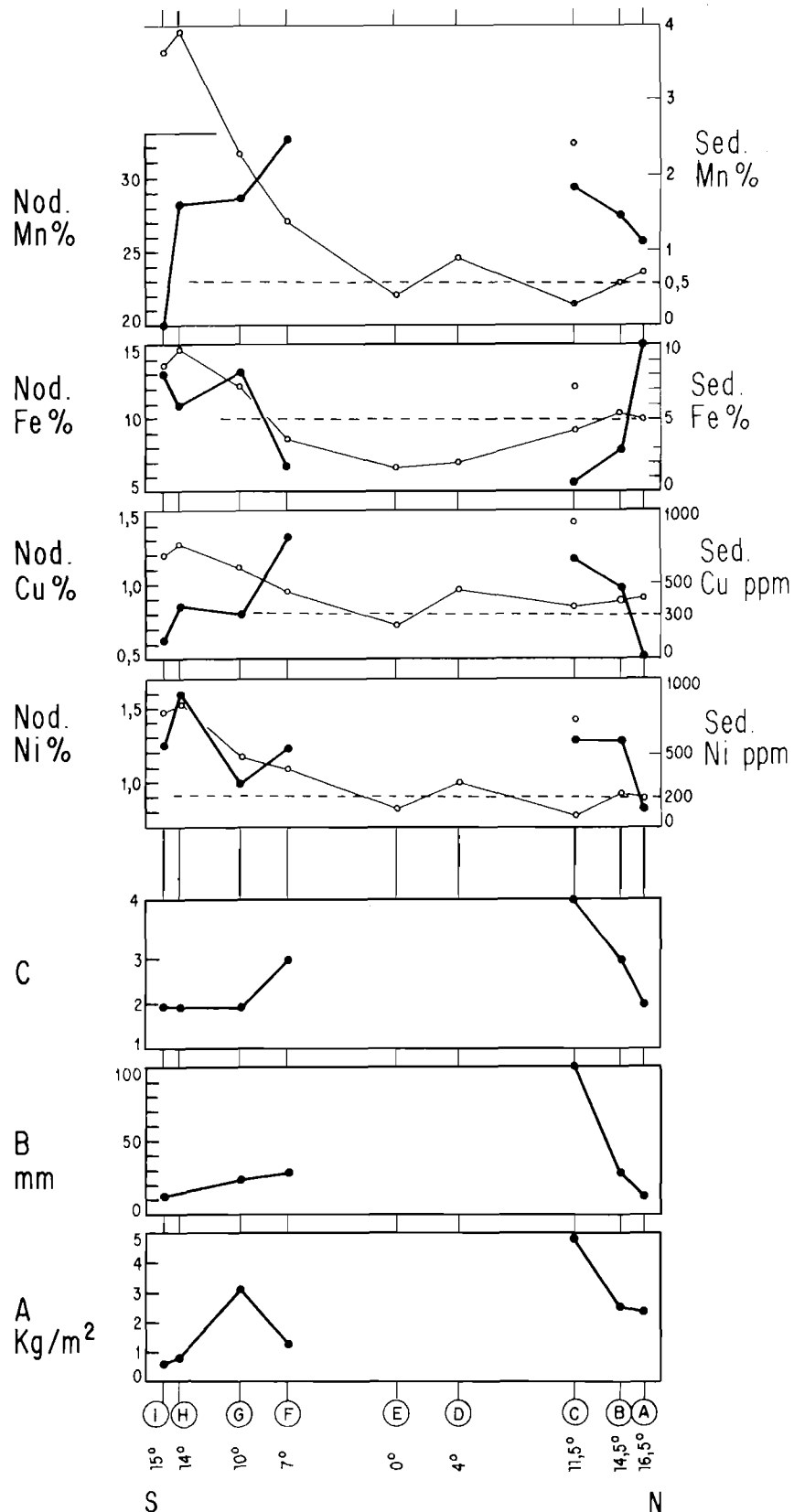


FIGURE 7: Profil le long des sites du projet I.C.I.M.E. et représentant les caractéristiques physiques et géochimiques des sédiments et des nodules. Les valeurs représentées au niveau de chaque site sont les moyennes. Noter les différences d'échelle entre les teneurs en Mn, Fe, Cu et Ni des sédiments et des nodules. A = densité sur le fond en kg/m², B = taille des nodules en mm, C = facies avec: 2 = polynodules, 3 = nodules réguliers discoïdaux, 4 = gros mononodules irréguliers.
 Profile along the I.C.I.M.E. transect showing the variation in mean values with latitude for Mn, Fe, Cu and Ni content of the nodules and the sediment as well as A = nodule coverage, B = nodule size, C = nodule facies with: 2 = polynodules, 3 = large regular-discoïdal nodules, 4 = large irregular mononodules.

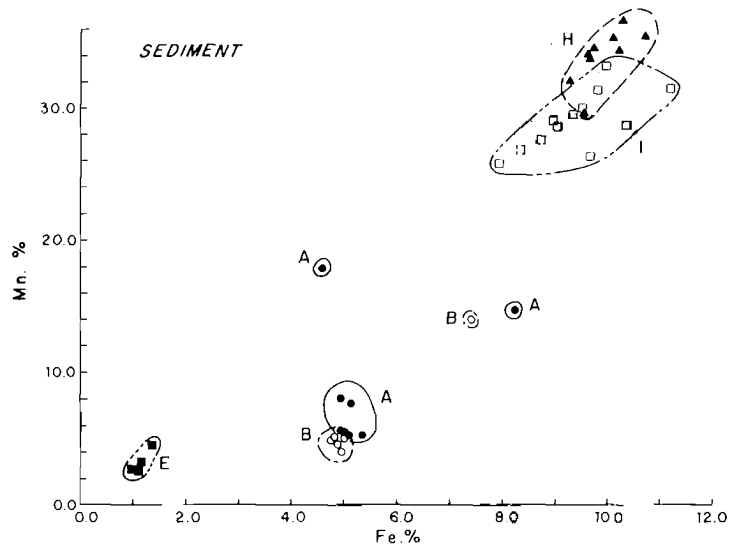


FIGURE 8: Diagramme de corrélation des caractéristiques géochimiques des sédiments de surface Mn/Fe.
Correlation diagram for surface sediments showing the geochemical fields of each site Mn/Fe.

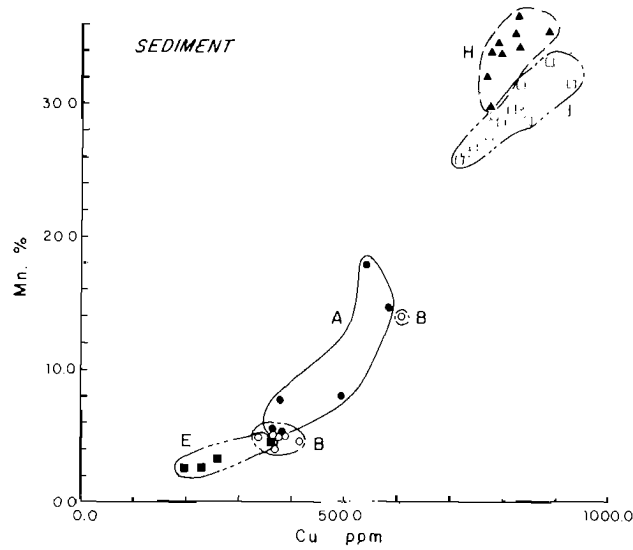


FIGURE 9: Diagramme de corrélation des caractéristiques géochimiques des sédiments de surface Mn/Cu.
Correlation diagram for surface sediments showing geochemical fields of each site Mn/Cu.

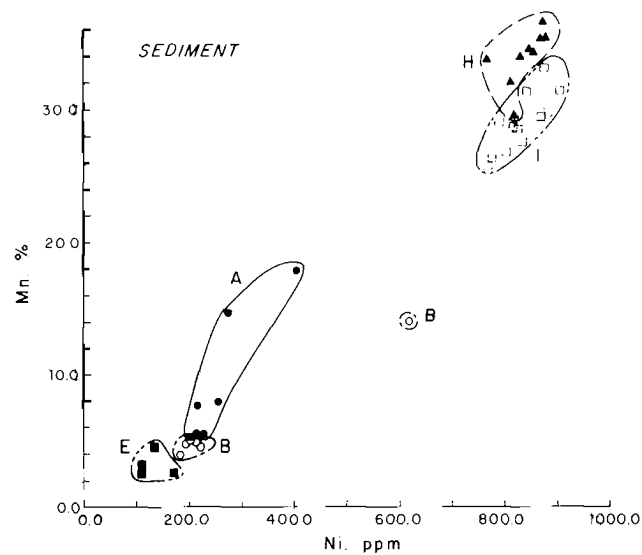


FIGURE 10: Diagramme de corrélation des caractéristiques géochimiques des sédiments de surface Mn/Ni.
Correlation diagram for surface sediments showing geochemical fields of each site Mn/Ni.

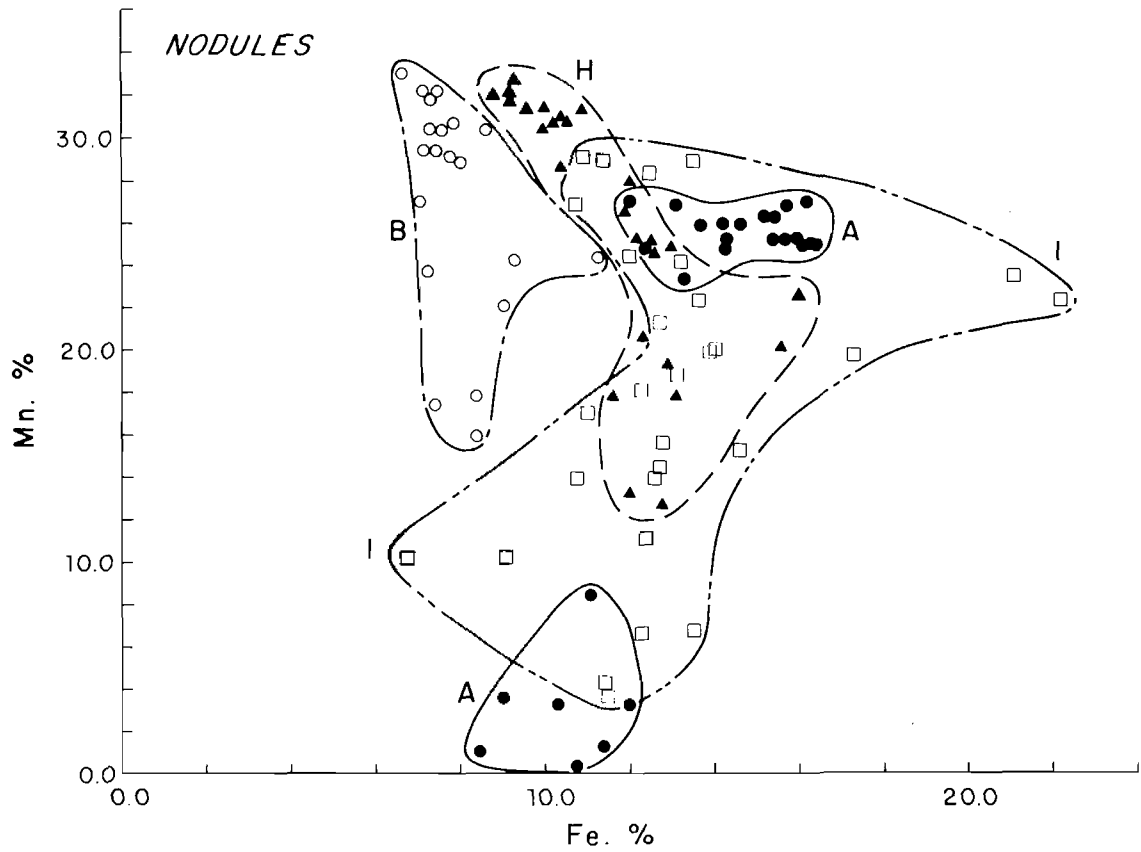


FIGURE 11: Diagramme de corrélation des caractéristiques géochimiques des nodules Mn/Fe.
Correlation diagram for nodules showing geochemical fields of each site Mn/Fe.

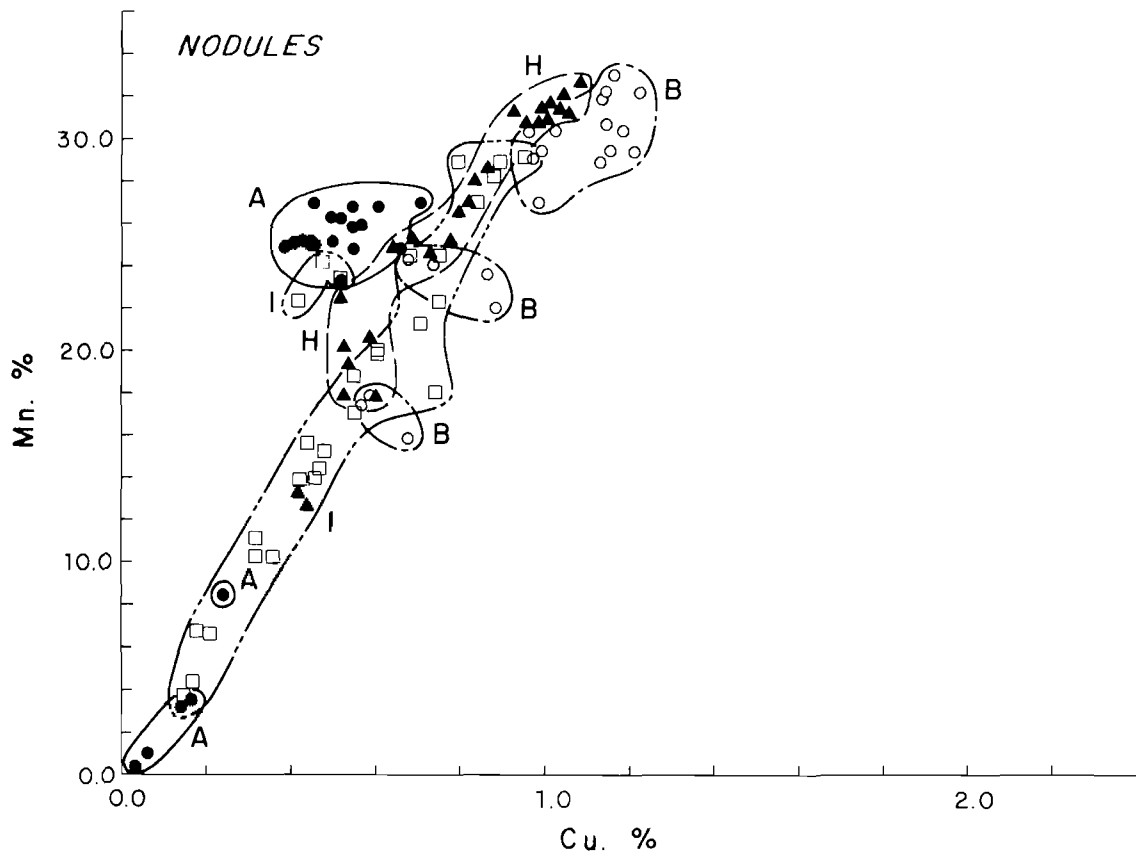


FIGURE 12: Diagramme de corrélation des caractéristiques géochimiques des nodules Mn/Cu.
Correlation diagram for nodules showing geochemical fields of each site Mn/Cu.

TABLEAU 6 : SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES GÉOCHIMIQUES DES NODULES
Geochemical characteristics of the nodules

Site	Stations	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Mn/Fe	Facies
A	1	24,73	13,68	.392	.96	.56	1,81	Acc./Coal.
	4	3,05	11,04	.051	.13	.13	0,28	Stér.
	6	3,40	8,93	.080	.10	.15	0,38	Stér.
	14	26,37	13,12	.402	1,08	.62	2,01	Plaques
	15	1,10	11,28	.023	.06	.06	0,01	Stér.
	19	24,85	14,41	.394	.78	.53	1,72	Rég. + Coal.
	22	25,53	15,23	.424	.74	.49	1,68	Coal.
	24	25,60	14,87	.426	.74	.49	1,72	Déb. (Coal.)
	31	25,60	15,63	.433	.59	.43	1,64	Déb. (Coal.)
	32	24,87	15,98	.434	.63	.42	1,56	Déb. (Coal.)
	33	8,30	11,00	.129	.25	.23	0,75	Stér.
	35	0,50	9,53	.014	.05	.03	0,05	Stér.
Total		193,90	154,70	3,202	6,11	4,14	13,61	
Moyenne		16,16	12,89	0,267	0,51	0,35	1,13	
B	51	26,00	8,09	.278	1,36	1,03	3,21	Rég.
	52	26,80	6,97	.256	1,39	0,98	3,84	Irr.
	55	25,00	7,93	.272	1,25	0,93	3,15	Stér. + Rég.
	64	31,07	7,52	.263	1,16	1,05	4,13	Rég. + Coal.
	68	31,90	7,22	.294	1,44	1,16	4,42	Irr.
	74	28,70	7,88	.277	1,47	1,13	3,64	Rég.
	75	23,30	7,27	.257	1,17	0,80	3,20	Stér. + Rég.
	77	29,20	7,27	.281	1,48	1,18	4,02	Rég.
	79	22,00	9,55	.271	1,10	0,66	2,30	Plaques
	Total		243,97	69,70	2,449	11,82	8,92	31,91
Moyenne		27,11	7,74	0,272	1,31	0,99	3,55	
I	85	18,14	14,04	.145	1,32	0,56	1,29	Plaques
	96	17,59	12,60	.141	0,72	0,58	1,40	Rég.
	97	16,77	10,90	.128	1,20	0,54	1,54	Plaques
	98	28,88	10,77	.195	1,80	0,95	2,68	Rég. + Disco.
	99	11,53	9,85	.103	0,89	0,37	1,17	Plaques
	118	22,12	13,49	.141	1,41	0,74	1,64	Rég.
	125	13,45	12,65	.108	0,96	0,39	1,06	Stér. (Plaques)
	126	11,86	10,78	.103	0,80	0,36	1,10	Stér. (Plaques)
	127	6,51	13,36	.078	0,33	0,17	0,49	Rég. + Plaques
	129	23,37	18,41	.235	1,06	0,57	1,27	Rég. + Plaques
	131	26,42	11,65	.182	1,41	0,73	2,27	Rég.
	133	17,83	12,15	.197	1,43	0,74	1,47	Rég.
	135	28,11	12,44	.251	1,70	0,87	2,26	Rég. + Stér.
	136	24,17	11,91	.223	1,38	0,74	2,03	Plaques
Total		266,75	175,00	2,230	16,41	8,30	21,67	
Moyenne		19,05	12,50	0,159	1,17	0,59	1,55	
H	146	23,82	11,72	.142	1,36	0,72	2,03	Rég.
	147	31,62	9,53	.156	1,80	1,03	3,32	Disco.
	155	30,54	10,20	.174	1,79	0,98	2,99	Acc. + Rég.
	157	31,83	8,89	.139	1,79	1,04	3,58	Disco.
	180	21,52	13,65	.157	1,27	0,58	1,58	Plaques
	182	21,18	12,00	.159	1,43	0,67	1,77	Plaques + Coal.
	183	25,75	11,31	.150	1,48	0,76	2,28	Plaques
	184	31,28	9,51	.140	1,81	1,03	3,29	Disco. + Rég.
Total		217,54	86,81	1,217	12,73	6,81	20,84	
Moyenne		27,19	10,85	0,152	1,59	0,85	2,61	

PUBLICATIONS DES RÉSULTATS OBTENUS A PARTIR DES MISSIONS COPANO I et II

Les premiers résultats des missions COPANO ont été présentés en 1980 au cours du Congrès Géologique Mondial de Paris (Section 13) :

- ANDREWS J.-E., PAUTOT G., FRIEDRICH G.,
«Results evaluation of hypotheses concerning nodule growth».
- RENARD V., PAUTOT G., ANDREWS J.-E.,
«Structural setting of sites on the 134°W transect».
- PAUTOT G., RENARD V., ANDREWS J.-E.,
«Bathymetry of sites on the 134°W transect».
- MELGUEN M.,
«Relationship between sedimentary facies, carbonate dissolution and manganese nodule distribution along the 134°W transect».
- PAUTOT G., RENARD V.,
«Detailed relationship of nodule facies distribution with topography at selected sites».
- RENARD V., GLASBY G., PLUGER W., HOFFERT M., SAGET P.,
«Nodule facies along the 134°W transect: nodules collected by SUROIT».
- FRIEDRICH G., GLASBY G., PLUGER W., THIJSSSEN T.,
«Distribution and geochemistry of manganese nodules collected from three areas on an equatorial pacific (I.C.I.M.E.) transect by R.V. SONNE».
- CRAIG J.-D.,
«Geotechnical properties of deep-sea sediments on the I.C.I.M.E. transect».
- ANDREWS J.-E., RENARD V., LENOTRE N., HOFFERT M., PAUTOT G.,
«Deep-sea photographic evidence: impact of erosion and benthic life on manganese nodule environments».
- SHEARME S., CRONAN D.,
«Geochemistry of sediments from the Hawaii-Tahiti transect».
- ANDREWS J.-E., MELGUEN M.,
«Influence of the Aitutaki passage structure and sedimentation on the manganese nodule distribution and growth».
- FRIEDRICH G., GLASBY G., PLUGER W., THIJSSSEN T.,
«Manganese nodule distribution and geochemistry in the Aitutaki passage, south-west Pacific».
- HOFFERT M.,
«Relationship among sediment facies, ocean floorphysiography and nodule distribution in the south-est Pacific (Copano 2, 1979, site I and H».
- ANDREWS J., FRIEDRICH G., PAUTOT G., PLUGER W., RENARD V., MELGUEN M., CRONAN D., CRAIG J., HOFFERT M., STOFFERS P., SHEARME S., THIJSSSEN T., GLASBY G., LENOTRE N. et SAGET P.,
«The Hawaii-Tahiti transect: the oceanographic environment of manganese nodule deposits in the Central Pacific», *Marine Geology*, 54 (1983-1984) 109-130.

CLÉS DE LECTURE

I. Classifications utilisées pour la description des sédiments d'après l'observation sur frottis

A bord du *Suroit*, une classification basée sur celle utilisée par le D.S.D.P. a été employée :

I.- % CaCO ₃ < 10		
1.- Microfossiles siliceux ≤ 10 %		Mud.
2.- Microfossiles siliceux : 10-30 %		Siliceous mud.
3.- Microfossiles siliceux : 30-60 %		Muddy siliceous ooze
4.- Microfossiles siliceux ≥ 60 %		Siliceous ooze
II.- % CaCO ₃ : 10-30	Calcareous mud.	
1.- avec ≤ 10 % de microfossiles siliceux		Siliceous microfossils bearing* calcareous mud.
2.- avec de 10-30 % de microfossiles siliceux		Calcareous/siliceous mud.
III.- % CaCO ₃ : 30-60	Marl.	
1.- avec ≤ 10 % microfossiles siliceux		Siliceous microfossils bearing* Marl.
2.- avec 10-30 % microfossiles siliceux		Siliceous microfossils rich marl.
3.- si 40-60 % microfossiles siliceux		Marly siliceous ooze.
IV.- % CaCO ₃ ≥ 60	Calcareous ooze	
- si dominance du nannoplancton		Nanno ooze
- si nanno et foram. en égale quantité		Foram. Nanno ooze ou Nanno. Foram. ooze.

* « bearing » signifie contenant, et s'utilise pour des teneurs ≤ 10 %

Dans cet ouvrage, les noms des sédiments sont donnés en langue française d'après les conventions suivantes :

PROPORTION DU COMPOSANT	ABONDANCE	MODE DE TRANSCRIPTION
50 %	dominant	« de »
25 à 50 %	abondant	« à »
5 à 25 %	commun	« avec »
0 à 5 %	rare	« traces de »

Les descriptions des frottis lorsqu'elles existent sont données dans le texte, ce qui permet un passage aisé entre les deux types de classification.

II. Description du minerai et stérile (d'après la fiche AFERNOD)

Parmi les objets solides remontés par les préleveurs libres ou les dragues, on distingue :

- le **minerai** proprement dit constitué de nodules, de plaques et de dalles,
- le **stérile** constitué de roches encroûtées recouvertes d'une couche d'oxyde d'épaisseur faible par rapport au noyau (1/20^e), de roches stériles sensu-stricto sans couche d'oxyde : galets mous, fragments de basalte,...

Dans le minerai on distingue les **nodules**, les **plaques** et les **dalles** d'après l'aplatissement et la longueur du grand axe.

L'**aplatissement** est obtenu par la formule $\frac{a+c}{2b}$ (a, b, c étant les longueurs respectives du grand axe, du petit axe et de l'axe médian).

Si l'aplatissement est supérieur à 3 c'est une plaque. La longueur du grand axe d'une plaque est comprise entre 100 et 500 mm et au-dessus on a affaire à une dalle.

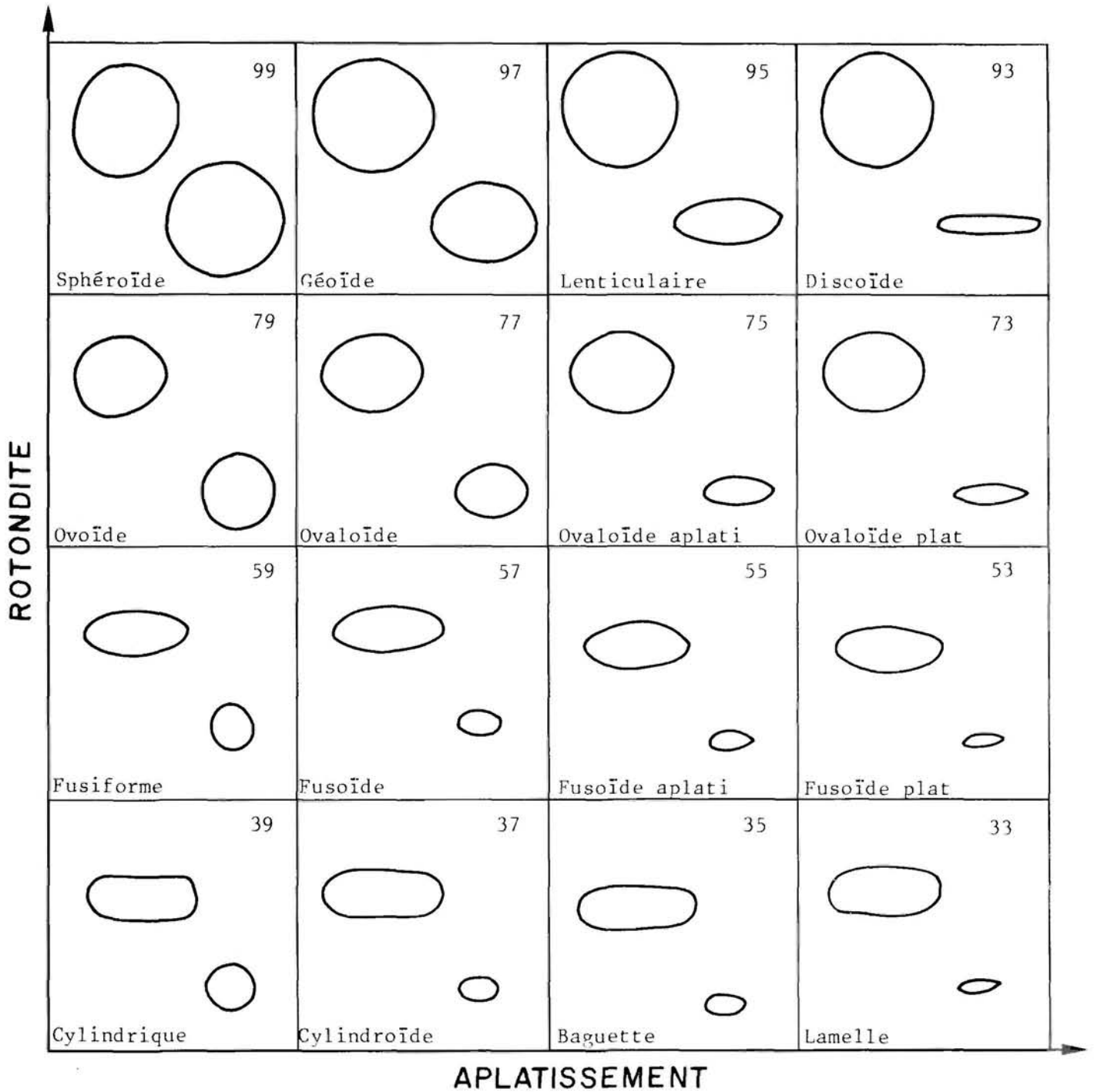
Les nodules sont répartis en quatre grandes classes, d'après leur morphologie :

- les nodules **simples**,
- les nodules formés par la réunion de plusieurs nodules :
 - les nodules **accolés**,
 - les nodules **coalescents** (interpénétrés),
- les **débris** provenant d'une fragmentation sur le fond (débris anciens) ou d'une fragmentation au cours du prélèvement (débris récents),
- les **croûtes** ou **encroûtements** à aspect scoriacé.

On définit sur les nodules symétriques un indice de **rotondité** qui est apprécié sur la section principale du nodule (fig. 13).

De la même manière, pour les nodules irréguliers, on utilise une charte visuelle pour mesurer l'aplatissement (porté en abscisse) et la rotondité (portée en ordonnée). Ainsi dans la morphologie des nodules symétriques l'indice 99 représente un sphéroïde : le premier chiffre représente la rotondité et le deuxième l'aplatissement. Plus le premier chiffre est élevé **plus** la rotondité est importante, plus le deuxième chiffre est élevé **moins** l'aplatissement est important. L'indice 93 représente un nodule discoïde et l'indice 33 une lamelle. On opère de même pour les nodules irréguliers.

L'**aspect de la surface** est dénommé lisse, grenu ou mamelonné suivant le diamètre des grains : si les grains ont un diamètre situé entre 1 et 5 mm : grenu, si les grains ont un diamètre supérieur à 5 mm : mamelonné.



MORPHOLOGIE DES NODULES SYMÉTRIQUES

FIGURE 13. : Représentation de la morphologie des nodules symétriques en fonction des indices de rotondité et d'aplatissement. La rotondité est appréciée sur la section principale du nodule et l'aplatissement dans un plan perpendiculaire.
 Nodule morphology as a function of roundness and flattening. Roundness is measured in a principal section with flattening measured at right angles.

III. Description morphologique et granulométrique des nodules

d'après la méthode AFERNOD

Lorsque les prélèvements arrivent à bord ils font l'objet d'une séparation granulométrique sur 6 tamis à mailles rondes $n = 10$ mm. On obtient ainsi 7 classes granulométriques : 0-10 mm, 10-20 mm, 20-30 mm, 30-40 mm, 40-50 mm, 50-60 mm, > 60 mm.

On détermine ensuite dans chaque classe granulométrique :

- le nombre de nodules,
- le nombre de stériles,
- le poids de nodules,
- le poids de stériles.

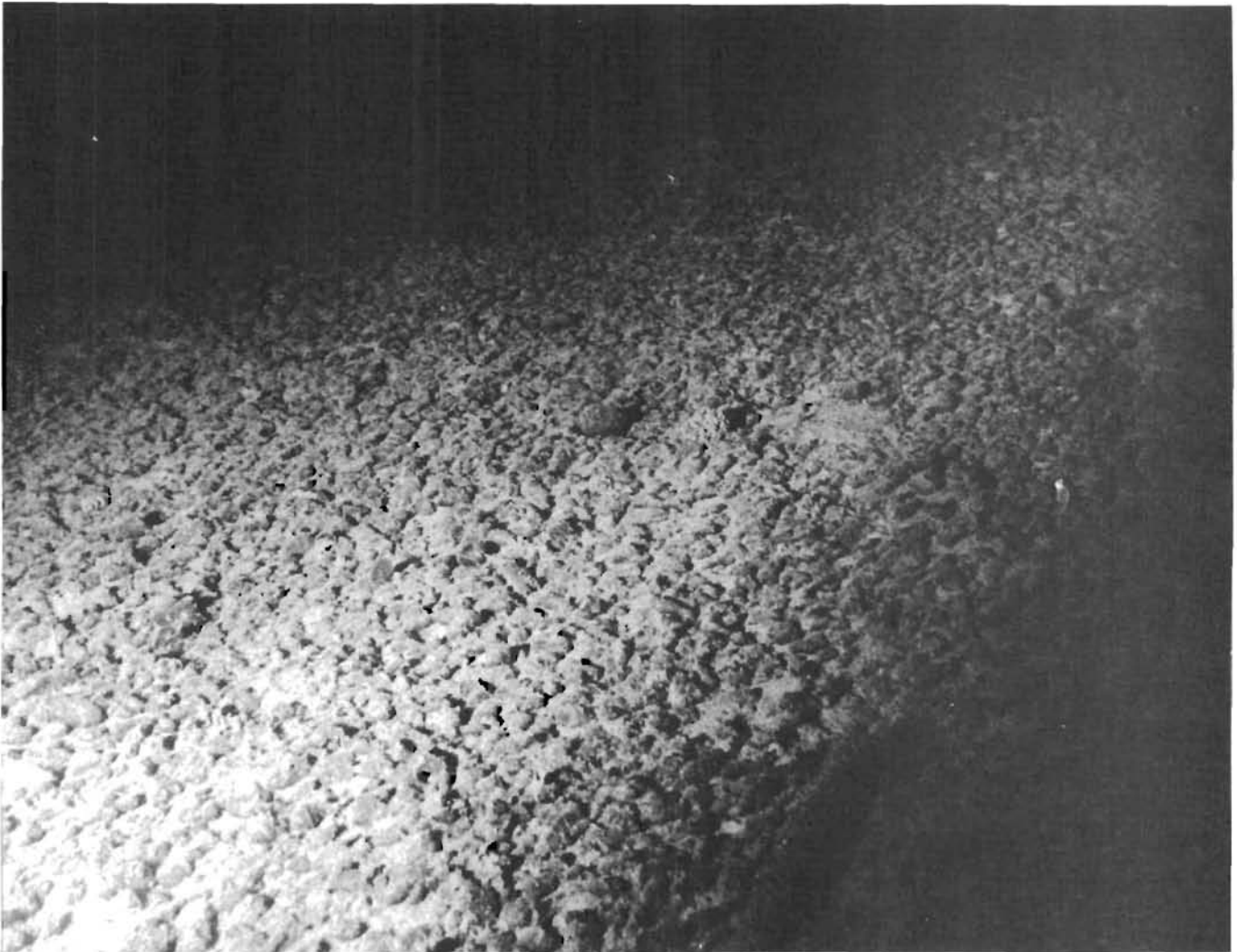
Des photographies de chaque classe granulométrique sont effectuées sur une grille à mailles carrées. Sur ces photographies, on détermine les différents faciès morphologiques présents. Sept familles morphologiques sont habituellement distinguées :

- les **réguliers** (Reg) : R. *mono-nodules de forme simple et symétrique,*
- les **accolés** (Acc.) : A. *mono-nodules de forme régulière jointifs par un point,*
- les **coalescents** (Coal.) : C. *stade plus avancé que le stade d'accolement puisqu'il y a interpénétration de deux ou plusieurs mono-nodules de forme régulière,*
- les **irréguliers** (Irr.) : I. *formes irrégulières qui peuvent présenter un bourrelet équatorial,*
- les **plaques** (Plaq.) : P. *nodules dont l'aplatissement est plus important que la rotondité,*
- les **débris anciens** (Déb.) : D. *nodules fracturés « in situ » mais ayant été repris par le phénomène d'encroûtement,*
- les **stériles** (Stér.) : S. *fragments de roches, ponces, des plaques de sédiments indurés, des débris organiques, etc.*

On détermine les concentrations brutes de chaque station : c'est le rapport du poids de nodules sur la surface de prélèvement ($0,18 \text{ m}^2$). La concentration brute s'exprime en kg/m^2 .

SITE A

SITE A



Aspect d'un «champ» de nodules situé dans le bassin (TR 39)
Example of a nodule field in the deep basin of site A (TR 39)

I. CADRE MORPHOSTRUCTURAL

A. CADRE STRUCTURAL GÉNÉRAL DE LA RÉGION

Quatre grands profils de sismique réflexion continue ont été réalisés pour choisir le site A (fig. 14). Les grandes unités structurales ainsi définies sont les suivantes (fig. 15) :

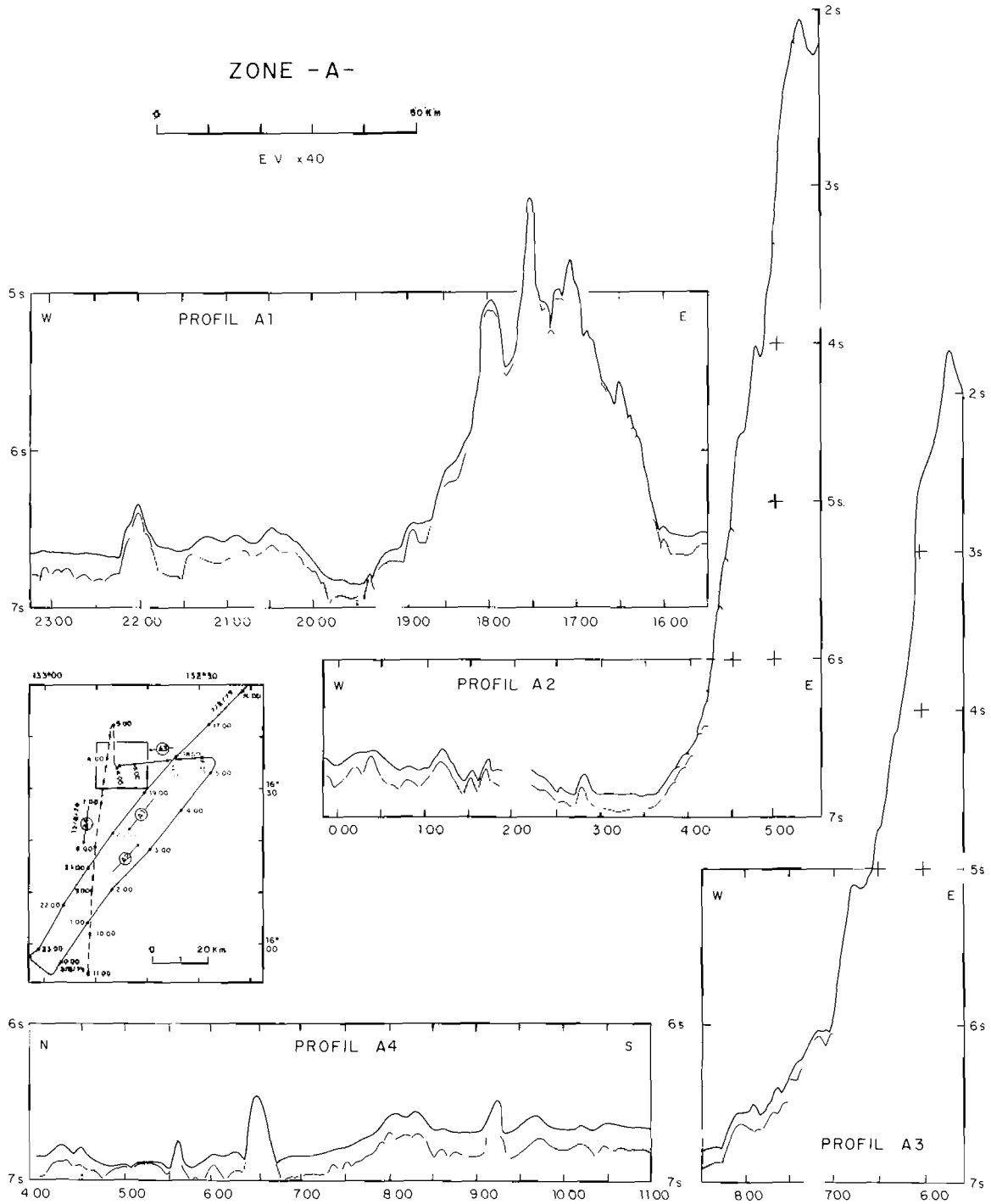


FIGURE 14.: La position des profils sismiques A.1, A.2, A.3 et A.4 est représentée. Sur les 4 profils interprétés on a reporté le toit du substratum : la couverture sédimentaire a une épaisseur moyenne d'environ 100 mètres. L'échelle horizontale est graduée en heures et l'échelle verticale en secondes. L'exagération verticale est d'environ 40.
 Positions of seismic profiles A.1, A.2, A.3 and A.4. Basement represented for each profile. Sedimentary cover approximately 100 m thick; horizontal scale in hours; vertical scale in seconds; vertical exaggeration approximately 40 x.

- dans le quadrant N-E, le trait dominant est un mont sous-marin dont l'extension et le relief sont très importants : largeur à la base de 30 milles (55 km), dénivelée de 2.000 brasses (3.657 m), point culminant à 700 brasses (1.280 m). Ces dimensions sont approximatives à cause du manque de profils. Ses flancs sont très escarpés et ne semblent pas être recouverts de sédiments. Le flanc occidental de ce mont présente une terrasse située entre 2.500 et 2.700 brasses sur laquelle le sédiment a une épaisseur d'environ 100 mètres et présente une stratigraphie acoustique homogène.
- dans le quadrant N-W, se situe une dépression dont la profondeur est supérieure à 2.700 brasses. La couverture sédimentaire y est réduite et elle est quasi-inexistante vers le nord (point 5 h sur le profil A.4; fig.14). Il y a donc une érosion vigoureuse, sensible surtout au nord.
- une dépression allongée dans le sens W.NW-E.SE prend en écharpe le centre de la région, à une profondeur supérieure à 2.700 brasses.
- la partie méridionale est beaucoup moins accidentée et sa profondeur moyenne se situe autour de 2.600 brasses. On peut distinguer un relief encadré par deux dépressions allongées dans un sens E-W. L'épaisseur sédimentaire dans cette zone est de 120 mètres en moyenne et atteint 200 mètres au maximum dans les dépressions. Dans ces dernières, on peut mettre en évidence des sédiments lités qui représentent vraisemblablement des dépôts transportés et déposés dans les parties profondes.

Le site A a été choisi au pied du flanc ouest du mont sous-marin, ce qui permet d'aborder l'étude du flanc du mont, de la terrasse et de la dépression soumise à érosion.

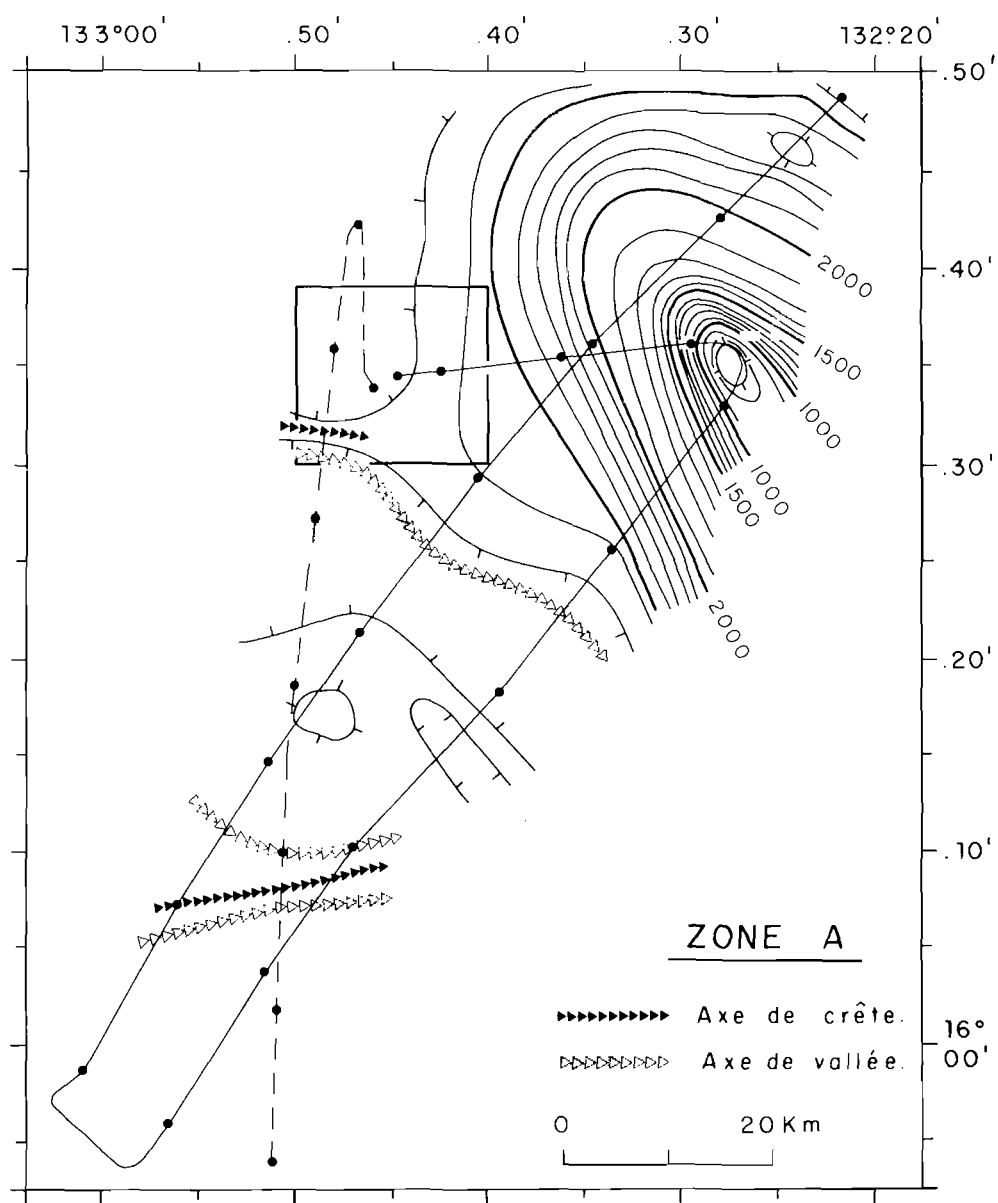


FIGURE 15. : Schéma morphologique de la zone A. Les isobathes sont espacées de 100 brasses. Le rectangle représente le site retenu A.
 Schematic morphology of zone A. Isobath interval: 100 fathoms; the rectangle marks the site chosen as A.

B. BATHYMÉTRIE

Le site A est centré sur le point 16°34'N et 132°44'W. C'est le site le plus septentrional du profil I.C.I.M.E. Il est situé à proximité et juste au sud de la zone de fracture Clarion dont la présence se manifeste par des orientations E-W (fig. 16). La présence d'un mont sous-marin important à l'est du site et celle de la zone de fracture Clarion oblitèrent les directions générales N-S de la croûte océanique. On distingue de l'est à l'ouest quatre zones principales :

- la base du flanc du mont sous-marin qui constitue un appendice orienté NE-SW,
- une terrasse orientée approximativement N-S et de profondeur moyenne 4.800 mètres (2.600 brasses),
- une dépression qui s'approfondit en auge vers le nord et constitue au sud un sillon orienté E-W, dont la profondeur atteint 5.050 mètres (2.760 brasses),
- au sud de cette dépression, un relief allongé E-W.

La dénivelée maximum dans le site étudié est d'environ 500 mètres.

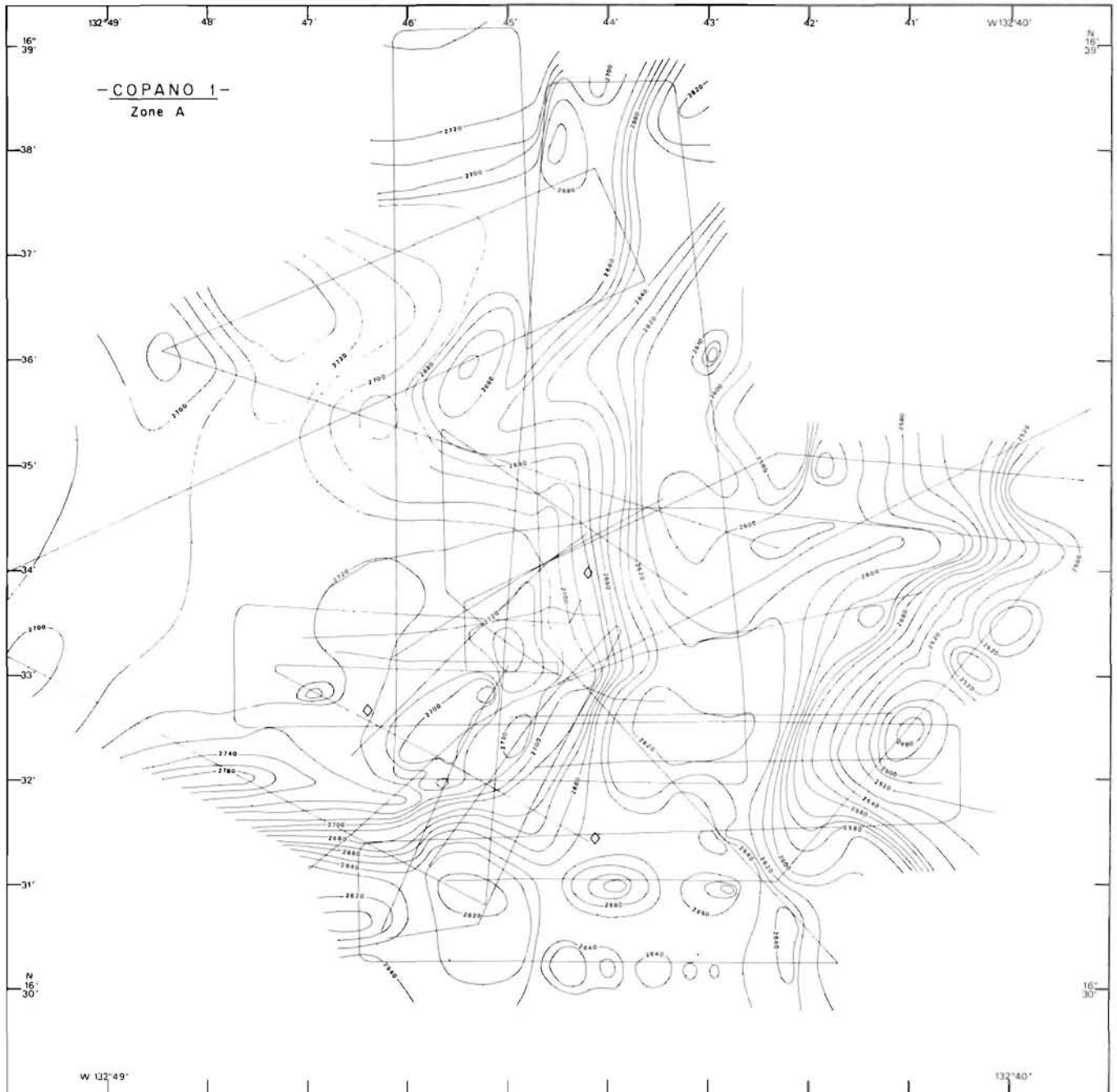


FIGURE 16. : Bathymétrie du site A. Les isobathes sont espacées de 10 brasses. Les trajets sont représentés. Les trois losanges indiquent la position des balises sur le fond.

Bathymetry of site A. Isobath interval: 10 fathoms; ship's runs indicated; the 3 diamonds mark the position of sea-floor transponders.

II. OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LE FOND

La figure 17 rassemble la totalité des opérations.

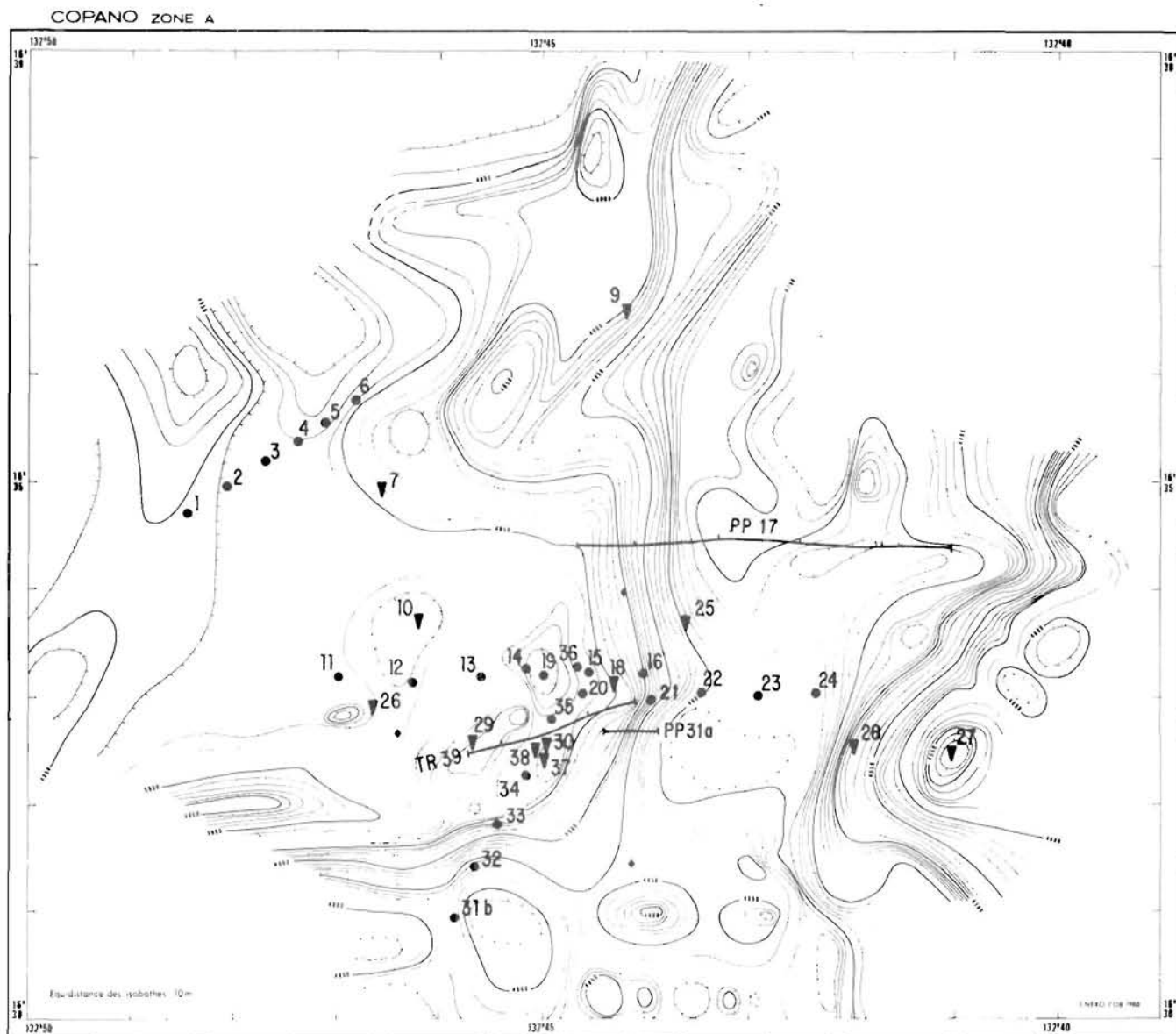


FIGURE 17 : Ensemble des opérations effectuées sur le fond.
 La carte bathymétrique du site A est représentée en mètres non corrigés. L'équidistance des isobathes est ici de 10 mètres. Les ronds représentent des prélèvements de nodules, les triangles sont des carottages, les parcours du cadre stéréographique (PP) ou de la troïka sont tracés.
Bathymetric map of site A in uncorrected meters. Isobath interval: 10 meters; circles represent sampling of nodules; triangles mark cores; troika and stereographic runs also mapped.

TABLEAU 7 : ÉTABLISSEMENT DU CHAMP DE BALISES SUR LE SITE A
Field of transponders on site A

Distance	4.800 mètres environ
Altitude	50 mètres environ
Position des trois balises :	
B :	16°32'42"N - 132°46'31"W
G :	16°31'21"N - 132°44'08"W
E :	16°34'01"N - 132°44'09"W

III. DESCRIPTION DES SÉDIMENTS

DESCRIPTION DES CAROTTAGES

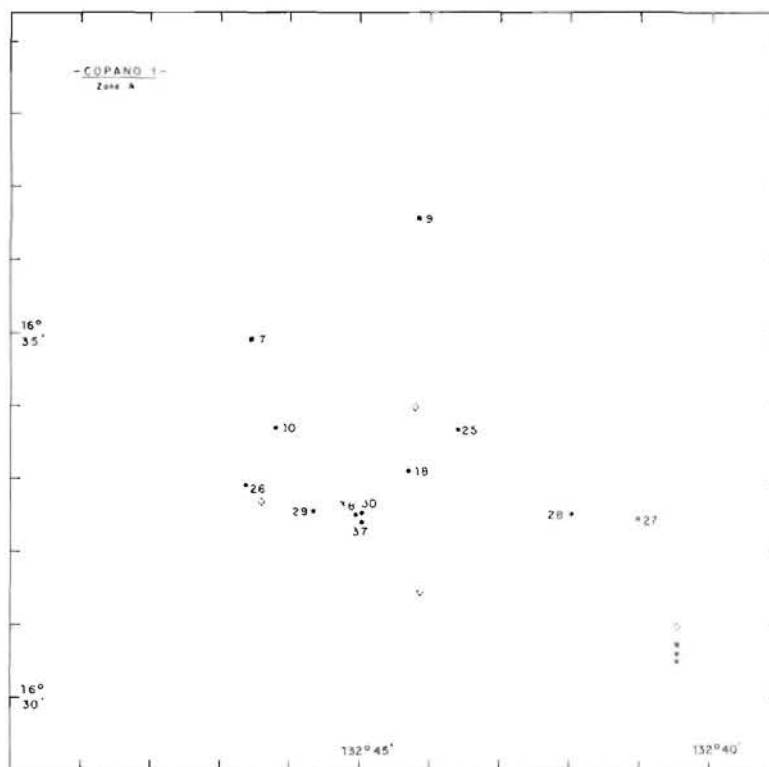


FIGURE 18.: Positions des carottages. Les symboles sont les suivants :
 losanges : balises sur le fond.
 carrés : carottier grande section (TC).
 ronds pleins : carottier Küllenberg (KL).
 ronds pleins encerclés : carottier Boomerang (BL).

Locations of cores. Symbols :
diamonds : transponders on the sea-floor.
squares : large diameter corer (TC).
solid circles : Küllenberg corer (KL).
circled solid circles : Boomerang corer (BL).

TABLEAU 8 : POSITION ET PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENT DES CAROTTAGES SUR LE SITE A
Site A : location and depth of the cores

PRÉLÈVEMENTS	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (nord)	LONGITUDE (ouest)
TC 7	4.969	16° 35' 27"	132° 46' 59"
TC 9	4.874	16° 37' 40"	132° 43' 52"
KL 10 pilote	4.975	16° 33' 43"	132° 46' 14"
BL 18 b	4.935	16° 33' 30"	132° 44' 54"
KL 25	4.790	16° 33' 40"	132° 43' 30"
KL 26	4.975	16° 32' 56"	132° 46' 42"
BL 27	4.540	16° 32' 25"	132° 41' 00"
BL 28	4.689	16° 32' 31"	132° 42' 00"
BL 29	4.935	16° 32' 32"	132° 45' 40"
BL 30	4.960	16° 32' 25"	132° 45' 05"
KL 37	4.979	16° 32' 22"	132° 44' 58"
KL 38	4.968	16° 32' 30"	132° 45' 02"

CAROTTE TC.7 position : 16° 35' 27" N profondeur : 2.717 br 4.969 m
132° 46' 59" W longueur : 60 cm (structure non conservée)

Description (à partir de la carotte pilote): quatre niveaux superposés:

- 0-18 cm : sédiment fin, gris brun foncé (10 YR 4/2)
- 18-20 cm : couche jaune clair
- 20-21 cm : niveau induré avec encroûtement de manganèse
- 21-60 cm : sédiment induré de couleur gris brun foncé (7.5 YR 3/2) homogène avec quelques traces de bioturbation plus claires.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 25% sablon, 75% argile
composition : 75% d'argiles, 20% de zéolites, 5% d'hydroxydes, traces de Radiolaires et d'olivine
faciès : vase d'argiles avec zéolites
- 8 cm et 20 cm texture : 50% sablon, 50% argile
composition : 50% d'argiles, 30% d'hydroxydes, 20% de zéolites
faciès : vase d'argiles à hydroxydes avec zéolites

CAROTTE TC.9 position : 16° 37' 40" N profondeur : 2.665 br 4.874 m
132° 43' 52" W longueur : 40 cm (structure non conservée)

Description: L'échantillon est un mélange de gros blocs de sédiment induré de couleur gris brun foncé (7.5 YR 3/2) assez homogène, qui ressemblent à la partie inférieure de TC.7 associés à des clastes jaune clair. Trois petits nodules ont été trouvés dans le sédiment. Il a été impossible d'établir une stratigraphie.

Examen de frottis

- texture : 50% sablon (agrégats d'hydroxydes), 50% argile
composition : 50% d'argiles, 30% d'hydroxydes, 20% de zéolites, quelques Radiolaires
faciès : vase d'argiles à hydroxydes avec zéolites

CAROTTE KL.10 position : 16° 33' 43" N profondeur : 2.720 br = 4.975 m
132° 46' 14" W longueur : Küllenberg raté - pilote : 50 cm

Description (fig. 19): Sédiment gris brun foncé (7.5 YR 3/2), fin, relativement riche en eau, homogène et modérément bioturbé.

Examen de frottis

- surface texture : 5% sable, 55% sablon, 45% argile (présence d'agrégats)
composition : 45% d'argiles, 30% d'hydroxydes, 25% de zéolites, traces d'organismes calcaires et siliceux
faciès : vase argileuse à hydroxydes avec zéolites
- base texture : 55% sablon, 45% argile
composition : 45% d'argiles, 30% d'hydroxydes, 25% de zéolites, traces d'organismes calcaires et siliceux
faciès : vase argileuse à hydroxydes avec zéolites

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
KL.10 (pilote)	0 - 2	3,5	2,8
	15 - 17	4,8	2,8
	35 - 36	5,4	3,3
	36 - 38	2,7	2,4

Datation (fig. 22): Longue de 50 cm, cette carotte de couleur marron est presque totalement dépourvue de micro-organismes. Toutefois, la présence de rares représentants de *Gephyrocapsa oceanica* et de Radiolaires pléistocènes situe ces dépôts au Quaternaire.

CAROTTE BL.18 bposition : 16° 33' 30" N
132° 44' 54" Wprofondeur : 2.698 br = 4.934 m
longueur : 60 cm*Description* (fig. 19) : Trois unités peuvent être individualisées :

- 0- 6 cm : niveau brun clair sans bioturbation
- 6-28 cm : sédiment gris-brun foncé (5 YR 3/3), fin, peu induré, à laminations fines et à bioturbation faible
- 28-60 cm : sédiment à dominante sombre, plus induré, dont les composants semblent avoir été roulés ?

Examen de frottis

- 0 cm texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 90% d'argiles, 3% d'hydroxydes, 3% de zéolites, 1% de Radiolaires, traces d'olivine et de débris de poissons
faciès : vase d'argiles à traces d'hydroxydes et de zéolites
- 60 cm texture : 15% sablon, 85% argile
composition : 85% d'argiles, 10% de zéolites, 5% d'hydroxydes
faciès : vase d'argiles avec zéolites

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
BL.18	0 - 2	18,0	2,8
	6 - 8	9,7	2,5
	20 - 22	10,8	2,8
	30 - 32	5,6	3,3
	50 - 52	8,2	3,3

Datation (fig. 22) : Le niveau de surface renferme des Radiolaires, d'âge quaternaire, et des remaniements d'âge oligocène et miocène. Dans la carotte, il n'y a aucune trace de micro-organismes calcaires.**CAROTTE KL.25**position : 16° 33' 40" N
132° 43' 30" Wprofondeur : 2.619 br = 4.790 m
longueur : 350 cm + pilote 42 cm*Description* : (fig. 19) : Carotte de couleur homogène (10 YR 3/2), sédiment fin, riche en eau. De petites laminations de sédiment plus clair apparaissent par bouffées. La bioturbation n'a pas détruit les fines laminations. On n'aperçoit pas de limites de sédimentation marquées. Un nodule a été prélevé en surface du carottier pilote.*Examen de frottis*

- 0 cm texture : 12% sablon, 88% argile
composition : 88% d'argiles, 5% de zéolites, 5% d'hydroxydes, 1% de Radiolaires, traces d'olivine et de débris de poissons
faciès : vase d'argiles à traces de zéolites et d'hydroxydes
- 120 cm texture : 15% sablon, 85% argile
composition : 85% d'argiles, 10% de zéolites, 5% d'hydroxydes, traces d'olivine
faciès : vase d'argiles avec zéolites et traces d'hydroxydes
- 240 cm texture : 18% sablon, 82% argile
composition : 82% d'argiles, 15% de zéolites, 3% d'hydroxydes
faciès : vase d'argiles avec zéolites et traces d'hydroxydes
- 350 cm texture : 36% sablon, 64% argile
composition : 64% d'argiles, 30% de zéolites, 5% d'hydroxydes, 1% de Radiolaires
faciès : vase d'argiles à zéolites et traces d'hydroxydes

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
KL.25 (pilote)	0 - 2	5,2	2,5
	10 - 12	5,5	2,2
	30 - 32	3,1	1,7
KL.25	0 - 2	4,9	2,0
	10 - 12	6,0	2,5
	30 - 32	0,6	2,5
	50 - 52	0,3	1,7
	70 - 72	0,2	2,0
	90 - 92	0,3	1,7
	113 - 115	0,5	2,2

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
KL.25 (suite)	115 - 117	0,5	2,5
	140 - 142	0,4	1,7
	170 - 172	0,3	2,5
	200 - 202	0,8	2,5
	230 - 232	0,4	2,3
	234 - 236	0,6	1,7
	260 - 262	0,8	2,2
	290 - 292	2,0	2,5
	320 - 322	2,7	2,6
	340 - 342	2,1	2,5

Datation (fig. 22) : Le niveau superficiel renferme des Radiolaires d'âge quaternaire mélangés à des Radiolaires déplacés d'âge oligocène. Les autres niveaux ne contiennent pas de micro-organismes.

CAROTTE KL.26

position : 16° 32' 56" N
132° 46' 42" W

profondeur : 2.720 br = 4.975 m
longueur : 365 cm

Description : (fig. 20) : deux grandes unités peuvent être individualisées avec une séparation assez nette :

- 0 à 120 cm : le sédiment est brun foncé (5 YR 3/3), couleur chocolat avec une bioturbation croissante vers la base, la teneur en carbonates est faible.
- 120 à 365 cm : le sédiment est de couleur générale plus claire avec une succession de tronçons beige clair et de tronçons bruns. Au niveau 335 cm se dispose une couche de 2 cm d'épaisseur de sédiment blanc. Cette unité est riche en calcaire.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 12% sablon, 88% argile
composition : 88% d'argiles, 10% d'hydroxydes, 2% de zéolites
faciès : vase d'argiles avec hydroxydes et traces de zéolites
- 40 cm texture : 32% sablon, 68% argile
composition : 68% d'argiles, 30% d'hydroxydes, 2% de zéolites,
faciès : vase d'argiles avec hydroxydes traces de zéolites
- 120 cm texture : 50% sablon, 50% argile
composition : 50% d'argiles, 40% de coccolithes, 10% d'hydroxydes
faciès : vase argileuse à coccolithes avec hydroxydes
- 250 cm texture : 62% sablon, 38% argile
composition : 38% d'argiles, 50% de coccolithes, 12% d'hydroxydes
faciès : vase à coccolithes, à argiles avec hydroxydes

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
KL.26	0 - 2	21,9	1,6
	10 - 12	0,9	2,0
	30 - 32	0,5	2,0
	60 - 62	0,6	6,6
	80 - 82	0,9	14,0
	100 - 102	0,6	24,6
	120 - 122	0,2	59,0
	132 - 134	0,3	57,4
	167 - 169	0,2	66,4
	195 - 197	0,2	54,9
	220 - 222	0,9	36,1

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
KL.26 (suite)	245 - 247	0,6	60,2
	251 - 253	1,0	60,7
	280 - 282	0,5	75,4
	303 - 305	0,7	52,0
	320 - 322	0,6	64,8
	331 - 333	38,0	81,6
	333 - 335	2,5	59,8
	335 - 337	5,3	39,3
	352 - 354	0,8	59,3
	360 - 362	0,6	70,5

Datation (fig. 22) : du sommet à la base de la carotte se succèdent des boues pélagiques marron, homogènes, puis une alternance de boues beige clair et plus foncé.

- Le nannoplancton. Dans les premiers centimètres, la nannoflore et les Radiolaires sont absents. Entre 10 cm et 364 cm, la nannoflore est plus ou moins abondante et plus ou moins bien conservée. Elle se révèle riche à la fois en *Discoaster* (*D. deflandrei*, *D. druggi*, *D. adamanteus*) et en formes rondes/ovales (*Coccolithus eopelagicus*, *Reticulofenestra* sp., *Dictyococcites bisectus*, *Blackites amplus*, *Cyclicargolithus abisectus*, *C. floridanus*) auxquels s'ajoutent divers *Sphenolithus*.

- Interprétation stratigraphique
 - 0 - 10 cm : ?
 - 10 - 120 cm : association oligo-miocène (NP 24 à NN 1)
 - 120 - 364 cm : association oligocène supérieur (= NP 24-25)

CAROTTE BL.27 position : 16° 32' 25" N profondeur : 2.483 br = 4.540 m
132° 41' 00" W longueur : 100 cm

Description : (fig. 19 et 22) : sédiment brun foncé (10 YR 3/4), fin, riche en eau, très homogène, pauvre en carbonates. Deux petits nodules en surface.

Examen de frottis

- surface texture : 6% sablon, 94% argile
composition : 94% d'argiles, 3% d'hydroxydes, 2% de zéolites, 1% de Radiolaires
faciès : vase d'argiles à traces d'hydroxydes et de zéolites
- base texture : 13% sablon, 87% argile
composition : 87% d'argiles, 10% de zéolites, 3% d'hydroxydes
faciès : vase d'argiles avec zéolites et traces d'hydroxydes

Il n'y a pas de microfaune déterminable.

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
BL.27	0 - 2	1,6	3,3
	20 - 22	1,9	2,5
	40 - 42	1,6	2,5
	68 - 70	0,8	2,5
	80 - 82	0,5	2,5
	95 - 97	1,0	3,3

CAROTTE BL.28 position : 16° 32' 31" N profondeur : 2.654 br = 4.689 m
132° 42' 00" W longueur : 110 cm

Description : (fig. 19) : sédiment brun foncé (10 YR 3/4), très homogène, fin, riche en eau, pauvre en calcaire. On distingue de très discrètes laminations et très peu de bioturbation.

Examen de frottis

- surface texture : 6% sablon, 94% argile
composition : 94% d'argiles, 3% de débris siliceux, 2% d'hydroxydes, traces de zéolites et de débris de poissons
faciès : vase d'argiles à traces de débris siliceux et d'hydroxydes
- base texture : 8% sablon, 92% argile
composition : 92% d'argiles, 5% de zéolites, 2% d'hydroxydes, 1% de débris siliceux
faciès : vase d'argiles à traces de zéolites et d'hydroxydes

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
BL.28	0 - 2	0,9	2,5
	20 - 22	1,2	2,5
	40 - 42	1,9	2,5
	60 - 62	2,1	2,5
	80 - 82	3,4	2,5
	100 - 102	2,2	3,3

Datation (fig. 22) : les radiolaires se localisent au sommet, les coccolithes à la base.

0 - 50 cm : association de Radiolaires quaternaires; la présence de *Collosphaera tuberosa* indique un âge inférieur à 400.000 ans.

50 - 105 cm : pas de micro-organismes.

110 cm (base) : coccolithes du Pléistocène inférieur (NN19). *Gephyrocapsa gr. caribbeanica*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Gephyrocapsa sinuosa*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *Coccolithus daronicoides*.

CAROTTE BL.29

position : 16° 32' 32" N
132° 45' 40" W

profondeur : 2.698 br = 4.935 m
longueur : 6 cm

Description : en surface couche brun rouge (5 YR 3/2) grumeleuse de 1 cm d'épaisseur. En contact franc, 5 cm de sédiment brun clair (10 YR 6/3), très induré.

Examen de frottis

- surface texture : 30% sablon, 70% argile
composition : 70% d'argiles, 30% d'hydroxydes, traces de zéolites
faciès : vase d'argiles à hydroxydes
- base texture : 53% sablon, 47% argile
composition : 47% d'argiles, 50 de nannofossiles, 3% d'hydroxydes
faciès : vase de nannofossiles à argiles

Datation (fig. 22) : la boue à nannofossiles est datée de l'Oligocène supérieur (= NP 24) par une riche nannoflore comportant des formes rondes/ovales (*Blackites amplus*, *Cyclicargolithus abisectus*), des Sphérolites. Les Discoaster d'âge éocène moyen sont remaniés.

CAROTTE BL.30

position : 16° 32' 25" N
132° 45' 05" W

profondeur : 2.712 br = 4.960 m
longueur : 32 cm

Description : (fig. 19) : deux unités sont visibles, séparées par un contact franc, vraisemblablement érosif :

- 0 - 50 cm : sédiment brun (10 YR 3/3), à aspect varvé, assez homogène
- 5 - 32 cm : sédiment brun jaunâtre à aspect tigré. Les mouchetures sombres sont surtout fréquentes au niveau du contact.

Examen de frottis

- surface texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 90% d'argiles, 5% de zéolites, 5% d'hydroxydes, fragments d'organismes siliceux
faciès : vase d'argiles à traces de zéolites et d'hydroxydes
- base texture : 37% sablon, 63% argile
composition : 63% d'argiles, 30% de zéolites, 7% d'hydroxydes
faciès : vase d'argiles à zéolites avec hydroxydes

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
BL.30	0 - 2	15,9	3,3
	5 - 7	12,7	3,3
	10 - 12	10,6	2,5
	20 - 22	14,6	2,5
	29 - 31	14,5	2,5

Il n'y a pas d'organismes déterminables (fig. 22).

CAROTTE KL.37 position : 16° 32' 22" N profondeur : 2.722 br + 4.979 m
 132° 44' 58" W longueur : 110 cm + pilote 20 cm (carottier non déclenché et enfoncé deux fois)

Description (fig. 20) : la carotte a été tassée par deux impacts successifs et contient une argile pélagique brune assez homogène. A l'aide du carottier pilote on peut proposer la stratigraphie suivante :

- 0 cm : sédiment brun foncé (10 YR 3/3) contenant localement une couche noirâtre plus dure formée de fragments de nodules et constituant un encroûtement.
- vers 5 cm : une couche brun rouge (7 YR 3/2) plus compacte.
- vers 10 cm : une couche calcaire brun très pâle (10 YR 7/3), très compacte.

Examen de frottis

- surface texture : 7% sablon, 93% argile
 composition : 93% d'argiles, 5% d'hydroxydes, 2% de zéolites
 faciès : vase d'argiles à traces d'hydroxydes et de zéolites
- couche brun rouge texture : 40% sablon, 60% argile
 composition : 60% d'argiles, 25% de zéolites, 15% d'hydroxydes
 faciès : vase d'argiles avec zéolites et hydroxydes
- couche calcaire texture : 80% sablon, 20% argile
 composition : 20% d'argiles, 80% de nannofossiles
 faciès : vase de nannofossiles avec argiles

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
KL.37	0 - 2	20,3	2,4
	10 - 12	6,1	1,6
	40 - 42	9,0	1,6
	70 - 72	10,7	2,4
	100 - 102	12,1	2,4

Datation (fig. 22) : présence de *Discoaster trinidadensis*, *Discoaster deflandrei*, *Dictyococcites dictyodus*, *Cyclococcolithina floridana*, soit Miocène inférieur à Oligocène supérieur.

CAROTTE KL.38 position : 16° 32' 30" N profondeur : 2.716 br = 4.968 m
 132° 45' 02" W longueur : 490 cm

Description (fig. 20) : deux unités bien individualisées constituent la carotte :

- une unité supérieure de 0 à 95 cm est constituée d'une argile brun foncé (5 YR 3/2.3) assez homogène. De 0 à 60 cm, le sédiment contient de fines laminations. De 60 à 73 cm, le sédiment est tigré. De 73 à 75 cm, un passage brutal de sédiment clair est à noter.
- une unité inférieure de 95 à 490 cm est constituée d'un sédiment beige clair (10 YR 6/4) calcaire. Le contact entre les deux unités est progressif. Le sédiment est bioturbé avec des clastes et des marbrures plus foncés. Des clastes à bords arrondis peuvent correspondre à des galets mous.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 35% sablon, 65% argile
 composition : 65% d'argiles, 30% de zéolites, 5% d'hydroxydes
 faciès : vase d'argiles à zéolites et traces d'hydroxydes
- 150 cm texture : 82% sablon, 18% argile
 composition : 18% d'argiles, 80% de nannofossiles calcaires, 2% d'hydroxydes
 faciès : vase de nannofossiles avec argiles
- 401 cm texture : 82% sablon, 18% argile
 composition : 17% d'argiles, 80% de nannofossiles calcaires, 3% d'hydroxydes
 faciès : vase de nannofossiles avec argiles

Composition du sédiment

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
BL.18	0 - 2	9,7	2,4
	40 - 42	10,1	2,4
	60 - 62	11,5	1,6
	70 - 72	10,6	2,4
	72 - 74,5	15,4	2,4
	74,5 - 75	56,2	2,4
	75 - 77	4,6	2,4
	85 - 87	1,0	1,6
	90 - 92	0,8	6,4
	98 - 100	0,9	46,0
	123 - 125	0,6	65,1
	130 - 132	0,3	79,4
	146 - 148	0,3	79,4
	149 - 151	0,3	82,5
	190 - 192	0,4	82,5
232 - 234	21,2	83,3	

	niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
BL.18 (suite)	236 - 238	1,6	84,9
	260 - 262	0,5	78,6
	290 - 292	0,5	82,5
	296 - 298	0,3	82,5
	320 - 322	0,2	84,9
	340 - 342	0,5	77,8
	360 - 362	0,3	85,7
	390 - 392	0,4	75,4
	396 - 398	0,5	77,8
	410 - 412	0,3	85,7
	432 - 434	0,4	81,8
	450 - 452	0,3	75,4
468 - 470	0,7	67,5	
474 - 476	22,2	55,6	
485 - 487	0,7	74,6	

Datation (fig. 21 et 22) :

- surface : rares coccolithes du pléistocène inférieur (NN 19) : *Gephyrocapsa caribbeanica*, *G. oceanica*, *Coccolithus doronicoides*. Apport important d'une flore miocène inférieure.
- 3 - 95 cm : pas de nannoflore.
- 95 - 485 cm : association oligocène supérieur (NP 23 — 24). L'apport de flore éocène est constant et particulièrement important à 231 cm.

EN RÉSUMÉ

Dans la zone A on trouve trois grandes catégories de sédiments qui se superposent (fig. 22) :

- des sédiments fossilifères d'âge quaternaire sous forme de vases d'argiles;
- des couches inorganiques sous forme de vases d'argiles avec zéolites et hydroxydes qui représentent vraisemblablement un résidu de dissolution;
- des dépôts carbonatés d'âge oligo-miocène ou oligocène.

La distribution géographique de ces trois grandes catégories de sédiments est relativement simple. Dans le bassin occidental tous les prélèvements contiennent des sédiments carbonatés d'âge oligocène. Sur les points hauts du bassin, les sédiments d'âge oligocène sont indurés et affleurent. Dans les parties profondes du bassin les sédiments d'âge oligocène sont recouverts d'une mince couche d'argiles d'âge quaternaire.

Sur la terrasse et sur les flancs du relief, on n'a prélevé que les deux premiers membres de la colonne stratigraphique sous forme d'argiles pélagiques d'âge quaternaire ou indéterminable. Les hiatus importants dans le bassin sont d'origine vraisemblablement érosive.

TABLEAU 9 : ANALYSE GÉOCHIMIQUE DE SÉDIMENTS DE SURFACE DU SITE A
Surface sediment geochemical data

CAROTTE	Ca %	Fe %	Mn %	Al %	Cu ppm	Co ppm	Ni ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ti ppm	Mn/Fe
BL 18	1,78	5,06	0,51	7,21	377	105	200	170	64	4361	0,10
KL 25	1,21	4,92	0,54	6,67	361	124	210	176	71	4772	0,11
BL 27	1,44	4,96	0,53	7,92	358	121	223	153	62	4409	0,11
BL 28	0,90	5,33	0,51	7,55	361	117	220	151	41	4481	0,10
BL 30	1,58	5,10	0,75	6,88	375	116	213	169	66	4751	0,15
KL 37	1,58	4,56	1,77	8,01	539	94	402	217	62	3441	0,39
KL 38	1,94	4,91	0,78	5,98	492	103	252	148	33	3110	0,16

Ces analyses ont été effectuées à Imperial College de Londres par émission de flamme et spectroscopie d'absorption atomique.

CENTRAL NORTH PACIFIC CORES

COPANO I - Site A

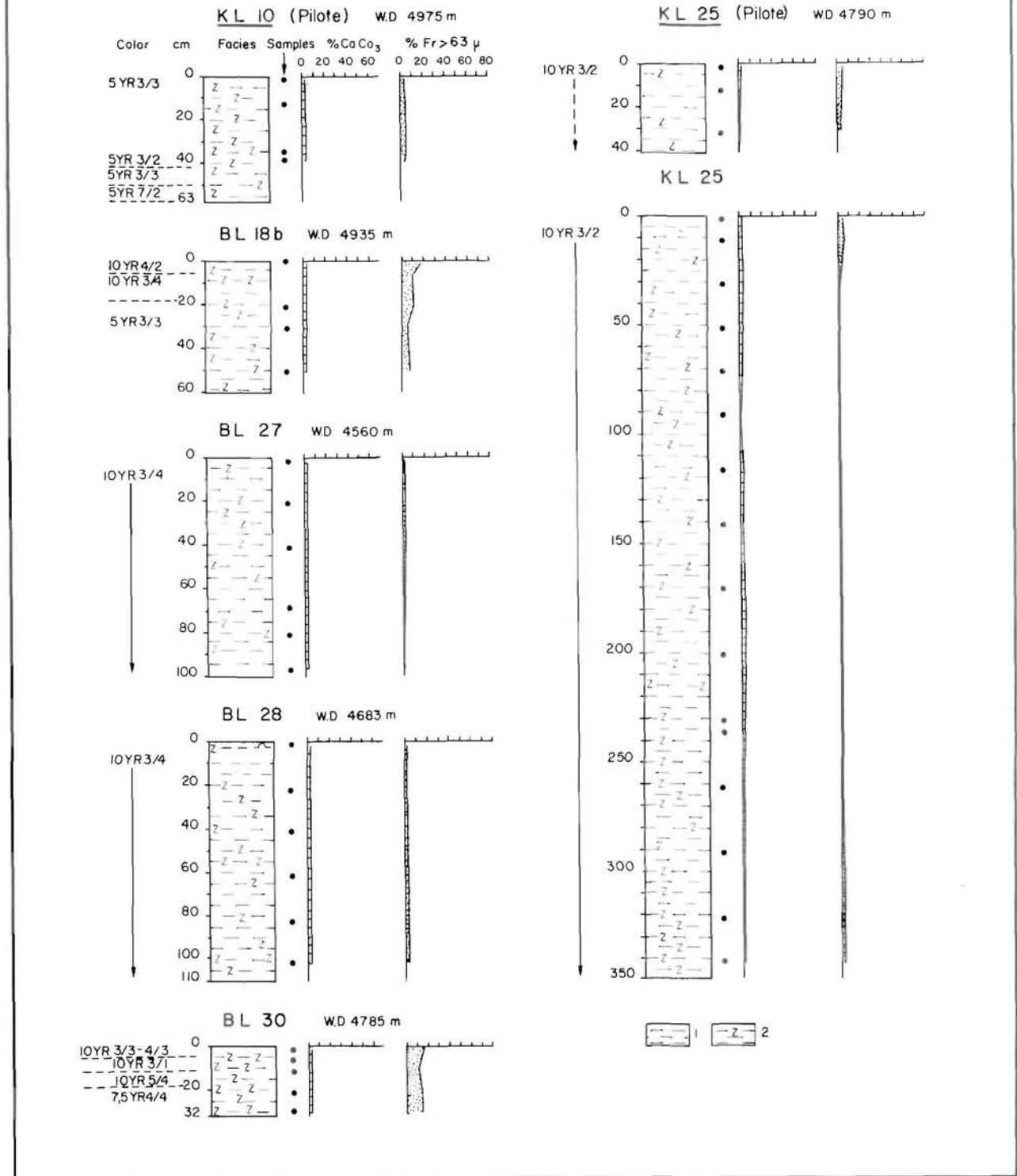


FIGURE 19. : Représentation des carottes du site A. La couleur est représentée par les chiffres de l'échelle Munsell. La position des prélèvements d'échantillons est indiquée par un point. Les courbes adjacentes représentent la teneur en carbonates et la fraction supérieure à 63 μm. 1: vase d'argiles, 2: vase d'argiles à hydroxydes et zéolites.
 Site A cores. Color determined and numbered according to the Munsell scale; a point indicates the sample location; adjacent curves indicate the carbonate content and the fraction > 63 μm. 1: pelagic mud, 2: hydroxides and zeolites bearing pelagic mud.

CENTRAL NORTH PACIFIC CORES

COPANO I. Site A

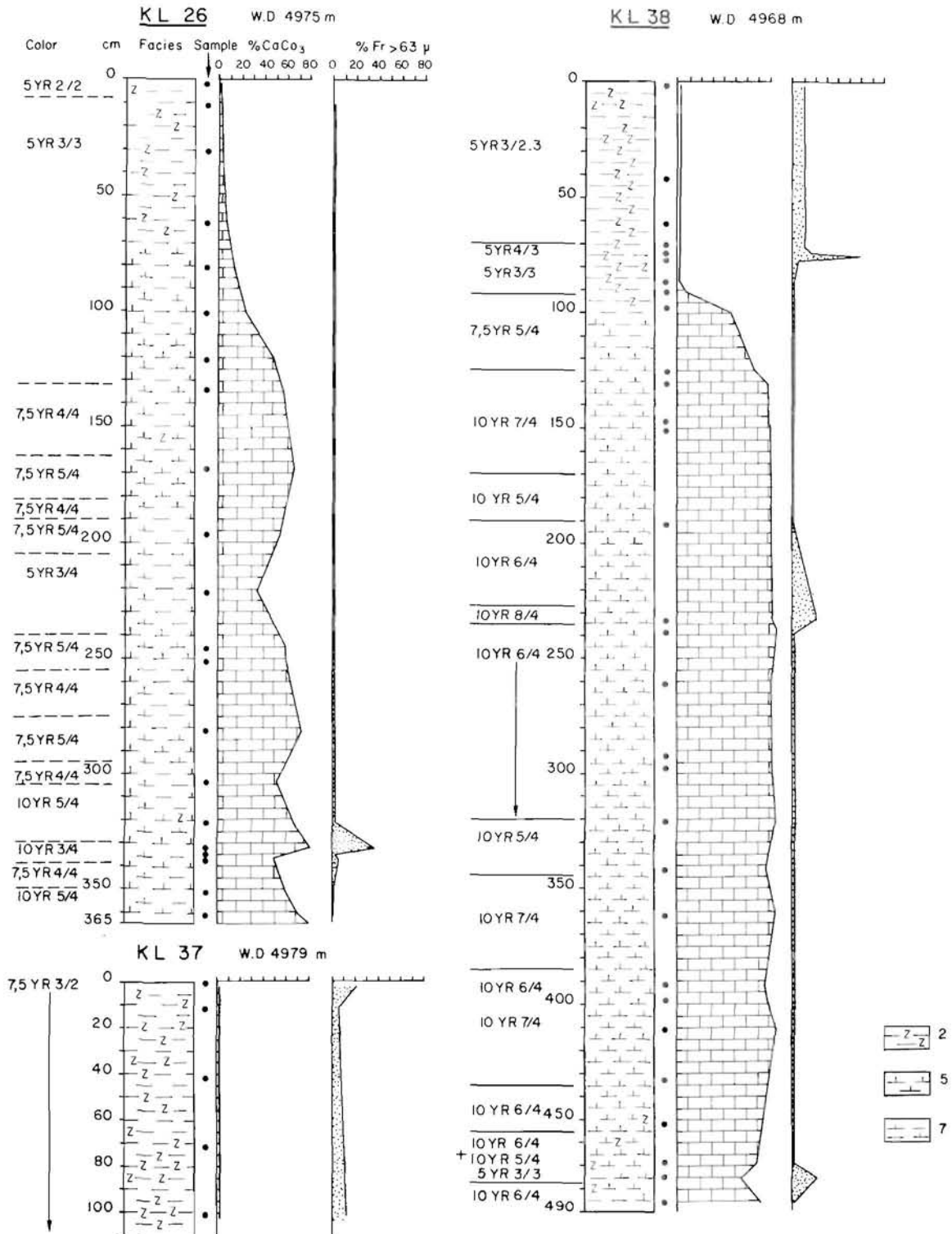


FIGURE 20. : Représentation des carottes du site A. avec 5: vase à nanoplankton, 7: vase argileuse à nanoplankton.
 Site A cores. 5: nanoplankton ooze, 7: nanoplankton bearing pelagic mud.

-KL 38 (AIRE A) REPARTITION DU NANNOPLANCTON CALCAIRE

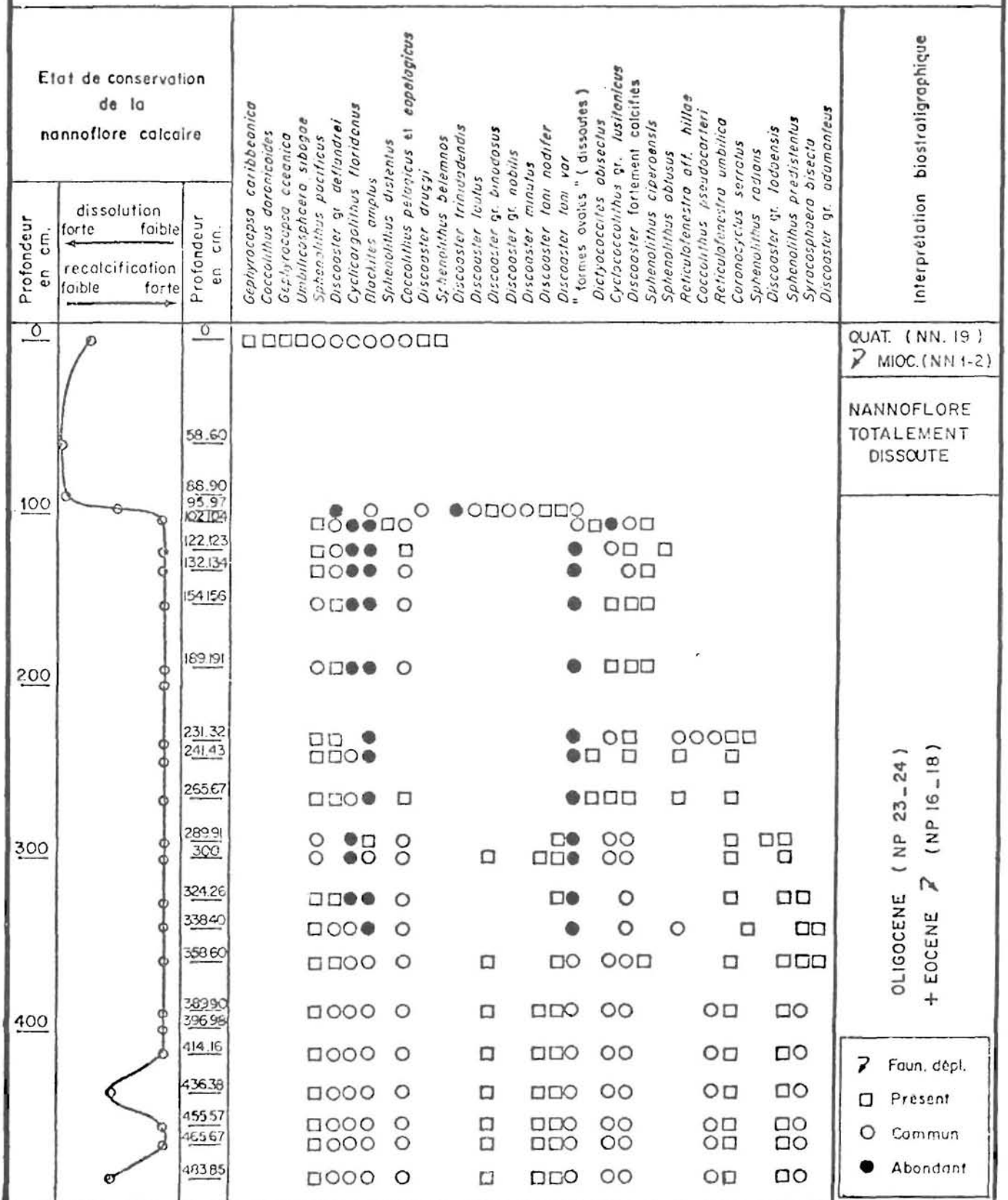


FIGURE 21.: Répartition du nannoplancton calcaire dans la carotte KL.38.
Distribution of nannoplanktonic fauna in core KL.38.

- AIRE A : Interprétation biostratigraphique

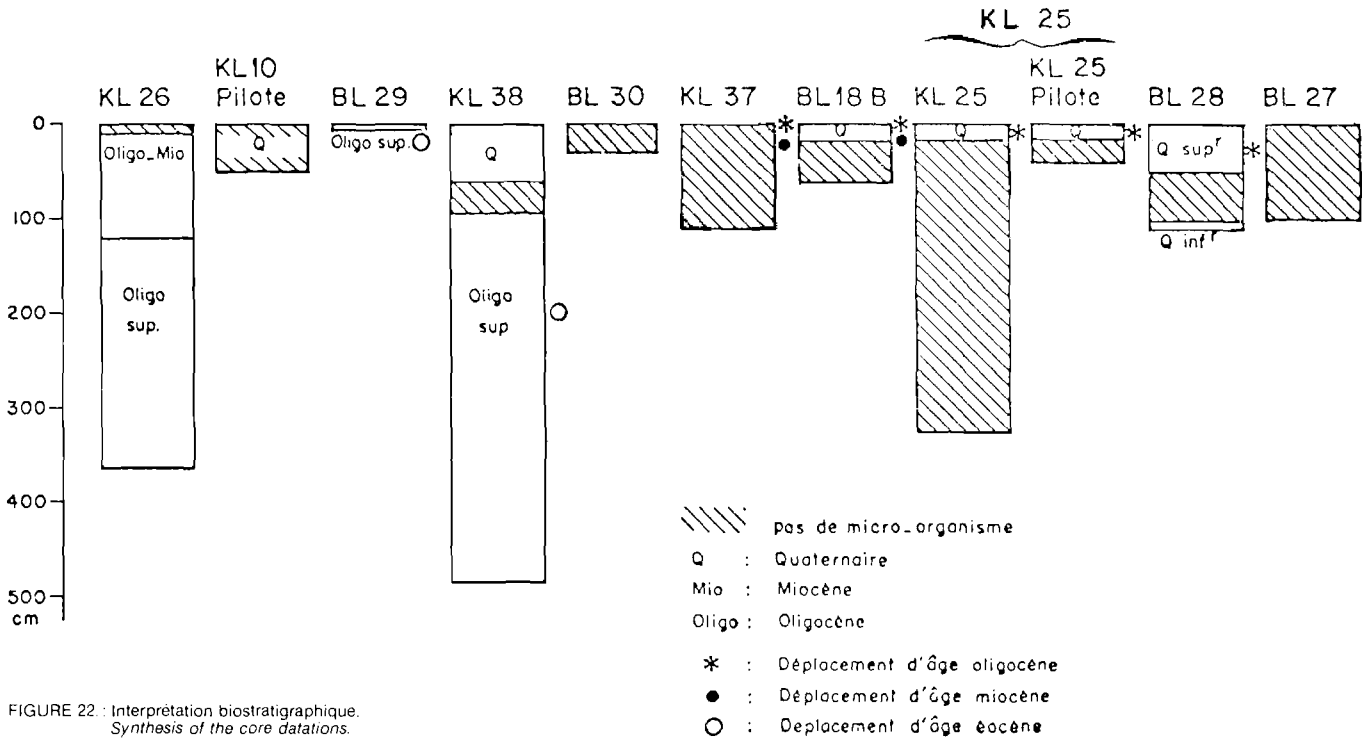


FIGURE 22 : Interprétation biostratigraphique.
Synthesis of the core datations.

IV. DESCRIPTION DES NODULES

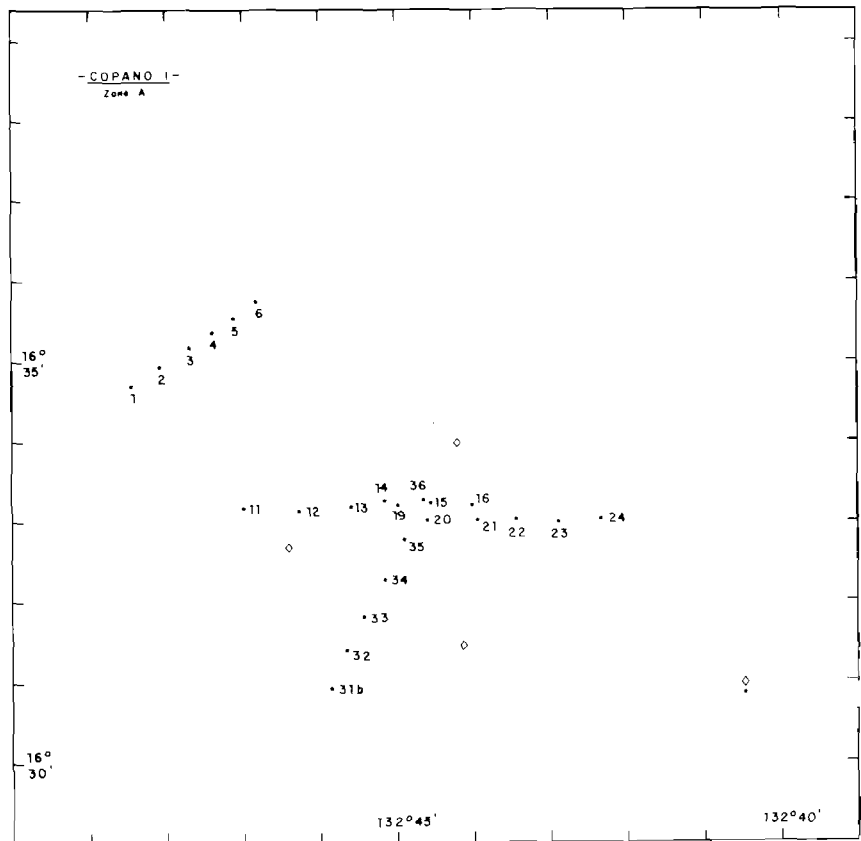


FIGURE 23. : Position des prélèvements de nodules.
Nodule sample positions.

TABEAU 10 : POSITION ET PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENTS DES NODULES DU SITE A
Position and depth of the nodule samples

LOCALITÉ	PL	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (nord)	LONGITUDE (ouest)
Loc. 1	PL 1	4.953	16° 34' 40"	132° 48' 35"
	PL 2	4.942	16° 34' 50"	132° 48' 05"
	PL 3	4.946	16° 35' 15"	132° 47' 45"
	PL 4	4.957	16° 35' 28"	132° 47' 25"
	PL 5	4.971	16° 35' 33"	132° 47' 15"
	PL 6	4.935	16° 35' 45"	132° 46' 55"
Loc. 2	PL 11	4.975	16° 33' 17"	132° 47' 05"
	PL 12	4.975	16° 33' 12"	132° 46' 18"
	PL 13	4.971	16° 33' 15"	132° 45' 45"
	PL 14	4.971	16° 33' 17"	132° 45' 09"
	PL 15	4.975	16° 33' 12"	132° 44' 30"
	PL 16	4.893	16° 33' 14"	132° 43' 56"
Loc. 3	PL 19	4.927	16° 33' 13"	132° 44' 58"
	PL 20	4.929	16° 33' 01"	132° 44' 34"
	PL 21	4.893	16° 33' 00"	132° 43' 53"
	PL 22	4.810	16° 32' 59"	132° 43' 21"
	PL 23	4.777	16° 32' 57"	132° 42' 47"
	PL 24	4.777	16° 32' 57"	132° 42' 13"
Loc. 4	PL 31	4.783	16° 30' 53"	132° 45' 56"
	PL 32	4.823	16° 31' 21"	132° 45' 43"
	PL 33	4.940	16° 31' 50"	132° 45' 25"
	PL 34	4.960	16° 32' 20"	132° 45' 08"
	PL 35	4.960	16° 32' 43"	132° 44' 59"
	PL 36	4.968	16° 33' 26"	132° 44' 49"

A. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES PRÉLÈVEMENTS

Vingt-quatre préleveurs libres de type ED.1, soit six par localité, ont été largués sur quatre profils ou localités. La taille moyenne des nodules sur ce site est comprise entre 10 et 30 mm.

Les nodules correspondent à quatre faciès morphologiques principaux :

- **coalescents** : interpénétration de deux mono-nodules (réguliers);
- **débris anciens** : généralement, fragments de coalescents ayant été encroûtés;
- **plaques** : nodules dont l'aplatissement est important;
- **stériles** : échantillons rocheux (basaltes, ponces...) ou plaquettes très fines légèrement encroûtées pouvant être formées de sédiment induré ou de palagonite. Les stériles ne sont pas reconnus en tant que nodules car les couches d'oxydes de manganèse sont inexistantes ou peu développées.

Localité 1 : les préleveurs ont été largués (PL.1 à PL.6) dans la dépression ouest à une profondeur moyenne de 2.710 br. Les faciès morphologiques des prélèvements sont des coalescents et des stériles.

PL 1 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: coalescents.
 PL 2 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 10 à 30 mm) dominante: coalescents
 PL 3 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 0 à 20 mm) dominante: coalescents
 PL 4 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 0 à 20 mm) dominante: stériles
 PL 5 : taille: 0 à 30 mm (moyenne: 0 à 20 mm) dominante: stériles
 PL 6 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 0 à 20 mm) dominante: stériles

Localité 2 : les préleveurs (PL.11 à PL.16) ont été largués dans la dépression centrale au pied du plateau, à une profondeur moyenne de 2.710 br. Les faciès dominants sont des plaques et des stériles.

PL 11 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: plaques
 PL 12 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 0 à 20 mm) dominante: stériles
 PL 13 : taille: 20 à 30 mm (moyenne: 20 à 30 mm) dominante: plaques

PL 14 : taille: 0 à 50 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: plaques
 PL 15 : taille: 0 à 20 mm (moyenne: 0 à 10 mm) dominante: stériles
 PL 16 : taille: 0 à 30 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: coalescents

Localité 3 : les prélèvements (PL.19 à PL.24) ont été largués sur un profil allant du bassin central (2.720 br.) jusqu'au plateau (2.620 br.). Les faciès morphologiques rencontrés correspondent surtout à des débris anciens.

PL 19 : taille: 0 à 50 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: mono-nodules (réguliers)
 PL 20 : taille: 0 à 20 mm (moyenne: 0 à 10 mm) dominante: stériles
 PL 21 : taille: 0 à 60 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: débris anciens
 PL 22 : taille: 0 à 60 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: débris anciens
 PL 23 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: débris anciens
 PL 24 : taille: 0 à 60 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: débris anciens

Localité 4 : les échantillons des prélèvements (PL.31 à PL.36) proviennent de la pente méridionale du plateau (2.630 br.) et de la dépression centrale (2.720 br.). Les faciès morphologiques correspondent à des débris anciens et des stériles.

PL 31 : taille: 0 à 50 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: débris anciens
 PL 32 : taille: 0 à 50 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: débris anciens
 PL 33 : taille: 0 à 40 mm (moyenne: 10 à 20 mm) dominante: stériles
 PL 34 : taille: 0 à 20 mm (moyenne: 0 à 20 mm) dominante: stériles
 PL 35 : taille: 0 à 30 mm (moyenne: 0 à 10 mm) dominante: stériles
 PL 36 : taille: 0 à 20 mm (moyenne: 0 à 10 mm) dominante: stériles

TABEAU 11 : MORPHOLOGIE DES NODULES DU SITE A (en %)
Nodule morphology on site A in percentage

LOCALITÉS	Stat.	Nb Nod.	Acc.	Coal.	Reg.	Irr.	Deb.	Plaq.	Stér.	Nb Stér.
Loc. 1	PL.1	149	14	57	9	—	18	2	—	1
	PL.2	136	12	62	17	—	9	—	—	6
	PL.3	263	8	72	13	—	3	—	4	10
	PL.4	0	—	—	—	—	—	—	100	90
	PL.5	2	—	—	2	—	—	2	96	40
	PL.6	0	—	—	—	—	—	—	100	16
	LOC.1	550	6	32	7	0	5	1	50	163
Loc. 2	PL.11	74	3	3	14	—	6	56	18	16
	PL.12	0	—	—	—	—	—	—	100	21
	PL.13	1	—	—	—	—	—	100	—	—
	PL.14	217	3	4	4	—	18	70	1	1
	PL.15	0	—	—	—	—	—	—	100	51
	PL.16	10	—	50	34	—	—	—	16	2
	LOC.2	302	1	10	9	0	4	38	39	91
Loc. 3	PL.19	182	9	24	39	—	12	16	—	0
	PL.20	0	—	—	—	—	—	—	100	7
	PL.21	179	8	2	9	—	80	1	—	0
	PL.22	212	25	4	12	—	59	—	—	0
	PL.23	156	22	25	7	—	46	—	—	0
	PL.24	121	9	5	4	—	83	—	—	0
	LOC.3	850	12	10	12	0	47	3	16	7
Loc. 4	PL.31	540	—	—	—	—	100	—	—	0
	PL.32	184	14	21	7	—	58	—	—	0
	PL.33	0	—	—	—	—	—	—	100	35
	PL.34	0	—	—	—	—	—	—	100	12
	PL.35	0	—	—	—	—	—	—	100	39
	PL.36	0	—	—	—	—	—	—	100	50
	LOC.4	724	2	4	1	0	26	0	67	136
SITE A		2426	5	14	7	0	21	10	43	397

La proportion des différents types de nodules est exprimée en pourcentage.

TABLEAU 12 : ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DES NODULES DU SITE A PAR CLASSES GRANULOMÉTRIQUES
Nodule morphology in each size class

LOCALITÉS STATIONS	0 - 10 mm		10 - 20 mm					20 - 30 mm				30 - 40 mm				40 - 50 mm				50 - 60 mm				60 mm															
	*	A	C	R	I	D	S	P	A	C	R	I	D	S	P	A	C	R	I	D	S	P	A	C	R	I	D	S	P	A	C	R	I	D	S	P			
1	1	1	3	7	2	6	40	6	9	7	16	2		1																									
	2	1	2	4		5	33	15	3	6	26	2		3																									
	3	1	25	7	2	4	7	43	6	1	7	43	6	1	3																								
	4																																						
	5		2																																				
	6																																						
2	11		6	8		3	2	8	4	9	37			1	19						1		1	1															
	12																																						
	13																																						
	14		3	11	9	2	2	1	7	1	43	1	2		16																								
	15																																						
	16		17	8			50	8						17																									
3	19		8	4	3	6	21	27	8	10	3	3		3								1																	
	20																																						
	21			12		7	7	61			1	2	6	1	1																								
	22		5	10		23	6	38			2	1	10		1	1						(1)																	
	23			4		13	8	6	38			9	15	3		1	1																						
	24			2		6		59			3	1	2	21		1	2						2																
4	31			20				73					6		(+)		1					(+)																	
	32		2	14		6	1	3	42		7	15	1	1		1	4	1	1			1																	
	33								51																														
	34								50																														
	35								44																														
	36								34																														

* A.C.R.I.D.S.P.
voir : CLÉS DE LECTURE III p.34

La proportion des différents types de nodules est exprimée en pourcentage.

B. ANALYSE DES CLASSES GRANULOMÉTRIQUES

- Localité 1 (PL.1 à PL.6)

On note un passage des nodules accolés et coalescents (PL.1 et PL.2) vers des nodules coalescents de forme plus aplatie (PL.3). De PL.1 à PL.3, une augmentation du nombre de nodules ayant des fragments stériles bruns accolés est décelable et ceci dans les petites classes granulométriques (0-10 mm et 10-20 mm). Les préleveurs PL.4 à PL.6 n'ont rapporté que des stériles qui ont le même aspect morphologique.

- Localité 2 (PL.11 à PL.16) - planche I.

Ce profil part de la dépression centrale et aboutit à la base du plateau. Il montre une succession d'affleurements de plaques et de stériles et les nodules n'apparaissent qu'à la base de la pente. PL.11 : plaques et quelques stériles, PL.12 : stériles, PL.13 : plaque, PL.14 : plaques, PL.15 : stériles de faible taille, PL.16 : nodules coalescents et réguliers avec quelques petits stériles. Les stériles ont le même aspect morphologique que dans la localité 1.

- Localité 3 (PL.19 à PL.24)

Ce profil poursuit vers l'E. le profil précédent sur la pente et le plateau central.

PL.19 dans la dépression centrale est constitué de nodules réguliers de grosse taille et de coalescents. PL.20 au pied de la pente est constitué de petits stériles. Sur le plateau et la partie supérieure de la pente (PL.21 à PL.24) les nodules sont nombreux et correspondent à des débris anciens dont les bords sont émoussés. Il n'y a pas de stériles.

- Localité 4 (PL.31 à PL.36) - planche I.

Ce profil part du relief méridional et se dirige vers le N.E. en direction de la dépression centrale. PL.31 est exclusivement composé de nombreux débris anciens. Ces débris sont plus anguleux que dans la localité précédente. On note une diminution des nodules dans PL.32 et ils sont plus diversifiés avec présence d'accolés et de coalescents. Sur la pente inférieure et dans la dépression centrale il y a une augmentation progressive du nombre de stériles qui ont une faible taille. L'aspect extérieur des stériles est comparable aux localités 1 et 2.

Schématiquement, la disposition des nodules en fonction de la morphologie du fond est donc la suivante :

- dans la dépression centrale se disposent surtout des nodules coalescents ;
- à la périphérie de la dépression on trouve des plaques ;
- à la base de la pente, on note surtout des stériles ;
- sur la partie supérieure de la pente et sur le plateau s'étend le domaine de nodules nombreux et fissurés formant des débris anciens.

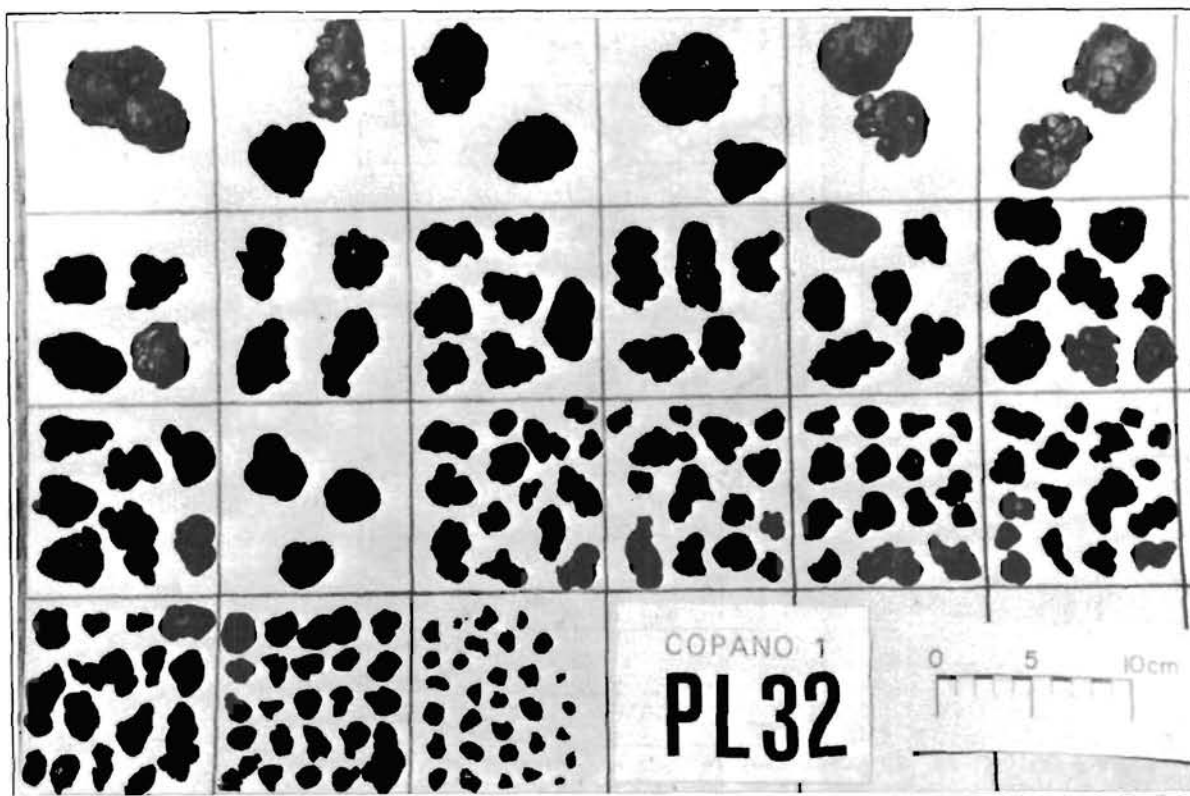
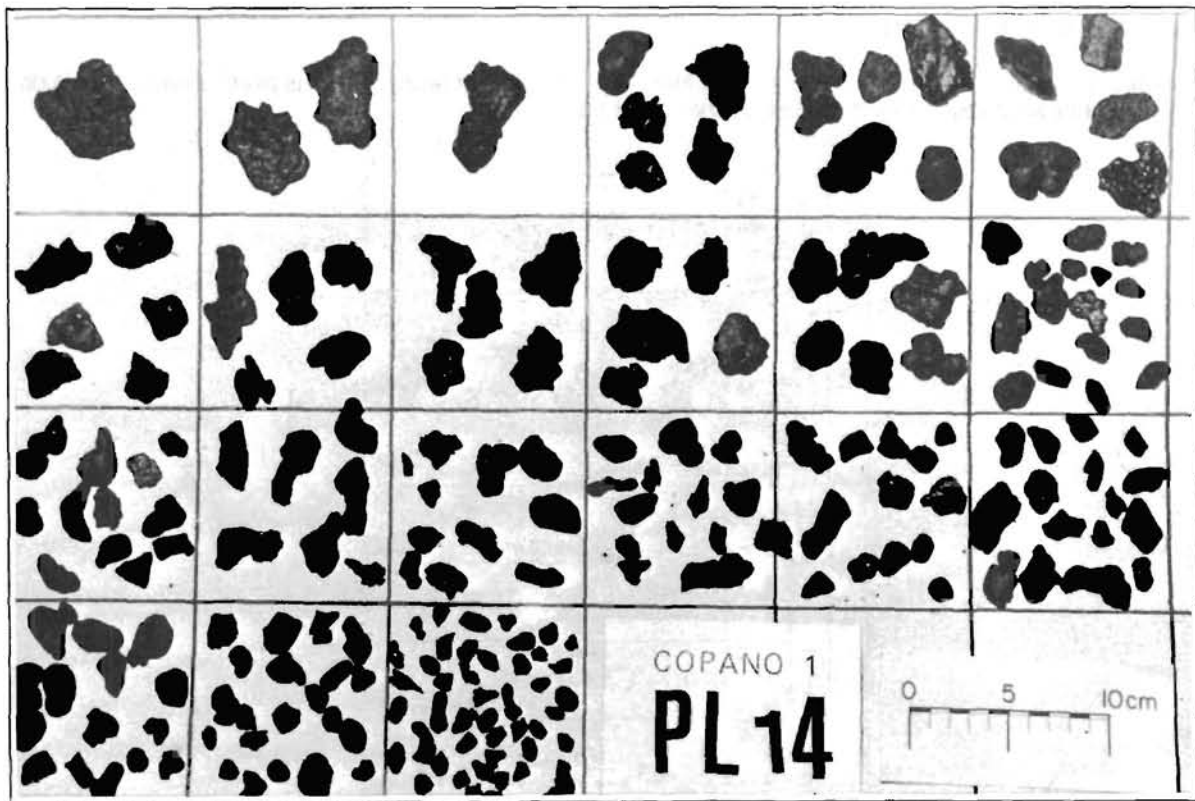


Planche I : Aspect de deux prélèvements de nodules disposés par classes granulométriques sur une mire à mailles décimétriques.

C. CORRÉLATIONS ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES NODULES ET LA BATHYMÉTRIE DU SITE A

Les principales données concernant les caractéristiques des nodules et leurs relations avec la bathymétrie de leur lieu de prélèvement sont résumées dans les figures 24 et 25.

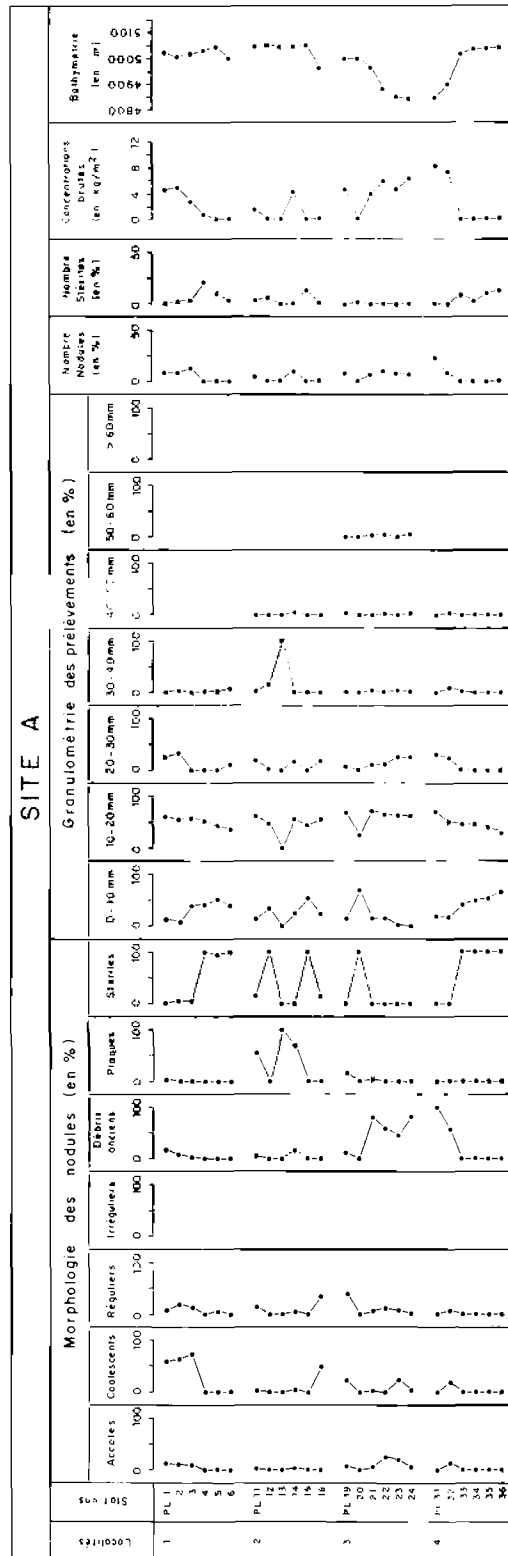


FIGURE 24.: Corrélations entre les différents paramètres nodules.
Site A: general correlations between nodule parameters.

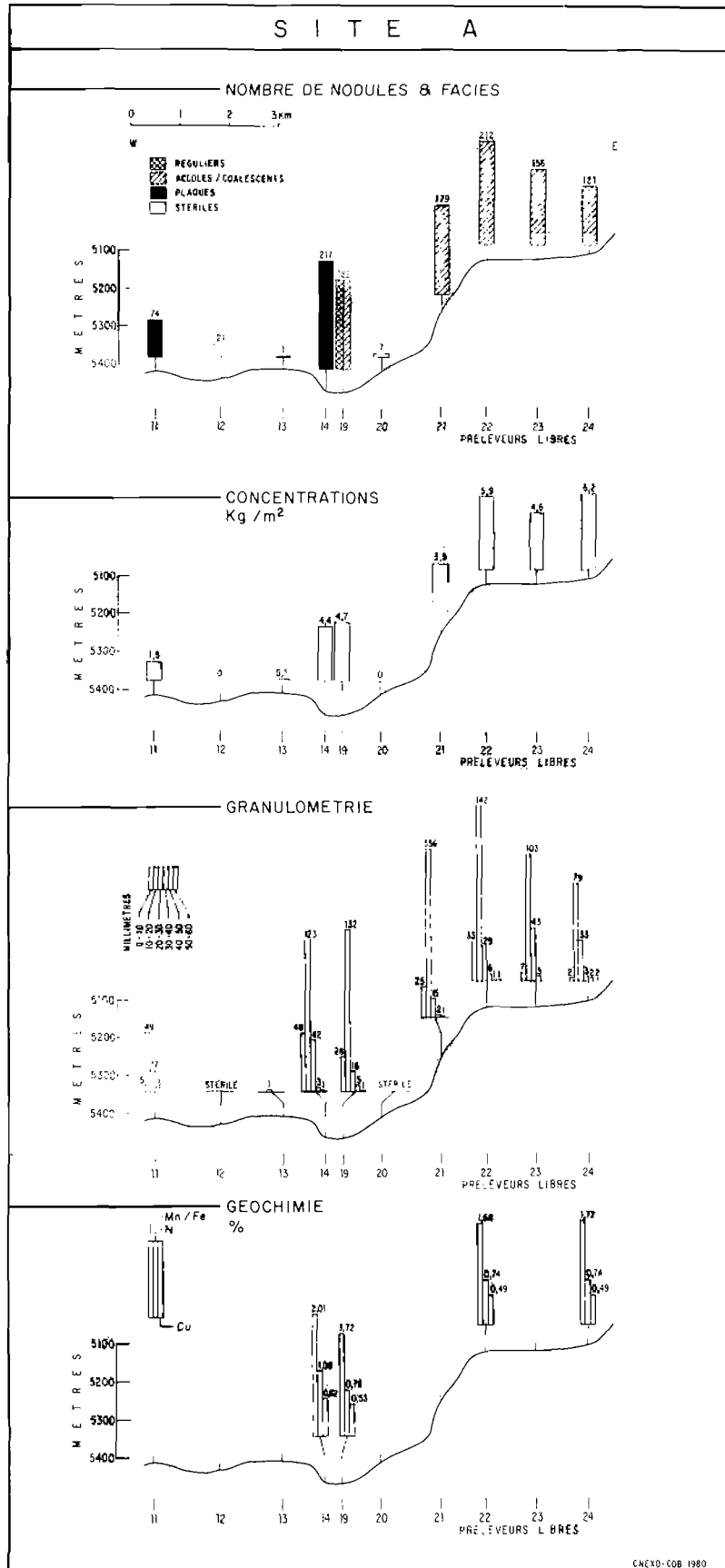


FIGURE 25.: Profil synthétique orienté W.-E. établi à partir des données des préleveurs libres et montrant les relations entre la bathymétrie et les caractéristiques des nodules.

Nodule bathymetry correlation along a synthetic W.-E. profile based on data from free-fall grabs.

D. COMPOSITION CHIMIQUE DES NODULES

Les données acquises sont fournies dans le tableau 13.

TABLEAU 13 : ANALYSES CHIMIQUES DES NODULES DU SITE A
Nodule geochemical data

(Technische Hochschule, Aachen)

n° station	Classe de taille (mm)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	Fe (%)	Mn (%)	Cu (%)	Ni (%)	Co (%)	Zn (%)	Si/Al	Mn/Fe	Cu + Ni + Co (%)	Ba (%)	U ppm
PL.1 A	10 - 20	17.30	5.08	2.69	1.20	2.48	1.38	0.56	13.24	21.23	0.47	0.78	0.35	0.078	3.00	1.6	1.60	nd	nd
PL.1 B	10 - 20	16.16	5.74	nd	nd	nd	nd	nd	14.52	25.0	0.49	0.95	0.415	0.085	2.48	1.7	1.86	0.19	6.30
PL.1 A	20 - 30	15.86	4.68	2.60	1.06	2.59	1.49	0.55	13.68	21.70	0.41	0.77	0.37	0.077	2.98	1.6	1.55	nd	nd
PL.1 B	20 - 30	18.33	7.22	nd	nd	nd	nd	nd	12.33	24.6	0.65	0.97	0.393	0.089	2.23	2.0	2.01	0.19	7.03
PL.1 A	30 - 40	13.87	4.43	2.95	0.94	2.43	1.39	0.51	13.00	23.33	0.51	0.93	0.38	0.089	2.76	1.8	1.83	nd	nd
PL.1 B	30 - 40	17.25	6.65	nd	nd	nd	nd	nd	14.20	24.6	0.54	0.95	0.367	0.090	2.28	1.7	1.86	0.19	6.67
PL.14 A	10 - 20	16.08	4.53	2.50	1.01	2.56	1.56	0.60	15.41	19.96	0.37	0.66	0.35	0.074	3.12	1.3	1.37	nd	nd
PL.14 B	10 - 20	15.60	6.37	nd	nd	nd	nd	nd	11.85	26.8	0.70	1.11	0.410	0.105	2.16	2.26	2.22	0.22	6.97
PL.14 A	20 - 30	16.95	4.58	2.16	1.04	2.84	1.51	0.60	15.59	19.30	0.26	0.46	0.35	0.063	3.26	1.2	1.07	nd	nd
PL.14 B	20 - 30	15.06	6.03	nd	nd	nd	nd	nd	14.52	25.7	0.56	1.00	0.412	0.087	2.20	1.8	1.97	0.20	7.41
PL.14 A	30 - 40	16.35	4.28	3.00	1.05	2.40	1.10	0.43	11.73	22.70	0.49	0.97	0.33	0.093	3.36	1.9	1.79	nd	nd
PL.14 B	30 - 40	16.97	5.69	nd	nd	nd	nd	nd	12.98	26.6	0.60	1.13	0.39	0.102	2.62	2.05	2.12	0.20	6.40
PL.19 A	10 - 20	16.88	5.41	2.98	1.20	2.43	1.19	0.60	10.14	21.42	0.61	0.97	0.30	0.102	2.75	2.1	1.88	nd	nd
PL.19 B	10 - 20	19.70	7.65	nd	nd	nd	nd	nd	13.23	23.1	0.51	0.93	0.38	0.084	2.27	1.7	1.82	0.17	5.30
PL.19 A	30 - 40	13.60	3.64	2.25	0.90	2.75	1.49	0.51	14.52	22.60	0.44	0.46	0.35	0.073	3.29	1.6	1.25	nd	nd
PL.19 B	30 - 40	15.60	5.29	nd	nd	nd	nd	nd	15.58	26.6	0.54	0.62	0.407	0.084	2.60	1.7	1.57	0.21	7.64
PL.22 A	10 - 20	14.80	4.16	2.47	0.96	2.67	1.40	0.51	13.57	22.35	0.42	0.65	0.40	0.073	3.13	1.6	1.47	nd	nd
PL.22 B	10 - 20	13.71	4.93	nd	nd	nd	nd	nd	15.25	26.1	0.49	0.72	0.44	0.075	2.45	1.7	1.65	0.19	7.18
PL.22 A	20 - 30	13.84	3.60	2.23	0.83	2.93	1.56	0.54	15.45	21.98	0.32	0.46	0.39	0.063	3.38	1.4	1.17	nd	nd
PL.22 B	20 - 30	15.34	5.89	nd	nd	nd	nd	nd	14.12	25.7	0.54	0.89	0.40	0.083	2.29	1.8	1.83	0.19	7.83
PL.22 A	30 - 40	13.81	3.50	2.15	0.86	2.89	1.49	0.55	15.47	21.85	0.32	0.46	0.39	0.063	3.47	1.4	1.17	nd	nd
PL.22 B	30 - 40	15.06	4.89	nd	nd	nd	nd	nd	16.31	24.80	0.44	0.60	0.431	0.069	2.71	1.5	1.17	0.17	7.85
PL.24 A	10 - 20	13.79	4.13	2.64	0.93	2.68	1.39	0.52	13.00	23.47	0.49	0.72	0.41	0.077	2.94	1.8	1.63	nd	nd
PL.24 B	10 - 20	13.71	4.74	nd	nd	nd	nd	nd	15.09	26.10	0.51	0.73	0.46	0.079	2.55	1.7	1.70	0.19	7.01
PL.24 A	20 - 30	15.71	4.91	2.83	1.03	2.65	1.30	0.51	12.18	22.83	0.50	0.92	0.33	0.090	2.82	1.9	1.75	nd	nd
PL.24 B	20 - 30	16.16	6.18	nd	nd	nd	nd	nd	13.63	25.70	0.56	0.92	0.41	0.086	2.30	1.9	1.89	0.20	6.18
PL.24 A	30 - 40	12.34	3.29	1.98	0.76	2.82	1.52	0.53	14.23	20.31	0.25	0.42	0.37	0.060	3.30	1.4	1.04	nd	nd
PL.24 A'	30 - 40	13.28	3.53	2.13	0.83	3.01	1.58	0.56	15.33	21.94	0.28	0.48	0.40	0.085	3.31	1.4	1.14	nd	nd
PL.24 B	30 - 40	15.34	5.31	nd	nd	nd	nd	nd	15.90	25.00	0.40	0.57	0.42	0.073	2.54	1.6	1.39	0.19	8.41
PL.31 A	10 - 20	12.95	3.41	2.26	0.81	2.83	1.55	0.55	14.96	22.28	0.33	0.54	0.41	0.068	3.34	1.5	1.28	nd	nd
PL.31 A'	10 - 20	11.97	3.15	2.12	0.73	2.62	1.48	0.52	13.75	20.42	0.30	0.49	0.37	0.063	3.34	1.5	1.16	nd	nd
PL.31 B	10 - 20	16.16	5.61	nd	nd	nd	nd	nd	15.58	25.00	0.42	0.55	0.42	0.072	2.53	1.6	1.39	0.19	7.94
PL.31 A	20 - 30	14.50	3.88	2.32	0.89	2.80	1.61	0.61	15.58	21.06	0.28	0.52	0.39	0.067	3.29	1.4	1.18	nd	nd
PL.31 B	20 - 30	16.70	5.42	nd	nd	nd	nd	nd	15.25	25.00	0.41	0.47	0.42	0.067	2.71	1.6	1.30	0.17	8.02
PL.31 A	30 - 40	13.30	3.80	2.56	0.85	2.70	1.68	0.58	14.59	22.54	0.37	0.69	0.41	0.079	3.08	1.5	1.47	nd	nd
PL.31 B	30 - 40	12.88	4.33	nd	nd	nd	nd	nd	16.06	26.80	0.45	0.74	0.46	0.08	2.62	1.7	1.65	0.18	7.82
PL.32 A	10 - 20	16.01	4.58	2.50	1.07	2.31	1.42	0.53	12.95	19.06	0.39	0.66	0.33	0.072	3.08	1.5	1.37	nd	nd
PL.32 B	10 - 20	15.06	5.14	nd	nd	nd	nd	nd	16.20	24.80	0.45	0.61	0.44	0.073	2.58	1.5	1.50	0.19	6.82
PL.32 A	20 - 30	14.52	4.26	2.87	1.05	2.50	1.43	0.56	13.57	22.68	0.48	0.80	0.36	0.088	3.00	1.7	1.65	nd	nd
PL.32 B	20 - 30	15.60	5.17	nd	nd	nd	nd	nd	15.70	25.00	0.44	0.67	0.44	0.078	2.66	1.6	1.55	0.18	6.70
PL.32 A	30 - 40	16.32	4.49	2.28	0.95	2.86	1.56	0.55	14.98	20.56	0.29	0.48	0.37	0.065	3.20	1.4	1.14	nd	nd
PL.32 B	30 - 40	16.16	5.42	nd	nd	nd	nd	nd	16.03	24.80	0.38	0.60	0.42	0.069	2.62	1.5	1.40	0.17	7.74

V. PHOTOGRAPHIES

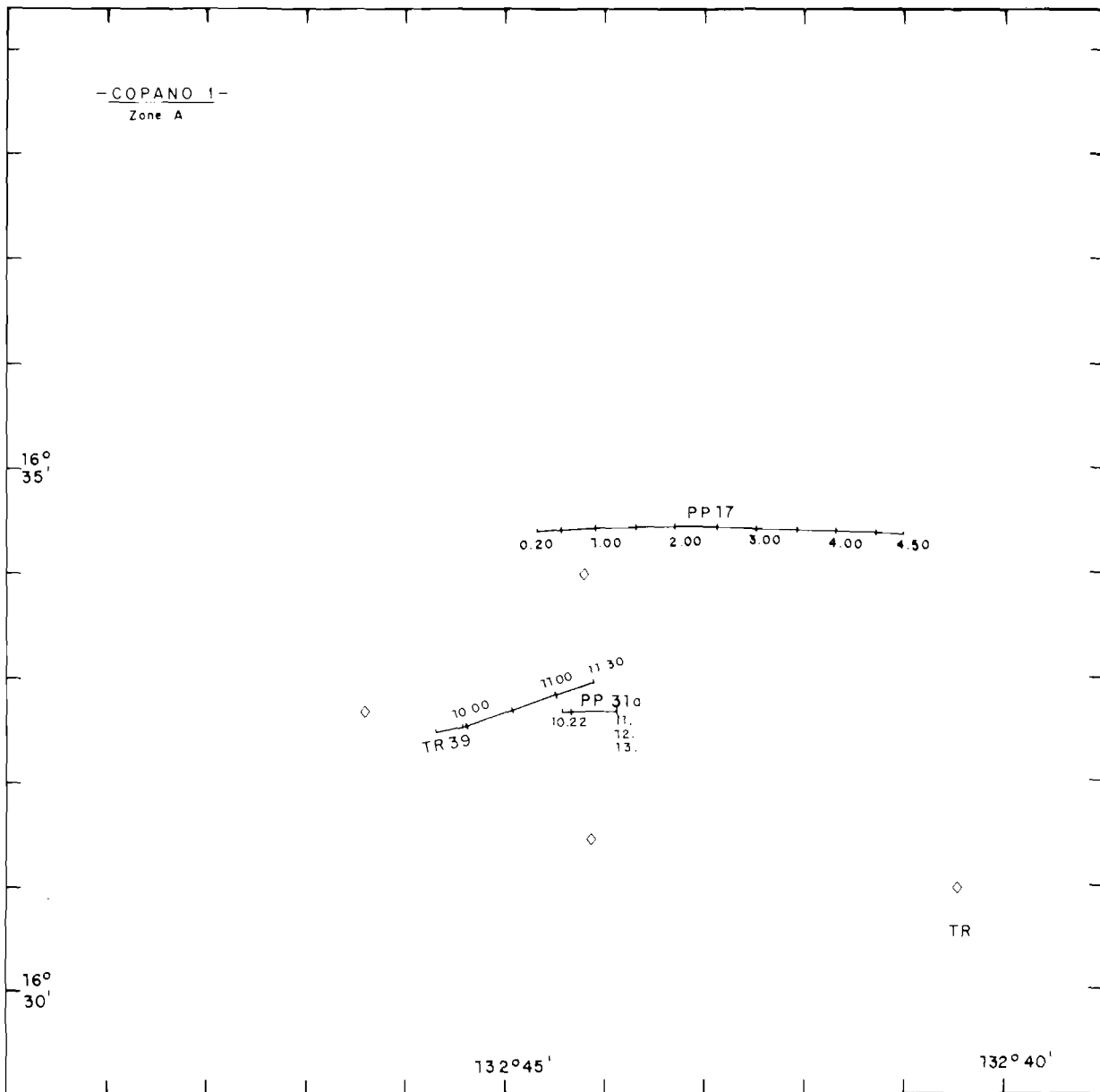


FIGURE 26. : Trajets de la troika (TR) et du cadre photographique (PP). Les heures sont indiquées sur les parcours. Les rectangles représentent la position des balises de référence.

Troika and camera runs. Hours indicated along the trajectories; diamonds indicate reference transponders on sea-floor.

CADRE PHOTOGRAPHIQUE PP.17

Trait sur le fond : 0 h 20 à 4 h 50, soit environ 3,6 milles (fig. 26). La cadence de photographies est de 6 secondes. Depuis le début des prises de vues, on a 1.044 photos analysables. Cela représente un trajet approximatif de 1 h 45 entre les heures 0 h 50 et 2 h 35. Ce trajet (fig. 27) emprunte le flanc du plateau et la partie sommitale de celui-ci dans une direction W.-E.

Sur toutes les photographies on distingue des nodules. Il y a continuité du « champ » de nodules sur le parcours. Il est difficile d'apprécier les changements de granulométrie car le cadre photographique ne se maintient pas à distance constante du fond. Cependant, il semble que les nodules sont plus gros sur la partie sommitale que sur la pente. Sur le plateau on voit des tumuli et le sédiment affleure de manière plus importante entre les nodules. Au pied de la pente, les nodules semblent partiellement recouverts de sédiment. Sur la pente, les nodules montrent une disposition plus homogène et sont très abondants, ne laissant que peu de place au sédiment. Tous ces nodules sont réguliers et de forme générale arrondie (planche II).

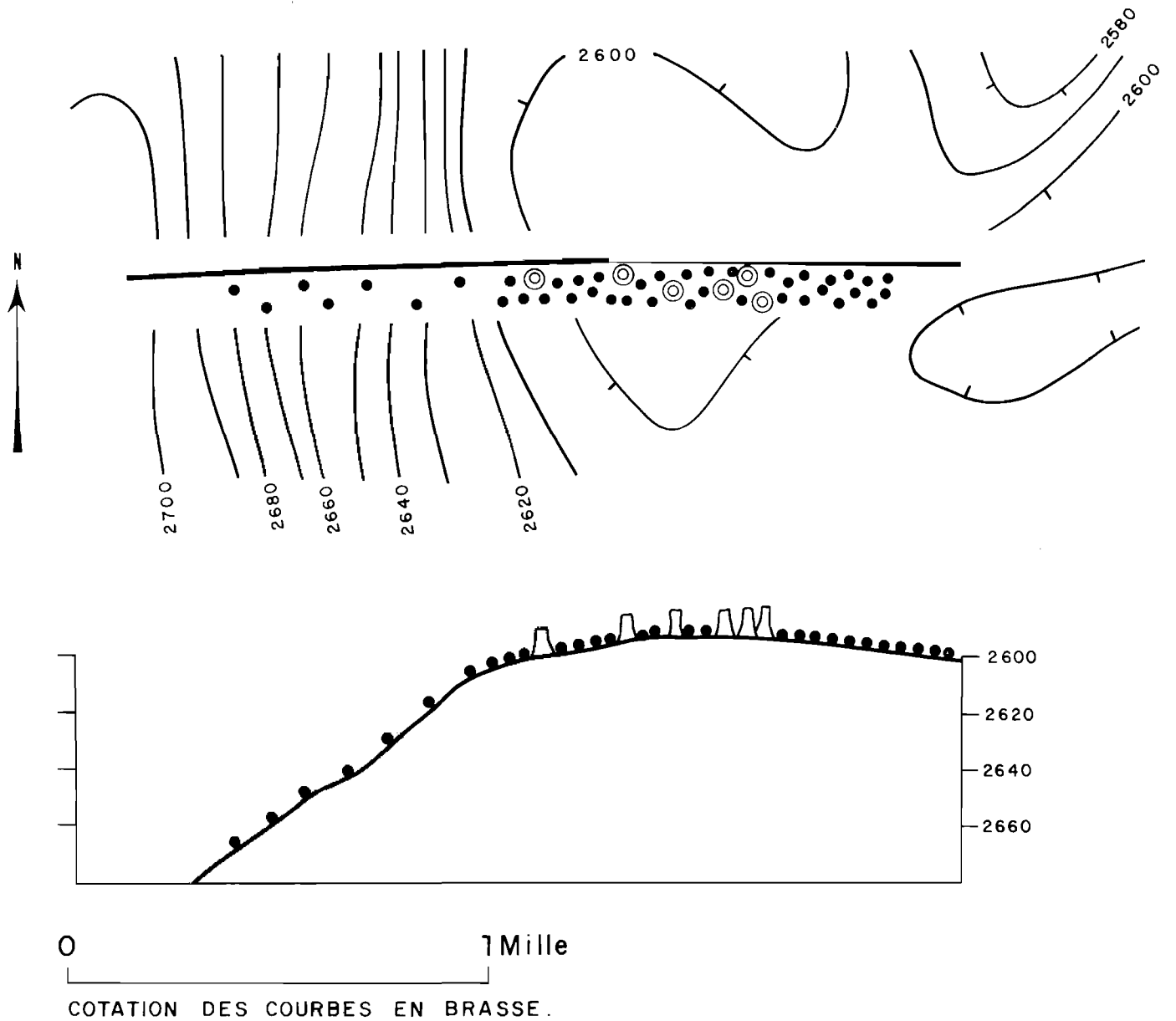
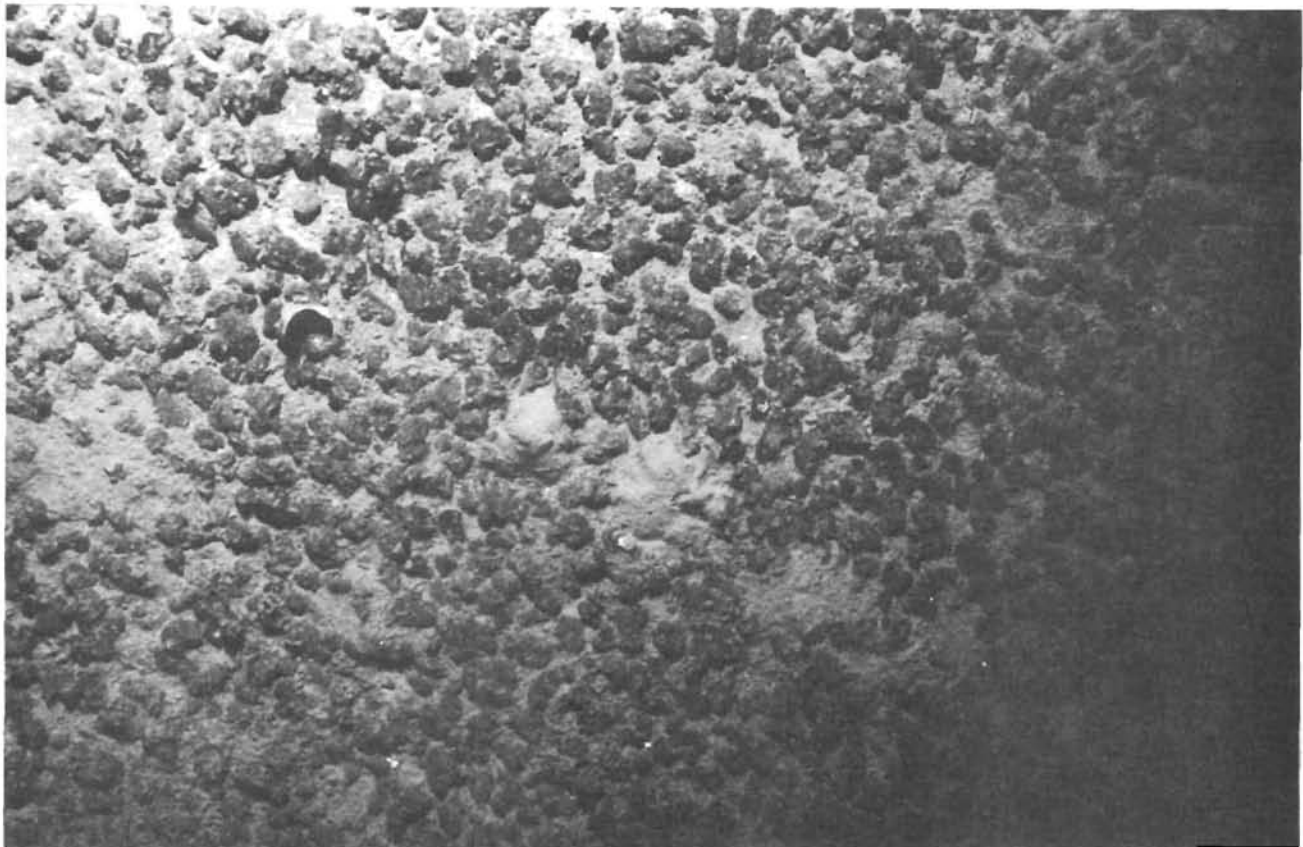
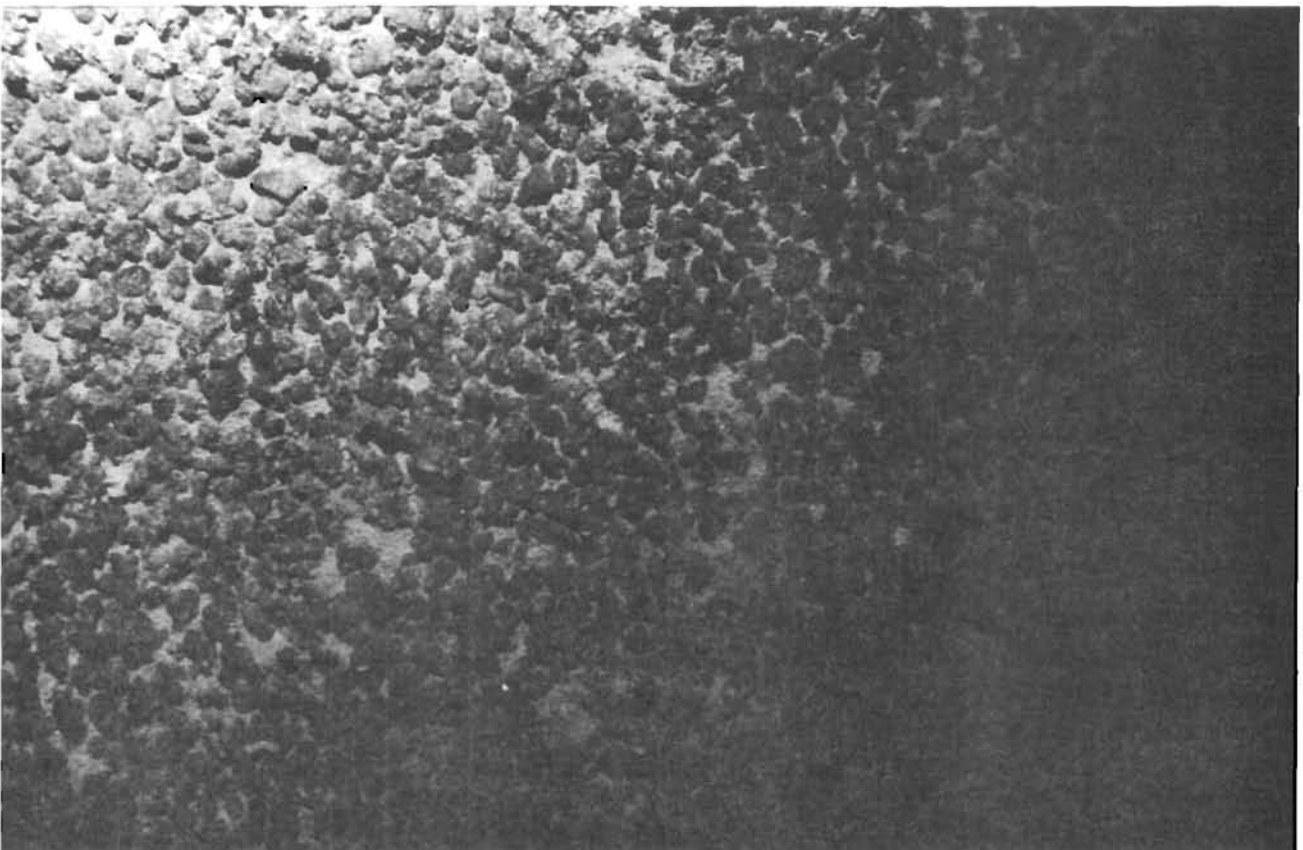


FIGURE 27.: Représentation schématique en plan et en coupe du trait photographique PP.17. Les isobathes sont en brasses. Les points noirs représentent les nodules et les cônes des tumuli d'origine organique.
 Map and cross-section of photographic run PP.17. Isobaths in fathoms; black dots represent nodules; cones represent organic tumulus.



PP-17
11-6



PP-17
8-7

Planche II: Aspect des «champs» de nodules du site A. (trait PP.17). La photographie 11-6, prise sur le plateau, indique des tumuli fréquents. Sur la pente, photographie 8-7, les nodules sont particulièrement abondants.
Photos taken along run PP.17 on abyssal plateau (11-6) with organic tumulus, and on slope (8-7) with abundant coverage of nodules.

CADRE PHOTOGRAPHIQUE PP.31 a

Le trajet sur le fond reconstitué va de 10 h 22 à 12 h 13 sur une distance d'un demi-mille (fig. 26). En fait, le cadre photographique a touché le fond sur la pente dans un environnement basaltique et s'est finalement accroché. 96 photographies ont été obtenues dont la moitié à peine sont de bonne qualité (fig. 28). On note l'affleurement de blocs basaltiques arrondis et des accumulations de fragments amoncelés. Le tout est recouvert d'une fine pellicule qui est soit sédimentaire, soit un revêtement Mn-Fe. Sur la portion plus élevée de la pente on devine, succédant au basalte, des nodules abondants formant une carapace (planche III).

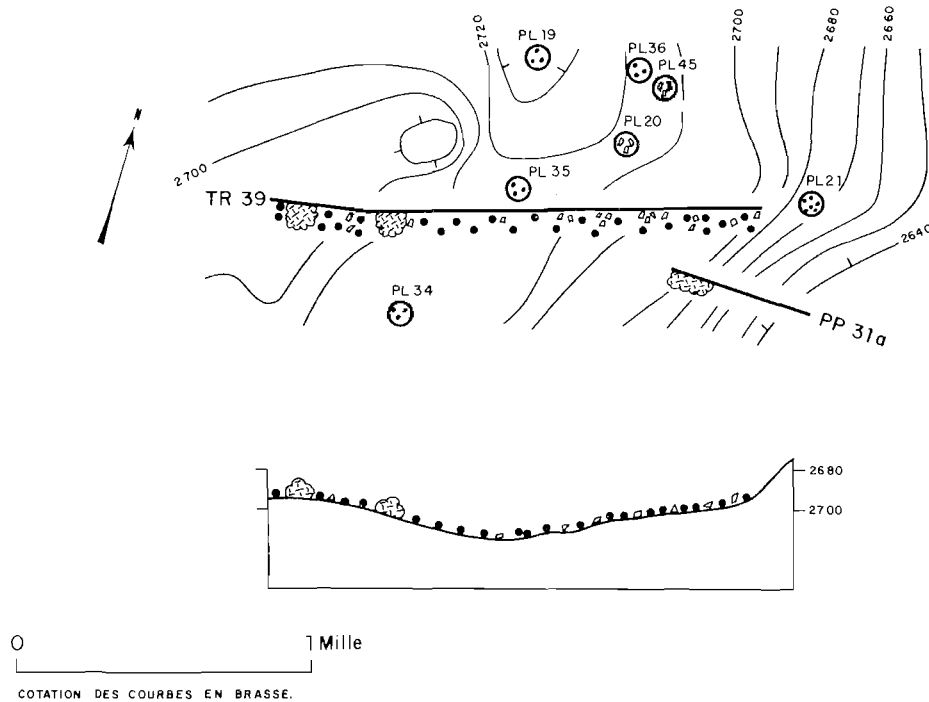


FIGURE 28. : Représentation schématique en plan et en coupe des parcours de la troïka TR.39, du cadre photographique PP.31 a et de quelques prélèvements de nodules. On représente des nodules (points noirs), des dalles (rectangles) et des affleurements de basalte (masses arrondies). Map and cross-section of troika run TR.39, photo run PP.31 a, and selected nodule samples. Black dots : nodules; rectangles : slabs; rounded masses : basalt outcrops.

TROÏKA TR.39

Le trajet sur le fond va de 9 h 45 à 11 h 30, du fond du bassin à la base de la pente du plateau suspendu. La distance parcourue sur le fond par la troïka est d'environ 1,6 mille de l'ouest vers l'est (fig. 26).

La troïka est passée sur un petit relief accidentant le fond du bassin puis dans une légère dépression s'étendant au pied du plateau suspendu (fig. 28).

Sur le sommet du relief la troïka a parcouru un paysage basaltique extrêmement accidenté et où le sédiment n'est présent que dans les interstices des blocs (planche IV). De part d'autre du relief les nodules sont nombreux et contigus. Au pied du flanc oriental du relief, on distingue un second affleurement de basalte puis une succession de dalles importantes constituant un véritable «pavement» (planche V). Dans le fond de la dépression le fond est grumeleux avec des nodules épars et de nombreux fragments de roches de taille décimétrique (planche VI).

Conclusions

L'analyse des traits photographiques effectués dans la zone A permet de distinguer les zones suivantes :

- dans les parties profondes du bassin, des nodules peu abondants et des fragments rocheux parsèment le sédiment;
- le basalte affleure sur de petits reliefs disposés dans le bassin et des dalles hexagonales sont visibles au pied de ces reliefs;
- lorsque la pente est abrupte, il y a affleurement de basalte. Lorsque la pente est moins prononcée, et vers la base, on note une couche de nodules abondants;
- sur le plateau suspendu les nodules semblent plus gros et moins abondants.

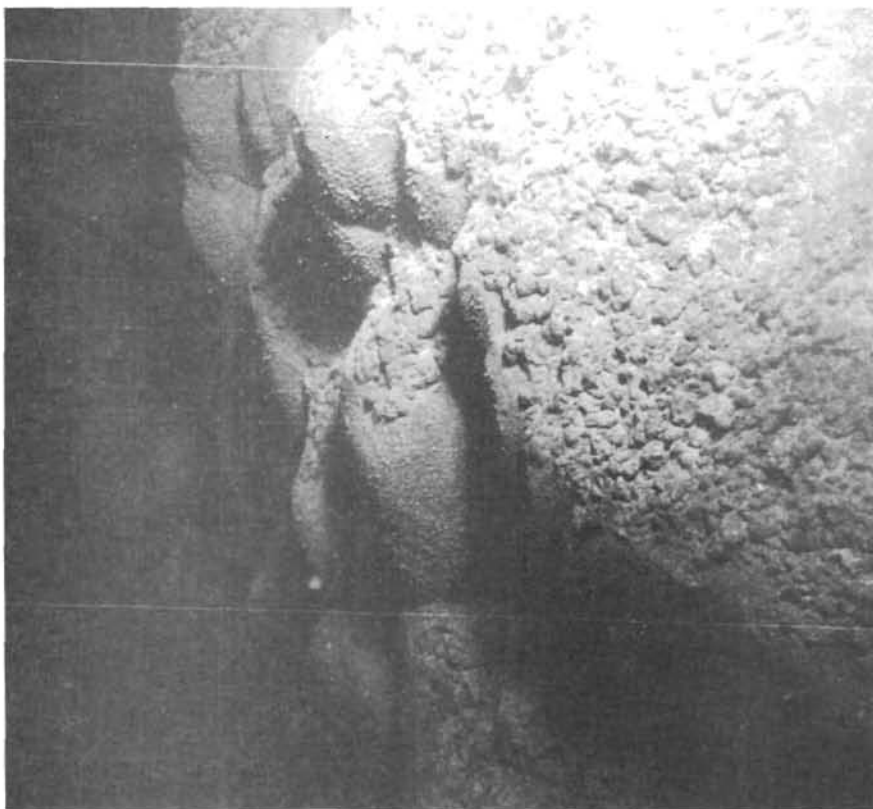
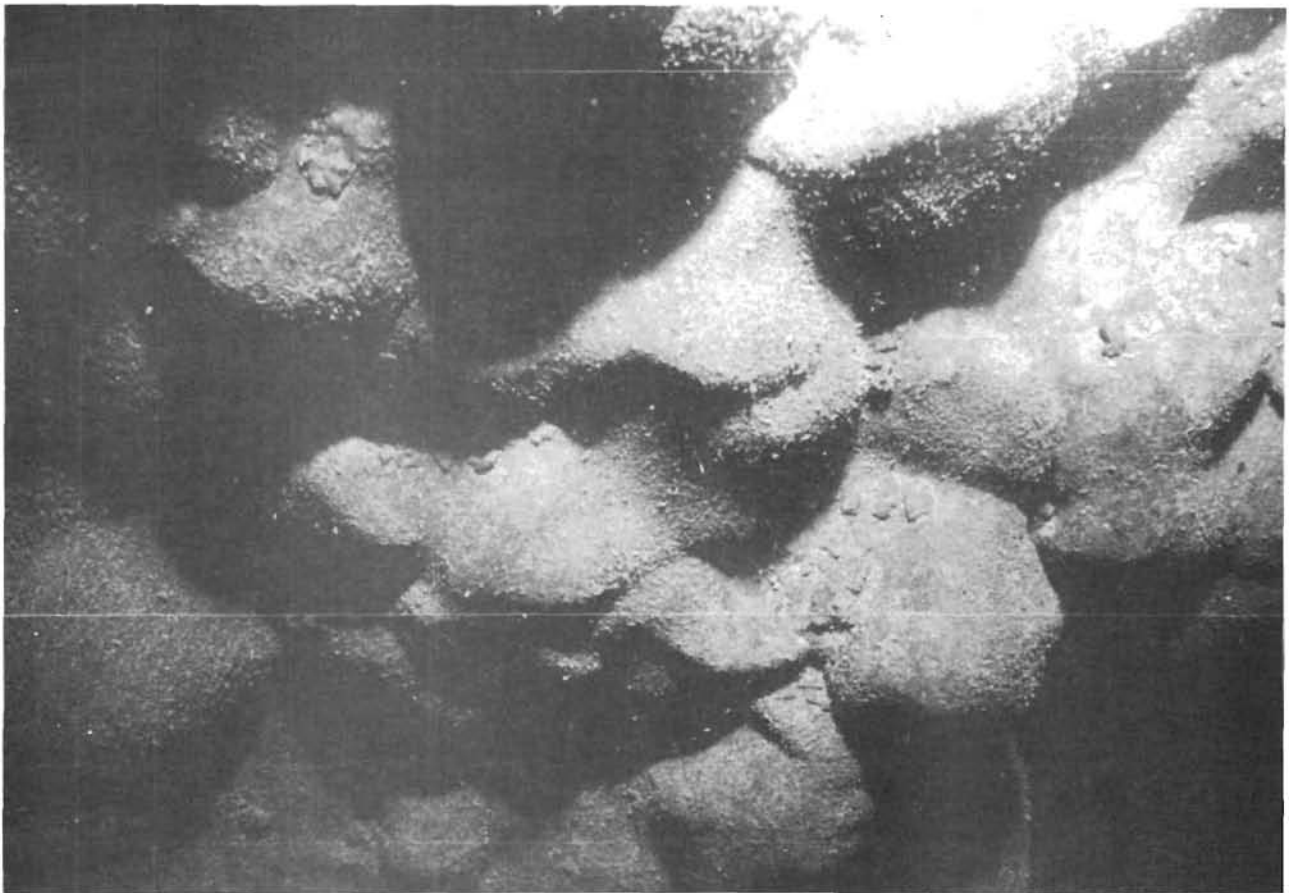


Planche III : Affleurements de basalte partiellement recouverts de Mn sur la pente (trajet PP.31 a).
Basalt outcrops on slope (trajectory PP.31 a).

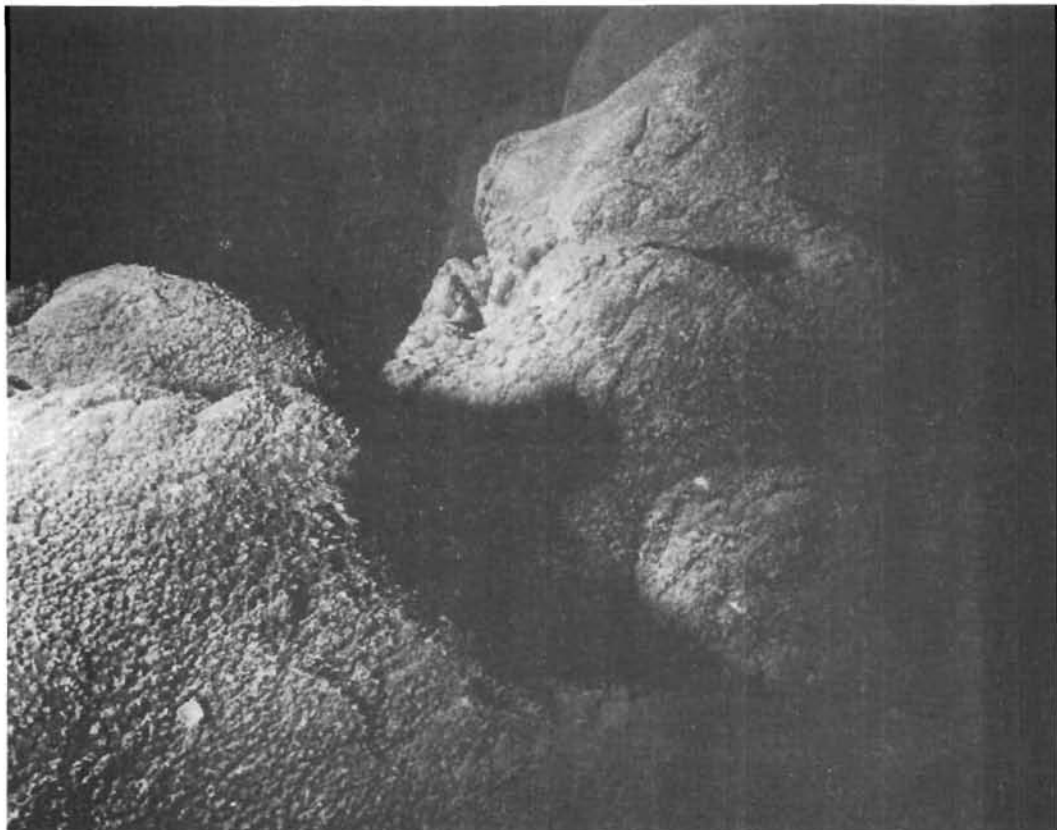
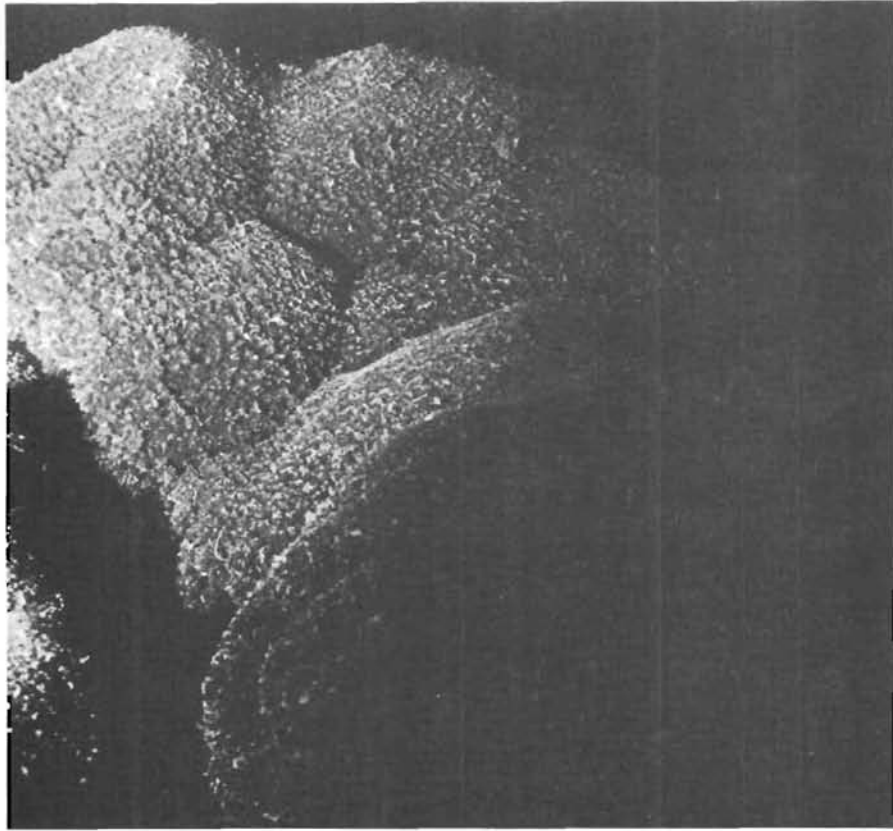


Planche IV : Aspect des affleurements de basalte, recouverts de manganèse, qui constituent la partie haute des reliefs de la zone A (Troïka TR.39).
Basalt outcrops on upper slope (Troïka run TR.39).

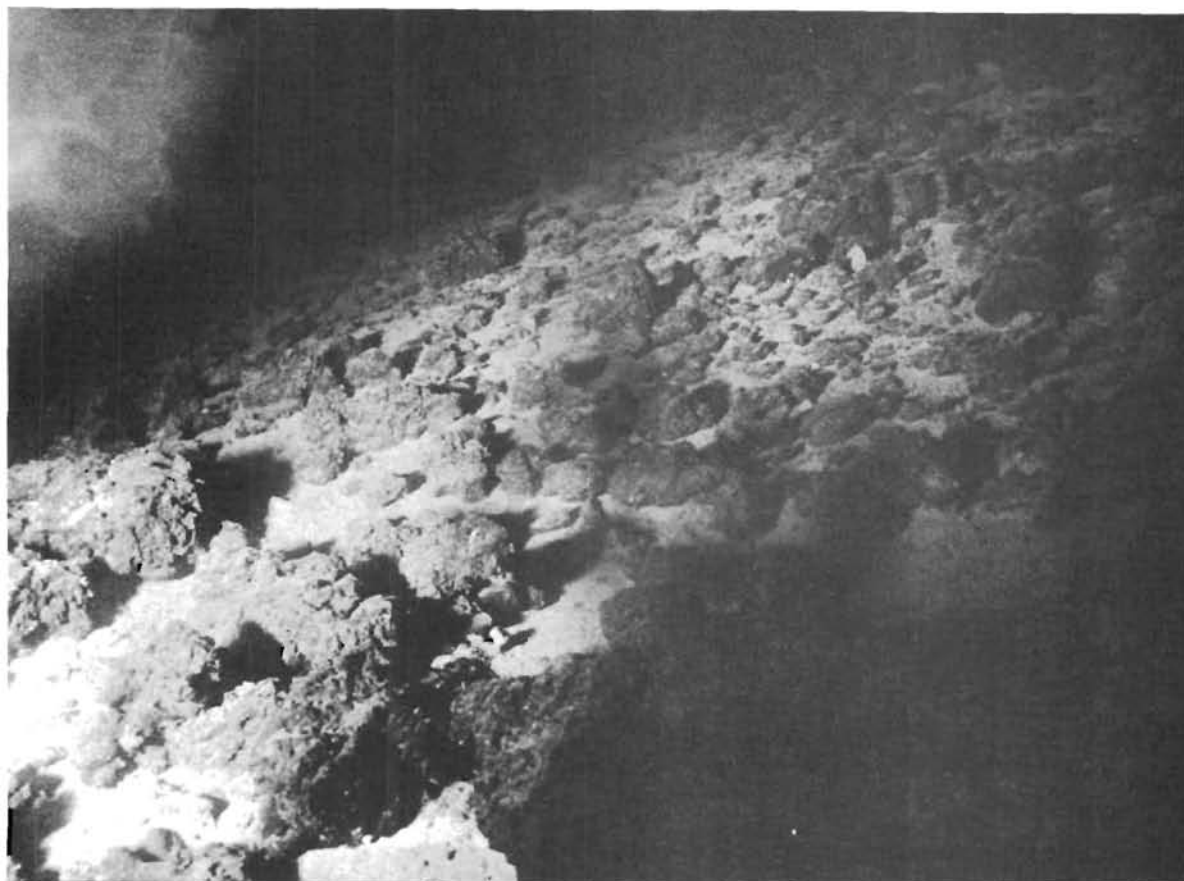


Planche V : Aspect des « dalles » qui, associées avec des nodules épars et des fragments de roches, constituent le flanc oriental du relief parcouru par la troïka (TR.39). Certains de ces blocs rocheux semblent fortement altérés.
Slabs environment associated with nodules on the eastern flank (TR.39).



Planche VI : Aspect des zones planes proches des affleurements basaltiques. Il s'agit d'une accumulation de fragments rocheux de toute taille, entre lesquels semblent disposés quelques nodules. Le sédiment est extrêmement rare.
Accumulation of rock fragments and nodules near the foot of the basaltic hill (TR.39).

SITE B

SITE B



détail



champ

Champ de nodules abondants et de type irrégulier en forme de «hamburger» (TR.49).
Field of abundant, massive, irregular and hamburger type nodules (TR.49).

I. CADRE MORPHOSTRUCTURAL

Le site B a été choisi autour du point situé à la latitude $14^{\circ} 30' N$ et à la longitude $133^{\circ} 20' W$. Plusieurs profils sismiques orientés généralement N-S ont été effectués dans cette région pour définir la cible. La carte de navigation et les huit profils sismiques préliminaires sont présentés sur la figure 29. La région est caractéristique des parties profondes du Pacifique, dites à « collines abyssales ». On note une succession de rides allongées N.NE-S.SW séparées par des vallées. La différence de profondeur entre le sommet des rides et le fond des vallées est de l'ordre de 200 mètres.

L'épaisseur sédimentaire moyenne est d'environ cent mètres, avec des variations importantes liées au relief. Sur les rides la couche sédimentaire est relativement homogène ; sur les flancs elle s'amincit pour laisser affleurer parfois le substratum. Dans les vallées, la couche sédimentaire s'épaissit dans la partie axiale et forme un bourrelet, alors que sur les bordures on note des incisions.

Le site B a permis d'étudier une séquence morphologique type : ride-vallée-ride. Les profils B.4, B.5 et B.8 sont représentés en détail sur la figure 30 et montrent le mode de sédimentation sur le site. La profondeur de la vallée est de 4.950 m et les rides latérales culminent à 4.700 m. Sur le schéma bathymétrique (fig. 31) on met en évidence l'allongement N.NE-S.SW des rides. Le bourrelet sédimentaire axial de la vallée et l'incision latérale formant un chenal au pied du flanc E sont apparents sur la carte bathymétrique du site B (fig. 32). Cette disposition est caractéristique de la plaque Pacifique non reprise par une tectonique tardive ou par le passage sur un point chaud. On devine le « grain » de la croûte océanique sous-jacente créée à l'axe de la dorsale et soumise à la subsidence thermique.

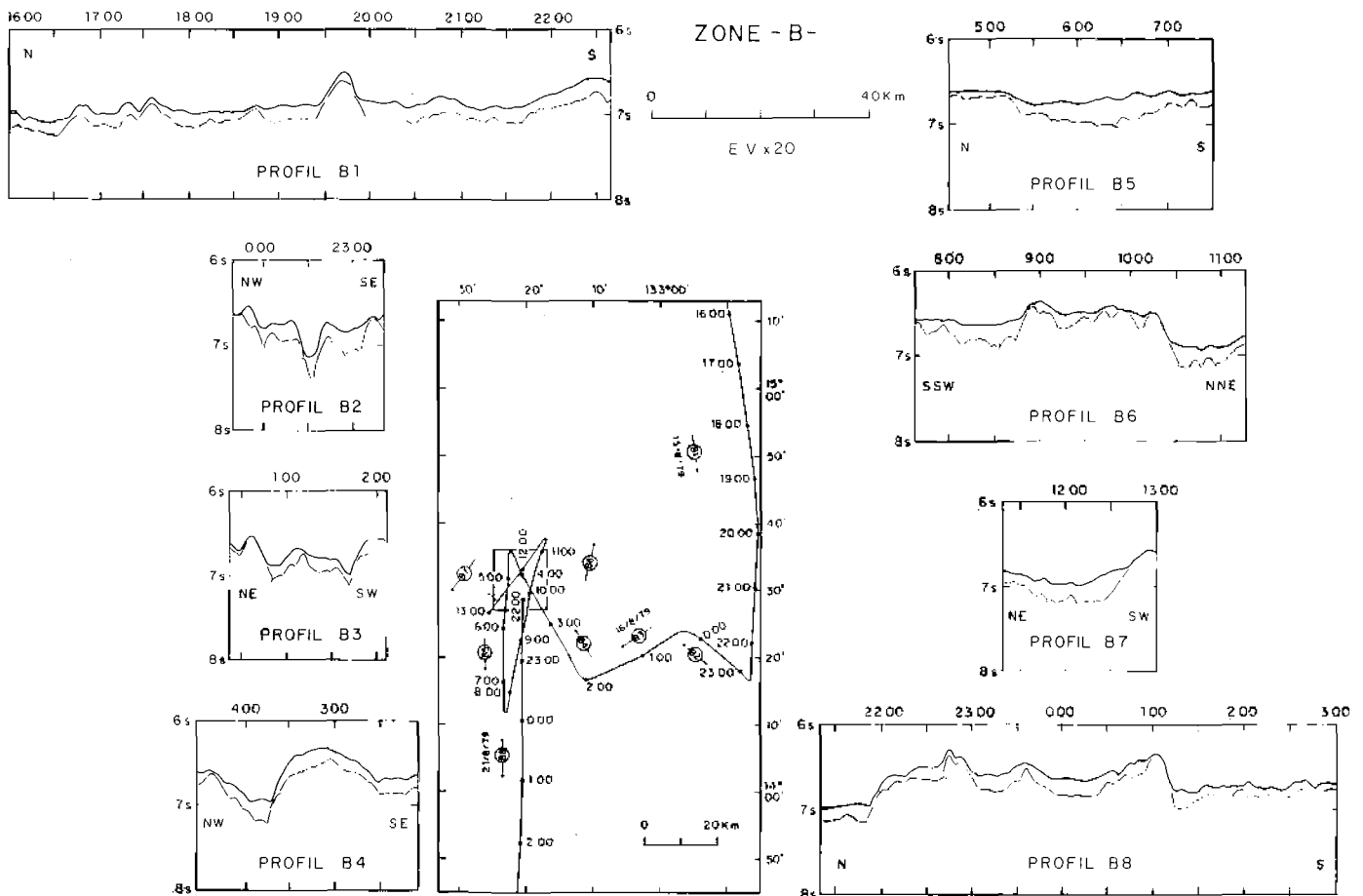


FIGURE 29. : Profils sismiques réalisés dans la région B pour déterminer le site B. En abscisse sont reportées les heures (vitesse moyenne : 9 nœuds) et en ordonnée les secondes. L'exagération verticale est : x 20. Le site B est délimité par un rectangle.
Position of seismic profiles B1 to B8. Basement represented for each profile. Horizontal scale in hours, vertical scale in seconds d.t. Vertical exaggeration about 20x. Rectangle shows site B.

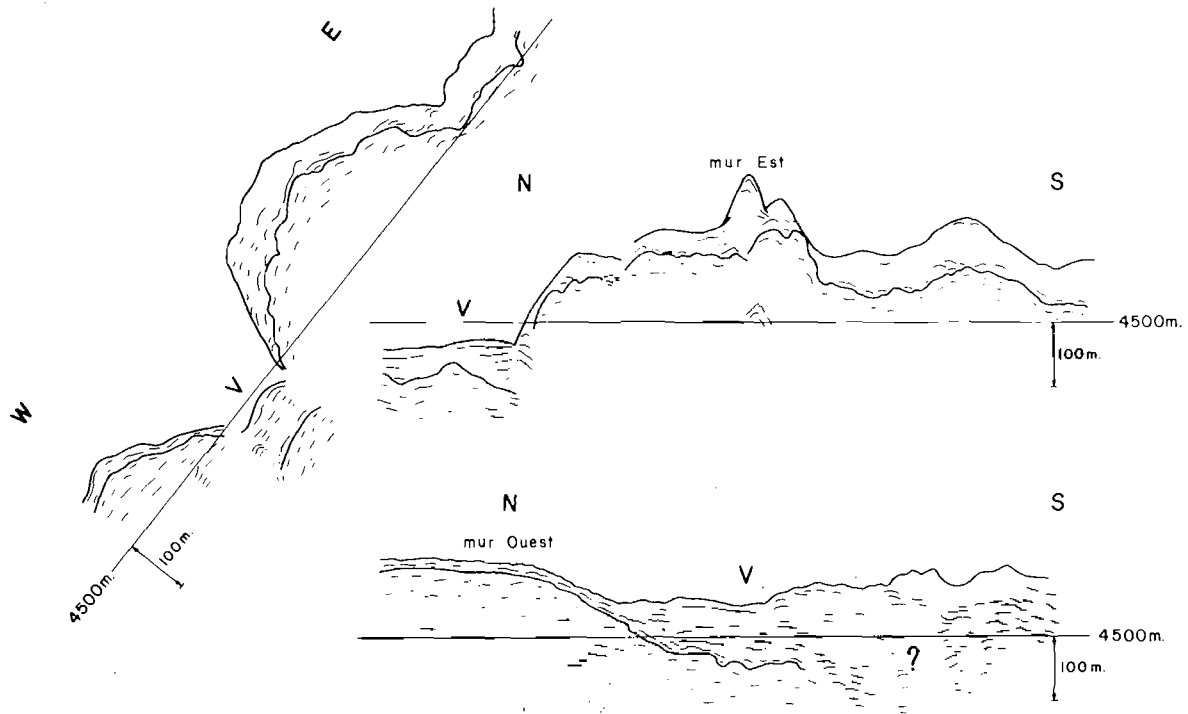


FIGURE 30: Détail des profils sismiques B4, B5 et B8 sur le site B montrant l'évolution de l'épaisseur de la couverture sédimentaire.
 V : vallée.
 Magnification of seismic profiles B4, B5 and B8 showing the rapid variation of the sedimentary thickness.
 V : deep valley.

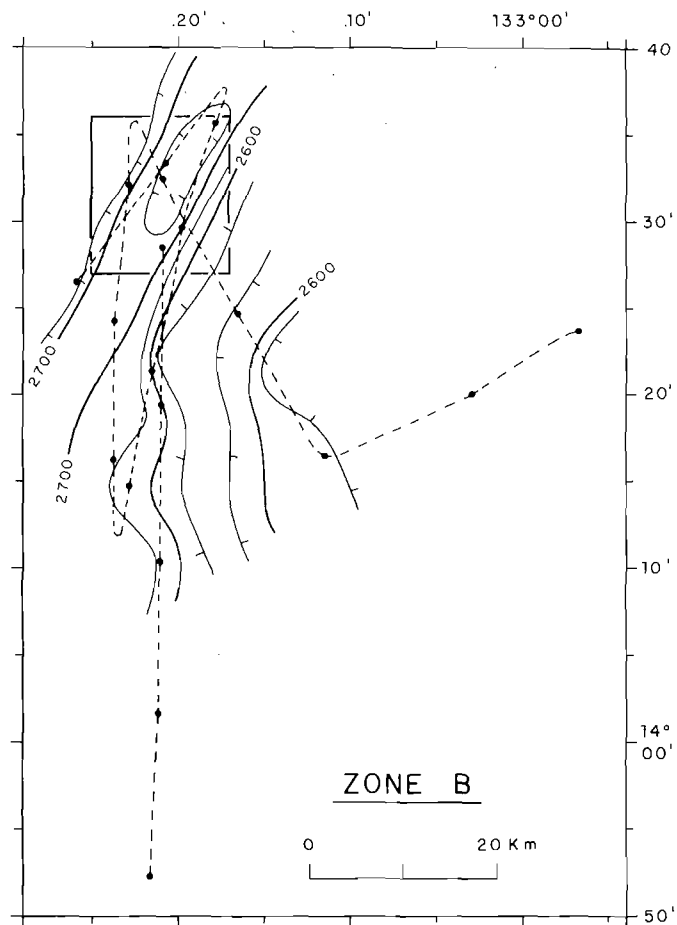


FIGURE 31 : Schéma morphologique de la région B. Les isobathes sont espacées de 50 brasses. Le site B est représenté par un rectangle. On note une succession de rides et de vallées adjacentes orientées N.NE-S.SW.
 Schematic morphology of area B. Isobath interval: 50 fathoms. General trend is N.NE-S.SW. Rectangle represents site B.

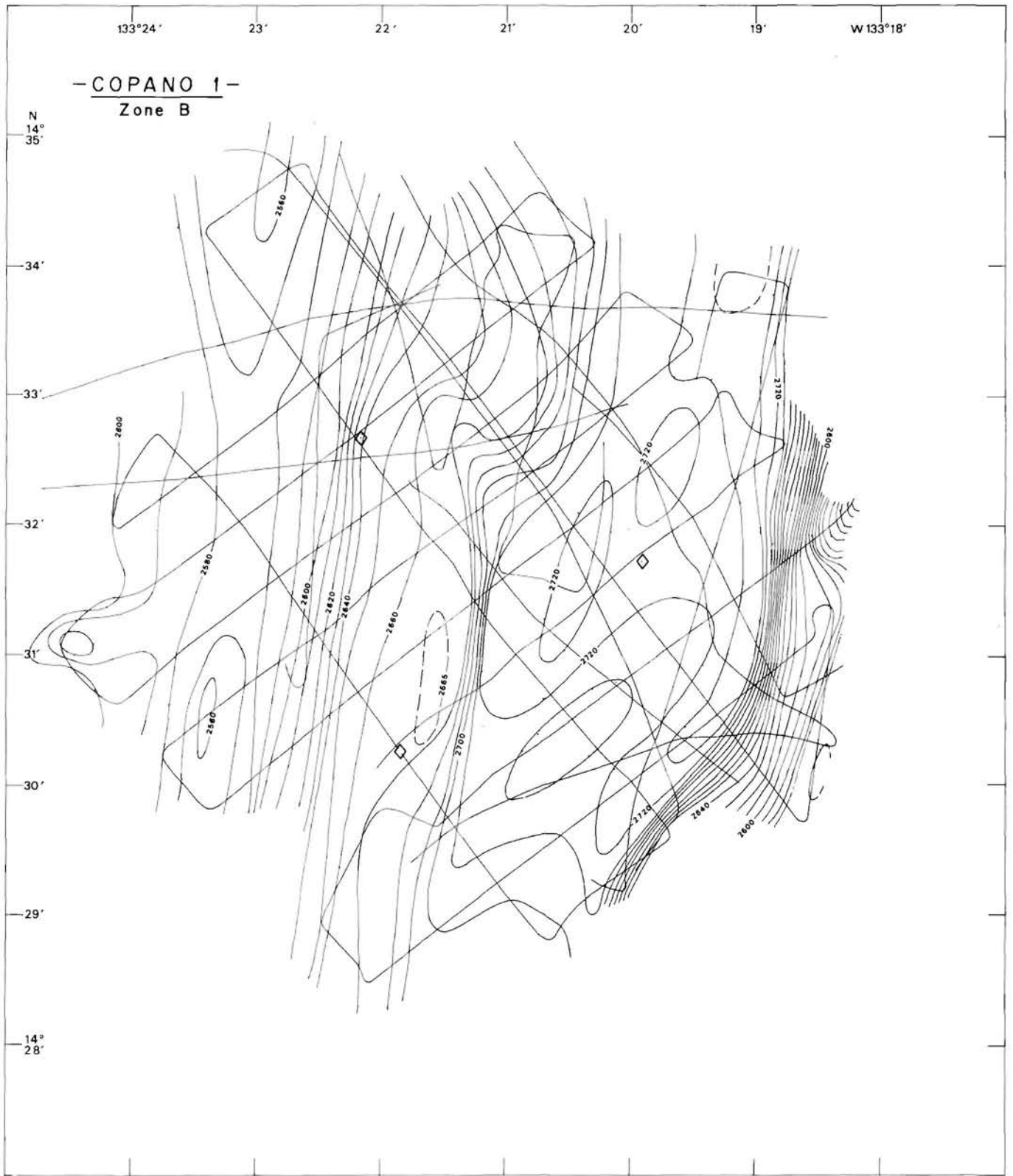


FIGURE 32: Carte bathymétrique du site B avec une équidistance des isobathes de 10 brasses.
 Bathymetry of site B. Isobath interval: 10 fathoms. Ship's runs indicated. The 3 diamonds mark the position of sea-floor transponders.

II. OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LE FOND

COPANO ZONE B

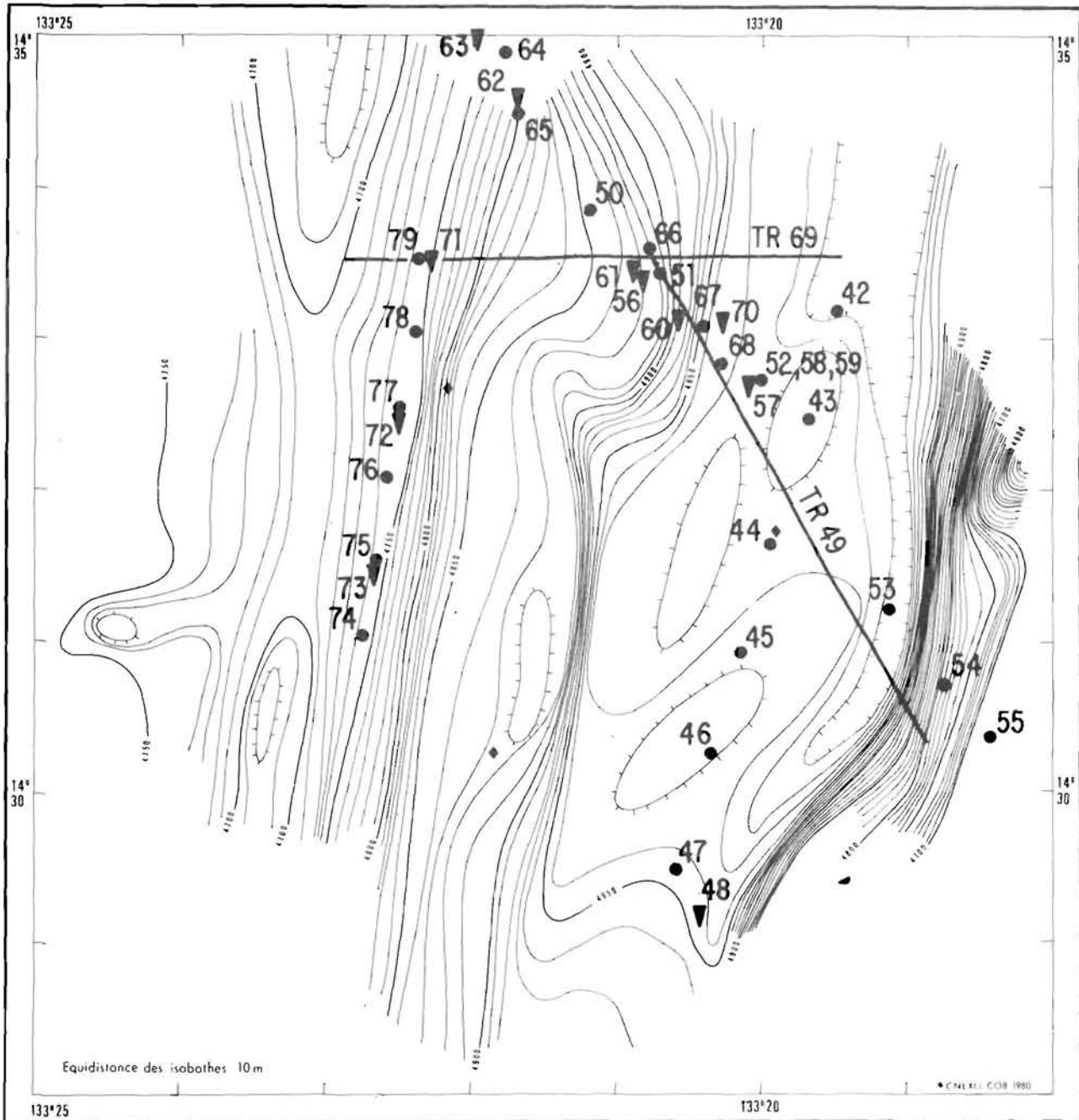


FIGURE 33: Positions des opérations sur le fond dans le site B sur fond bathymétrique exprimé en mètres non corrigés. Les traits représentent les trajets de la troïka (TR). Les points sont les prélèvements de nodules, les triangles sont les carottages et les losanges sont les balises de référence. *Bathymetric map of site B in uncorrected meters. Isobath interval: 10 meters. Circles represent sampling of nodules, triangles mark cores. Troïka runs also mapped.*

TABLEAU 14 : IMPLANTATION DU CHAMP DE BALISES
Position of the transpondeur array on the seafloor

La balise est située 200 m au-dessus du lest

position des balises :

B : 14° 30' 16" N et 133° 21' 54" W

G : 14° 32' 47" N et 133° 22' 13" W

E : 14° 31' 47" N et 133° 19' 53" W

Les balises sont à environ 4.500 mètres les unes des autres

III. DESCRIPTION DES SÉDIMENTS

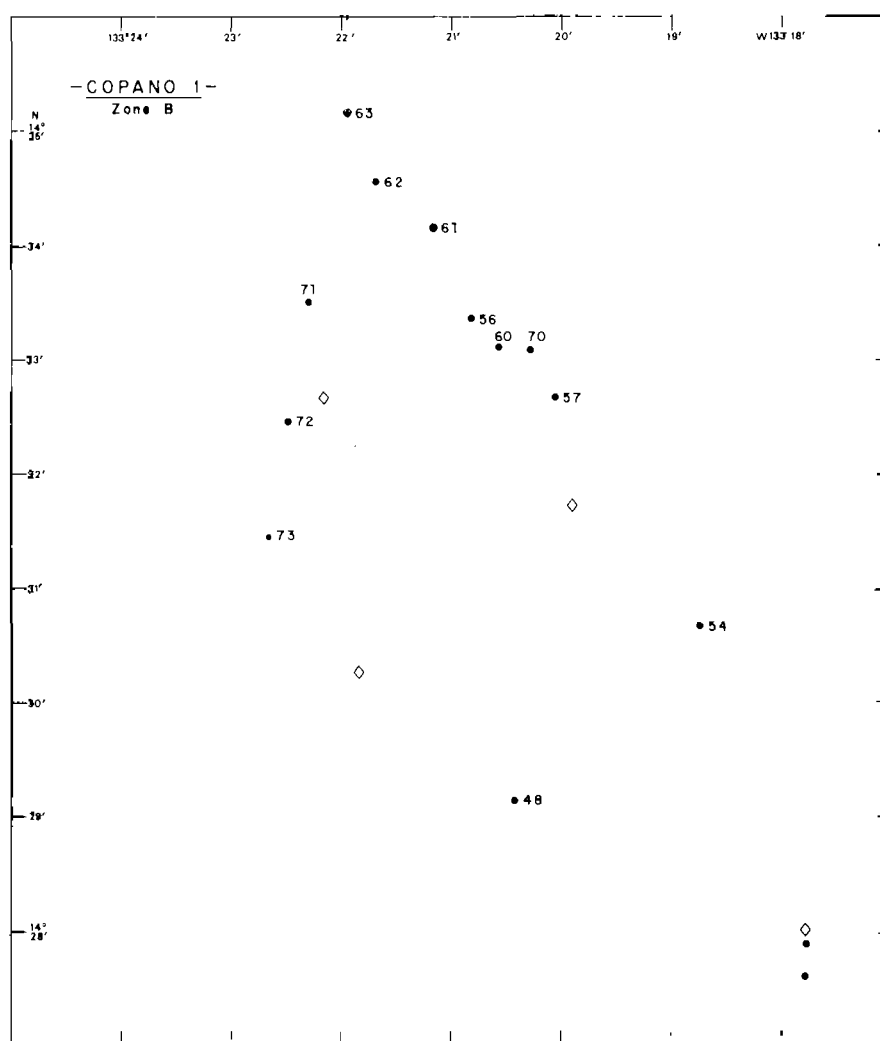


FIGURE 34 : Position des carottages sur le site B. Les points noirs sont des carottages Küllenberg (KL), les points encadrés sont des carottages boomerang (BL), les losanges sont les balises de référence.
 Location of cores. Symbols: solid circles: Küllenberg corer (KL), circled solid circles: boomerang corer (BL), diamonds: transponders.

TABLEAU 15 : POSITION ET PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENT DES CAROTTAGES SUR LE SITE B
 Position and depth of the cores on site B

PRÉLÈVEMENTS	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (nord)	LONGITUDE (ouest)
KL 48	4.953	14° 29' 07"	133° 20' 27"
KL 56	4.876	14° 33' 20"	133° 20' 50"
KL 57	4.984	14° 32' 46"	133° 20' 02"
BL 60	4.909	14° 33' 14"	133° 20' 34"
BL 61	4.860	14° 34' 09"	133° 21' 10"
BL 62	4.838	14° 34' 44"	133° 21' 44"
BL 63	4.744	14° 35' 09"	133° 21' 57"
KL 70	4.962	14° 33' 12"	133° 20' 16"
BL 71	4.744	14° 33' 31"	133° 22' 15"
BL 72	4.748	14° 32' 31"	133° 22' 29"
BL 73 (perdu)	4.748	14° 31' 27"	133° 22' 42"

A. DESCRIPTION DES CAROTTAGES

CAROTTE KL.48

position : 14° 29' 07" N
133° 20' 27" W

profondeur : 2.708 br ou 4.953 m
longueur : 734 cm

Description (fig. 35) : la couleur de base est brune (10 YR 4/3) avec des passages intermédiaires plus sombres dans lesquels la bioturbation est intense avec apport de sédiment plus clair. Certains tronçons présentent un aspect marbré. Une stratification discrète est visible dans le mètre supérieur et disparaît en profondeur.

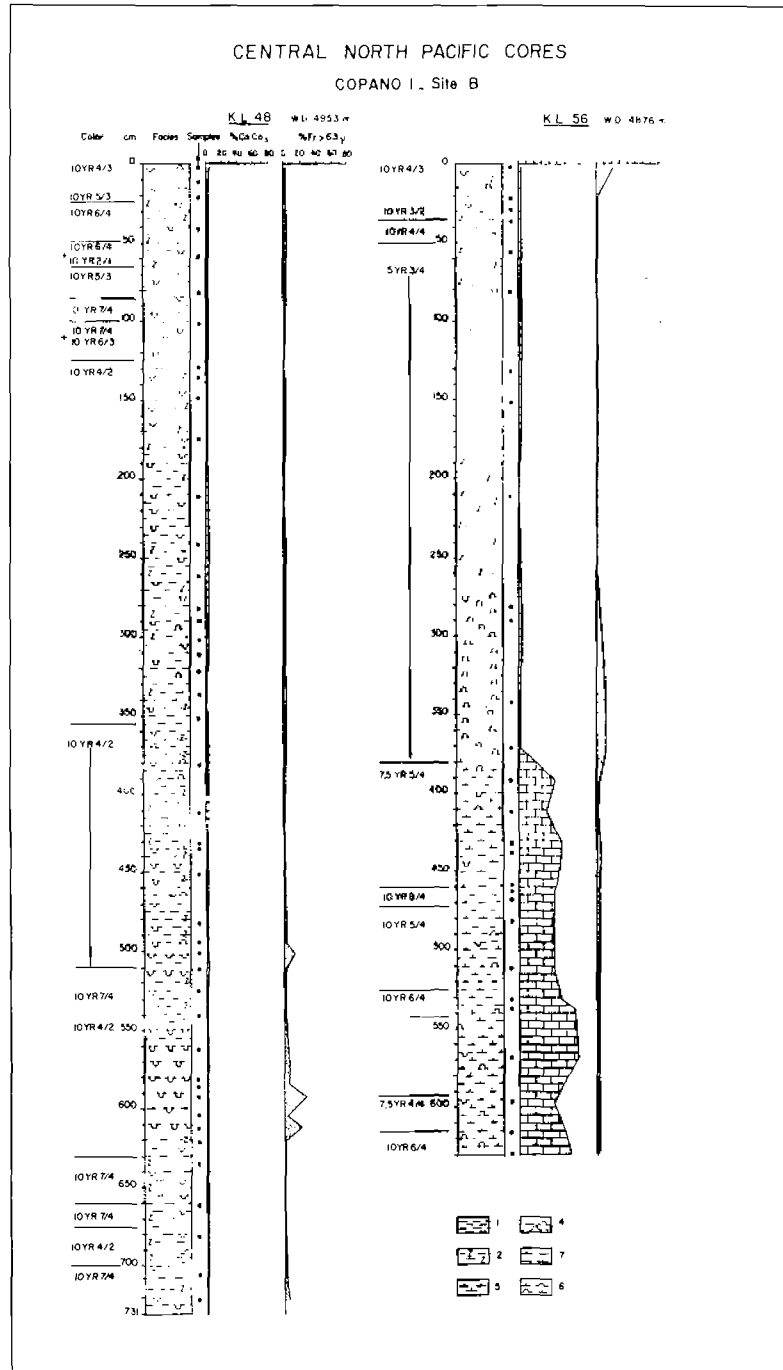


FIGURE 35: Représentation des caractéristiques sédimentologiques des carottes KL.48 et KL.56 : couleur, faciès, pourcentage des carbonates et de la fraction supérieure à 63 µm.

1: vase d'argiles, 2: vase d'argiles à hydroxydes et zéolites, 5: vase à nannoplancton, 7: vase argileuse à nannoplancton, 4: vase d'argiles avec Radiolaires, 6: vase à nannoflore avec Radiolaires.

Site B cores KL.48 and KL.56.

1: pelagic mud, 2: hydroxydes and zeolites bearing pelagic mud, 4: Radiolarian bearing pelagic mud, 5: nannoplankton ooze, 6: Radiolarian bearing nannoplankton ooze, 7: nannoplankton bearing pelagic mud.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 15% sablon, 85% argile
composition : 85% d'argiles, 7% de Radiolaires, 3% de Diatomées, 3% d'hydroxydes, 2% de zéolites
faciès : vase d'argiles avec organismes siliceux
- 134 cm texture : 11% sablon, 89% argile
composition : 89% d'argiles, 7% de Radiolaires, 2% de zéolites, 2% d'hydroxydes
faciès : vases d'argiles avec Radiolaires
- 284 cm texture : 7% sablon, 93% argile
composition : 93% d'argiles, 3% de Radiolaires, 2% de zéolites, 2% d'hydroxydes
faciès : vase d'argiles à traces de Radiolaires
- 434 cm texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 90% d'argiles, 5% d'hydroxydes, 3% de Radiolaires, 2% de zéolites
faciès : vase d'argiles à traces d'hydroxydes et d'organismes siliceux
- 584 cm texture : 17% sablon, 83% argile
composition : 83% d'argiles, 10% de Radiolaires, 3% d'hydroxydes, 2% de Diatomées, 2% de zéolites
faciès : vase d'argiles avec Radiolaires
- 730 cm (sommet de l'ogive)
texture : 26% sablon, 74% argile
composition : 74% d'argiles, 20% de Diatomées, 5% de Radiolaires, 1% de zéolites
faciès : vase d'argiles avec Diatomées
- 734 cm (base de l'ogive)
texture : 100% sablon
composition : 98% de Diatomées, 2% de Radiolaires
faciès : vase de Diatomées

Composition du sédiment

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
0 - 2	1,7	4,0
10 - 12	0,5	2,4
20 - 22	0,6	2,4
40 - 42	0,1	1,6
58 - 60	1,0	2,4
80 - 82	0,3	1,6
100 - 102	0,3	1,6
128 - 130	0,4	1,6
134 - 136	1,1	2,4
148 - 150	0,5	1,6
175 - 177	0,2	1,6
210 - 212	0,1	2,4
240 - 242	0,6	2,4
250 - 252	0,5	1,6
280 - 282	0,5	2,4
288 - 290	0,4	1,6
300 - 302	0,6	2,1
310 - 312	0,4	2,1
320 - 322	0,3	1,6
335 - 337	0,5	2,4
350 - 352	0,7	1,6
380 - 382	0,5	2,4

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
410 - 412	0,5	2,1
430 - 432	0,6	1,6
434 - 436	0,1	1,6
450 - 452	0,4	2,4
480 - 482	0,4	1,6
493 - 495	0,4	2,4
500 - 502	12,6	1,6
510 - 512	0,4	3,2
525 - 527	0,5	1,6
540 - 542	1,0	1,6
561 - 563	4,8	1,6
580 - 582	6,5	1,6
584 - 586	5,2	1,6
592 - 594	27,8	1,6
603 - 605	2,6	1,6
611 - 613	21,7	1,6
620 - 622	0,3	1,6
635 - 637	0,5	2,4
660 - 662	0,9	0,8
680 - 682	0,4	0,8
705 - 707	1,7	0,8
720 - 722	5,6	0,8

Datation (fig. 40) : les Radiolaires sont irrégulièrement distribués. Les Diatomées sont présentes en quantité variable. Très abondantes dans le 1/3 inférieur, elles forment des boues siliceuses (boues à *Ethmodiscus*).

Association de Radiolaires

- 0 - 10 cm : belle association de Radiolaires du Pléistocène supérieur - rares coccolithes d'âge pléistocènes.
- 10 - 490 cm : importante dissolution de la silice - rares Radiolaires pléistocènes.
- 490 - 706 cm : boue à *Ethmodiscus* d'âge plio-quatenaire - la présence, entre 570 et 706 cm, de *Pterocanium prismaticum*, *Amphirhopalum virchowii*, ? *Stichocorys peregrina* indiquent des dépôts pliocènes - l'apport de Radiolaires tertiaires est constant tout au long de la carotte, bien que réduit dans les boues à *Ethmodiscus*.

CAROTTE KL.56position : 14° 33' 20" N
133° 20' 50" Wprofondeur : 2.666 br ou 4.876 m
longueur : 630 cm*Description* (fig. 35) : on distingue trois grandes unités :

- de 0 à 30 cm : argile brun-clair,
- de 30 à 380 cm : argile couleur chocolat peu bioturbée et sans lamination,
- de 380 cm à la base : passage progressif à un sédiment beige clair s'éclaircissant vers la base. De nombreuses formes de bioturbation sont visibles, mélangeant les types de sédiment et donnant un aspect marbré. A la base, de nombreux clastes anguleux de couleur blanche parsèment le sédiment.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 90% d'argiles, 5% de Radiolaires, 3% d'hydroxydes, 2% de Diatomées
faciès : vase d'argiles à traces de Radiolaires
- 150 cm texture : 20% sablon, 80% argile
composition : 80% d'argiles, 20% d'hydroxydes
faciès : vase d'argiles avec hydroxydes
- 300 cm texture : 25% sablon, 75% argile
composition : 75% d'argiles, 15% d'hydroxydes, 10% de Radiolaires
faciès : vase d'argiles avec hydroxydes et Radiolaires
- 450 cm texture : 63% sablon, 37% argile
composition : 37% d'argiles, 45% de nannoflore, 15% de Radiolaires, 3% d'hydroxydes
faciès : vase à nannoflore, à argiles et à Radiolaires
- 550 cm texture : 70% sablon, 30% argile
composition : 60% de nannoflore, 30% d'argiles, 10% de Radiolaires
faciès : vase de nannoflore à argiles avec Radiolaires

Composition du sédiment

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
0 - 2	21,2	3,2
20 - 22	0,4	2,4
28 - 30	1,1	2,4
35 - 37	1,2	2,4
55 - 57	1,9	2,4
80 - 82	0,8	2,4
130 - 132	0,6	2,4
150 - 152	0,6	2,4
210 - 212	0,4	0,8
280 - 282	2,3	3,2
288 - 290	3,8	4,0
340 - 342	11,0	2,4
370 - 372	11,9	2,4
390 - 392	3,9	46,8

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
410 - 412	1,3	36,5
430 - 432	2,8	54,0
437 - 439	3,8	54,0
458 - 460	2,4	49,2
462 - 464	2,9	45,3
468 - 470	4,0	46,1
480 - 482	3,8	44,5
510 - 512	2,8	44,5
530 - 532	3,3	56,3
536 - 538	3,1	72,7
568 - 570	2,1	76,6
595 - 597	5,4	45,3
615 - 617	3,3	60,9
629 - 631	2,8	66,4

Association de Radiolaires (fig. 36)

- 0 - 30 cm : association quaternaire, l'absence de *B. invaginata*, *C. tuberosa* peut suggérer un âge plus vieux que 350.000 ans.
- 30 - 120 cm : pas de Radiolaires - Micronodules.
- 199 - 201 cm : association quaternaire.
- 230 - 240 cm : pas de Radiolaires.
- 279 - 355 cm : haute dissolution de la silice biogène. Les restes biosiliceux, en particulier des épines d'Orosphaeridae, ne donnent pas d'information biostratigraphique.
- 355 - 630 cm : l'abondance de *Dorcadospyrus forcipata*, *Dorcadospyrus ateuchus*, *Dorcadospyrus papilio*, *Cyclampteryium* (?) *pegetrum*, *Tholospyris anthopora*, *Calocyclella virginis*, la présence de *Dorcadospyrus simplex*, *Calocyclella robusta*, *Theocyrtis annosa*, *Stichocorys delmontensis* indiquent que cette association appartient à la zone à *Calocyclella virginis* et qu'elle donne un âge qui se situerait aux environs de 22 mA. Seule la présence de *Acrocubus octopylus* peut compromettre cette attribution.

Le nannoplancton

- 375 - 593 cm : Miocène inférieur. Recristallisation des Discoasters.
- 629 - 630 cm : *Sphenolithus dissimilis*, *S. pacificus*, *Cyclicargolithus abisectus*, *Blackites amplus*, *Discoaster distinctus*, *D. deflandrei*, indiquent la présence d'une flore du Miocène inférieur qui peut être placée dans la zone NN1-2.

Biostratigraphie (fig. 37 et 40)

- 0 - 200 cm : Quaternaire
- 200 - 355 cm : ?
- 355 - 630 cm : Miocène inférieur; base de zone à *Calocyclus virginis* (629 - 630 cm) zone NN1-2.

Entre 0 et 200 cm, la faune de Radiolaires d'âge quaternaire est associée à des éléments oligocènes inférieurs, qui, proportionnellement, deviennent dominants dès 30 cm.

CAROTTE KL.57

position : 14° 32' 46" N
133° 20' 02" W

profondeur : 2.725 br ou 4.984 m
longueur : 735 cm

Description (fig. 38) : la carotte est relativement homogène avec un assombrissement progressif vers la base. Dans l'unité supérieure 0 à 440 cm le sédiment est brun (10 YR 4/3) avec quelques marbrures de sédiment plus clair. Dans l'unité inférieure la bioturbation est beaucoup plus intense avec présence de niveaux à bords déchiquetés de sédiment plus clair.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 30% sablon, 70% argile
composition : 73% d'argiles, 15% de Radiolaires, 10% d'hydroxydes, 2% de Diatomées
faciès : vase d'argiles avec Radiolaires et hydroxydes
- 182 cm texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 90% d'argiles, 5% d'hydroxydes, 3% de Radiolaires, 2% de zéolites
faciès : vase d'argiles à traces d'hydroxydes et de Radiolaires
- 332 cm texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 91% d'argiles, 5% de Radiolaires, 3% d'hydroxydes, 1% de zéolites
faciès : vase d'argiles à traces de Radiolaires et d'hydroxydes
- 482 cm texture : 3% sablon, 97% argile
composition : 97% d'argiles, 2% de zéolites, 1% d'hydroxydes, quelques Radiolaires
faciès : vase d'argiles
- 632 cm texture : 7% sablon, 93% argile
composition : 93% d'argiles, 5% de zéolites, 1% de Radiolaires, 1% d'hydroxydes
faciès : vase d'argiles à traces de zéolites

Composition du sédiment

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
0 - 2	0,3	3,2
10 - 12	0,2	2,4
20 - 22	0,1	2,4
23 - 25	0,2	1,6
50 - 52	0,1	2,4
90 - 92	0,1	1,6
120 - 122	0,2	2,4
170 - 172	0,2	2,4
175 - 177	0,4	1,6
230 - 232	0,3	1,6
290 - 292	0,2	2,4
315 - 317	0,7	2,4
350 - 352	0,5	1,6
410 - 412	0,7	1,6

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
440 - 442	0,6	2,4
450 - 452	0,6	1,6
458 - 460	1,7	1,6
472 - 474	0,6	2,4
500 - 502	0,5	1,6
540 - 542	0,5	1,6
600 - 602	0,6	1,6
618 - 620	0,8	1,6
625 - 627	0,9	1,6
665 - 667	0,9	2,4
700 - 702	1,0	2,4
720 - 722	0,7	2,4
730 - 732	1,1	1,6

Datation (fig. 40) : L'allure des sédiments et la succession des assemblages rappellent celles décrites pour KL.70.

Association de Radiolaires

- 0 - 20 cm : association quaternaire polluée par de rares éléments oligocènes
- 20 - 300 cm : l'assemblage tertiaire se différencie de celui du site KL.70 par la présence :
 - de plus nombreux éléments communs à l'Éocène et l'Oligocène (*Calocyclus asperum*, *Lychnocanium hirundo*);
 - de formes oligocènes, ou éocènes-oligocènes, souvent peu signalées dans le Pacifique (*Pteropilium* (?) sp. aff. *P. continguum*, *Archipilium* sp. aff. *A. macropus*, *Periphaena* (?) Sp. ou *P. dupla*);
 - d'espèces plus caractéristiques de la zone à *Thyrsoyrtis bromia*.Une telle association permet de situer les dépôts près de la limite Éocène/Oligocène, à la partie inférieure de la zone à *Theocyrtis tuberosa*.
- 300 - 500 cm : haute dissolution de la silice biogène. Tertiaire dissous.
- 500 - 732 cm : Radiolaires à l'état de traces.

CAROTTE BL.60

position : 14° 33' 14" N
133° 20' 34" W

profondeur : 2.684 br ou 4.909 m
longueur : 13 cm

Description : 1 cm de boue brune (10 YR 4/3) en surface, 12 cm de boue calcaire blanche (10 YR 8/2).

Examen de frottis

- 0 cm texture : 25% sablon, 75% argile
composition : 75% d'argiles, 10% de Radiolaires, 7% de nannoflore, 5% d'hydroxydes, 2% de Diatomées, 1% de zéolites
faciès : vase d'argiles avec Radiolaires et nannoflore et traces d'hydroxydes
remarque : la dissolution est très vigoureuse car il y a peu de coccolithes associés à des Discoasters.
- 13 cm texture : 77% sablon, 23% argile
composition : 75% de coccolithes, 23% d'argiles, 1% d'hydroxydes, 1% de Radiolaires
faciès : vase de coccolithes avec argiles
remarque : peu de dissolution car les coccolithes sont associés aux Discoasters.

Datation : (fig. 37 et 40)

Association de Radiolaires :

1 - 13 cm : Oligocène supérieur. L'assemblage de Radiolaires est voisin de celui rencontré en KL.56, entre 375 cm et la base. Il s'en différencie cependant par l'absence de *Calocyclus virginis* et par la présence de *Dorcadospyris circulus*. Il indique un âge d'environ 24 millions d'années.

Le nannoplancton : l'association de coccolithes correspond à un âge oligocène supérieur, très près du Miocène (NP.25 à NN.1).

CAROTTE BL.61

position : 14° 34' 09" N
133° 21' 10" W

profondeur : 2.657 br ou 4.860 m
longueur : 82 cm

Description (fig. 39) : sédiment gris brun (10 YR 4/2) homogène.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 90% d'argiles, 5% de Radiolaires, 3% d'hydroxydes, 1% de zéolites, 1% de Diatomées
faciès : vase d'argiles à traces de Radiolaires et d'hydroxydes
remarque : les zéolites sont bien développées.

Composition du sédiment

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
0 - 2	7,7	2,5
25 - 27	0,7	0,8
50 - 52	2,4	2,4
75 - 77	0,8	2,4

Datation (fig. 40) : les successions sont comparables à celles vues au sommet de la carotte KL.56.

- 0 - 10 cm : association quaternaire
- 10 - 100 cm : pas de faune.

CAROTTE BL.62position : 14° 34' 44" N
133° 21' 44" Wprofondeur : 2.645 br ou 4.838 m
longueur : 106 cm

Description (fig. 39) : sédiment brun (10 YR 4/3) en surface s'assombrissant graduellement vers la base. De 30 cm à 60 cm on note de nombreuses figures de bioturbation lenticulaires de couleur beige clair.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 30% sablon, 70% argile
composition : 70% d'argiles, 15% de Radiolaires, 3% de Diatomées, 10% d'hydroxydes, 1% de zéolites
faciès : vase d'argiles avec Radiolaires et hydroxydes
- 106 cm texture : 15% sablon, 85% argile
composition : 85% d'argiles, 10% de zéolites, 3% d'hydroxydes, présence de Radiolaires et de débris de poissons
faciès : vase d'argiles avec zéolites

Composition du sédiment

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
0 - 2	46,0	1,7
23 - 25	0,7	2,5
40 - 42	0,7	2,5
70 - 72	1,1	2,5
90 - 92	1,0	2,0

Datation (fig. 40) : les successions sont comparables à celles du sommet de la carotte KL.56 :

- 0 - 10 cm : association quaternaire
- 10 - 106 cm : pas de faune.

CAROTTE BL.63position : 14° 35' 09" N
133° 21' 57" Wprofondeur : 2.594 br ou 4.744 m
longueur : 12 cm

Description : sédiment homogène brun foncé (7,5 YR 3/2) à faible teneur en eau et donc de consistance ferme (mélange lors de la récupération).

Examen de frottis

- 0 cm texture : 35% sablon, 65% argile
composition : 65% d'argiles, 20% d'hydroxydes, 15% de Radiolaires
faciès : vase d'argiles avec hydroxydes et Radiolaires

Datation (fig. 40) : 12 cm de sédiments bruns. Association de Radiolaires de la limite Éocène-Oligocène.

CAROTTE KL.70position : 14° 33' 12" N
133° 20' 16" Wprofondeur : 2.713 br ou 4.962 m
longueur : 600 cm

Description (fig. 38) : on peut distinguer deux unités dans cette carotte homogène de sédiment de couleur brune. De la surface à 204 cm, le sédiment est brun clair (10 YR 5/3) avec trois passages bioturbés. La partie inférieure est de couleur chocolat foncé, d'aspect plus grumeleux, avec quelques rares clastes arrondis de couleur brun clair.

Examen de frottis

- 0 cm texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 90% d'argiles, 5% de Radiolaires, 1% de Diatomées, 3% d'hydroxydes, 1% de zéolites
faciès : vase d'argiles à traces de Radiolaires et d'hydroxydes
- 150 cm texture : 10% sablon, 90% argile
composition : 90% d'argiles, 5% d'hydroxydes, 2% de zéolites, 2% de Radiolaires, 1% de débris de poissons
faciès : vase d'argiles à traces d'hydroxydes
- 300 cm, 450 cm et 600 cm texture : 20% sablon, 80% argile
composition : 80% d'argiles, 15% d'hydroxydes, 2% de zéolites, 2% de Radiolaires
faciès : vase d'argiles avec hydroxydes

Composition du sédiment

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
0 - 2	0,4	2,4
30 - 32	0,3	1,6
60 - 62	0,3	2,4
90 - 92	0,7	2,4
110 - 112	0,6	2,4
136 - 138	0,6	2,4
138 - 140	0,7	2,4
160 - 162	0,6	2,4
190 - 192	1,1	1,6
205 - 207	0,7	1,6
230 - 232	0,7	2,4
260 - 262	0,5	1,6
280 - 282	0,4	3,3

niveau (cm)	% > 63 µm	% Ca CO ₃
290 - 292	0,8	2,4
320 - 322	0,5	2,4
350 - 352	0,2	2,4
380 - 382	0,2	2,4
410 - 412	0,4	3,3
430 - 432	0,3	2,4
450 - 452	0,8	2,4
480 - 482	0,6	1,6
510 - 512	0,3	2,4
540 - 542	0,5	2,4
570 - 572	0,3	2,4
595 - 597	0,4	2,4

Datation (fig. 40)

Associations de Radiolaires

- 0 - 35 cm : association quaternaire. Apport de faunes oligocènes
- 35 - 100 cm : association oligocène inférieur. L'abondance de *Theocyrtis tuberosa*, la présence de *A. gracilis*, *Centrobotrys gravida*, *Cyclampterium (?) milowi*, *Dorcadospyrus ateuchus*, *D. tricerus*, (?) *D. spinosa*, *Lithocyclia angustum* définissent un assemblage qui représente la base de la zone à *Theocyrtis tuberosa*.
- 100 - 200 cm : haute dissolution de l'opale. Assemblage oligocène fortement réduit.
- 200 - 600 cm : très rares fragments.
- 600 cm : organismes tertiaires dissous.

CAROTTE BL.71

position : 14° 33' 31" N
133° 22' 15" W

profondeur : 2.594 br ou 4.744 m
longueur : 20 cm

Description : en surface 1 cm d'encroûtement à fragments de nodules compactés. Sous cette croûte superficielle on voit une boue brune (10 YR 4/3) avec, par places, des nuances plus sombres (10 YR 3/3) dues à la présence de micronodules et de fragments de nodules.

Examen de frottis

texture : 20% sablon, 80% argile
composition : 80% d'argiles, 10% de Radiolaires, 7% d'hydroxydes, 2% de Diatomées
faciès : vase d'argiles avec Radiolaires puis hydroxydes

CAROTTE BL.72

position : 14° 32' 31" N
133° 22' 29" W

profondeur : 2.596 br ou 4.748 m
longueur : 47 cm

Description (fig. 39) : sédiment brun foncé homogène (10 YR 4/3). On note entre 35 et 40 cm une lentille de sédiment beige clair (galet mou ou bioturbation?).

Examen de frottis

- surface texture : 42% sablon, 58% argile
composition : 58% d'argiles, 40% d'hydroxydes, 2% de Radiolaires
faciès : vase d'argiles à hydroxydes
- 47 cm texture : 32% sablon, 68% argile
composition : 68% d'argiles, 30% d'hydroxydes, 1% de Radiolaires, traces de zéolites et de verre volcanique
faciès : vase d'argiles à hydroxydes

Composition du sédiment

niveau (cm)	% > 63 μm	% Ca CO ₃
0 - 2	2,5	1,7
5 - 7	2,6	2,5
20 - 22	2,5	2,5
41 - 43	1,0	2,0

SYNTHÈSE SÉDIMENTAIRE DE LA ZONE B (fig. 40)

Les sédiments renfermant des Radiolaires quaternaires couvrent la presque totalité de l'aire B à l'exception de quelques prélèvements situés sur la rive ouest. Sur le flanc ouest de la vallée, on passe du Quaternaire au Miocène inférieur par l'intermédiaire de couches renfermant des micronodules et où les micro-organismes siliceux et calcaires sont en voie de dissolution ou dissous. C'est également dans cette région qu'affleurent des dépôts d'âge oligocène.

Dans une telle succession qui se retrouve donc en A et B :

- Quaternaire,
- sédiments sans nannoflore et sans Radiolaires,
- Miocène inférieur ou Oligo-Miocène ou Oligocène,

il y a régulièrement des apports de faunes et flores remaniées plus anciennes, faune oligocène et flore miocène dans le Quaternaire, flores éocènes dans l'Oligocène, les associations fauniques de la limite oligo-miocène ou du Miocène étant plus faiblement polluées.

Les séries sédimentaires du fond de la vallée de l'aire B ne s'apparentent plus à ce schéma. Dans la partie sud, le passage entre les sédiments pléistocènes supérieurs du sommet et les boues siliceuses basales d'âge plio-quaternaire se fait par l'intermédiaire d'une épaisse série où les Radiolaires sont fortement dissous et où l'apport de faune tertiaire prédomine à plus de 90%. Dans la partie nord, les dépôts quaternaires d'épaisseurs variables reposent directement sur des sédiments renfermant des Radiolaires d'âge oligocène inférieur. Les apports presque continus de sédiments plus anciens dont l'importance atteint des valeurs très élevées, les phénomènes de dissolution tant pour la silice amorphe que pour la calcite, les processus de diagenèse précoce sont les points dominants de cette zone.

B. ANALYSES CHIMIQUES DE SÉDIMENTS DE SURFACE

TABLEAU 16 : ANALYSES CHIMIQUES DE QUELQUES SÉDIMENTS DE SURFACE DU SITE B
Surface sediment geochemical data
 (Imperial College of London analysis)

CAROTTE	Ca %	Fe %	Mn %	Al %	Cu ppm	Co ppm	Ni ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ti ppm	Mn/Fe
KL 48	0,96	4,85	0,44	6,37	412	101	218	156	45	4 162	0,09
KL 57	0,87	4,93	0,38	5,61	365	112	180	155	36	4 137	0,08
KL 70	0,91	4,74	0,47	6,22	371	102	210	149	41	4 098	0,10
KL 56	0,87	4,99	0,49	7,75	359	121	199	165	57	4 358	0,10
BL 61	0,95	4,71	0,46	7,19	334	106	192	149	62	4 413	0,10
BL 62	0,97	4,80	0,49	6,78	382	108	200	174	71	4 605	0,10
BL 72	1,33	7,40	1,38	5,14	605	101	617	224	67	2 912	0,19

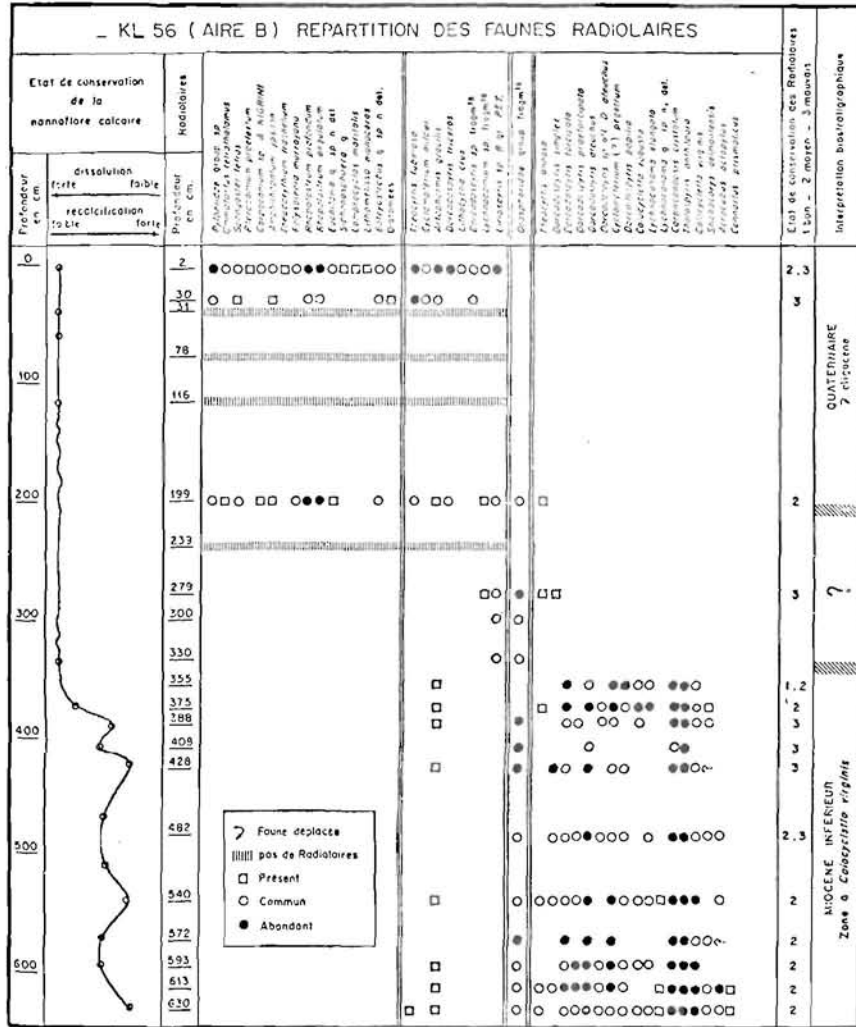


FIGURE 36: Répartition des faunes de Radiolaires dans la carotte KL.56.
 KL.56: distribution of the radiolarian fauna.

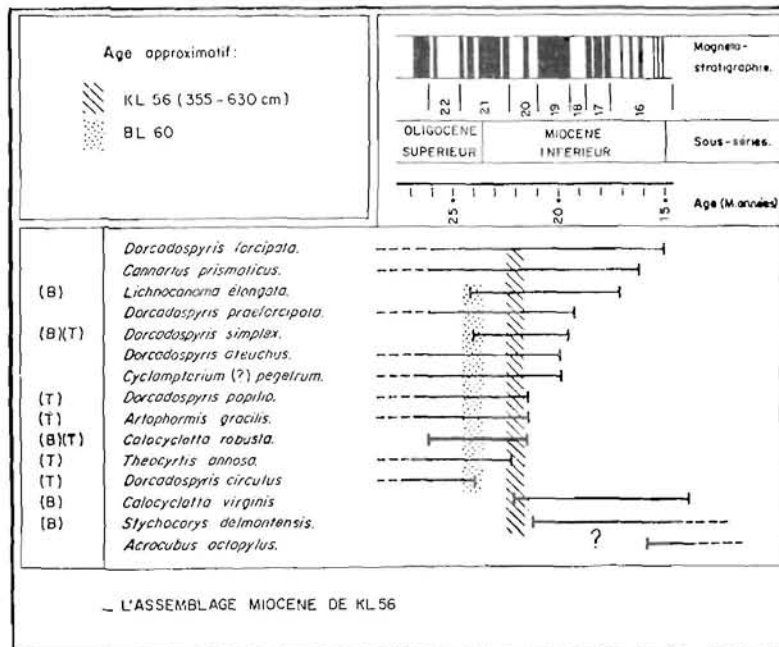


FIGURE 37: L'assemblage miocène de KL.56 et BL.60.
 Datation of KL.56 and BL.60 after siliceous content.

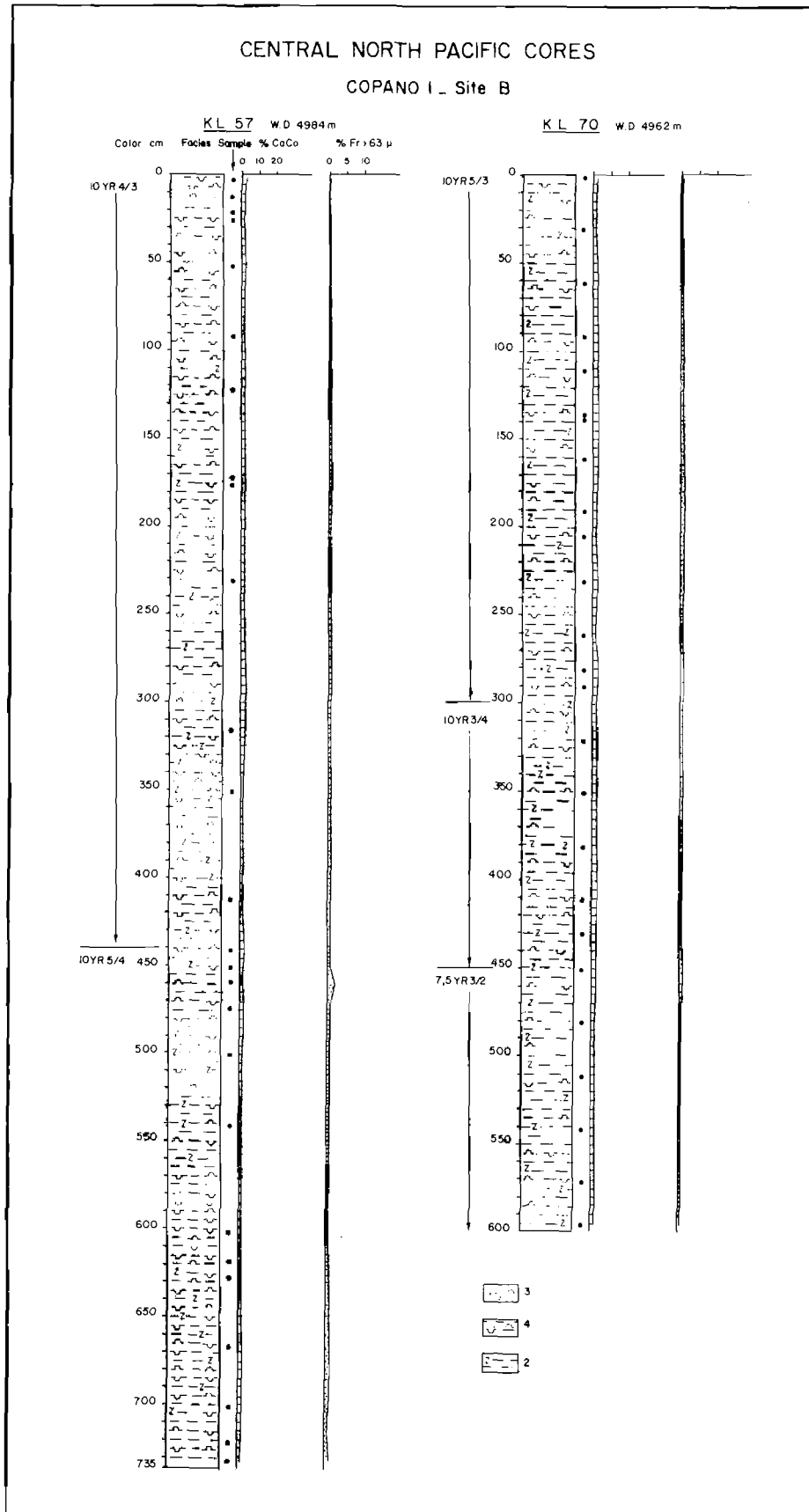


FIGURE 38 : Représentation des caractéristiques sédimentologiques des carottes KL.57 et KL.70 : couleur, faciès, pourcentage des carbonates et de la fraction supérieure à 63 μm.

2: vase d'argiles à hydroxydes et zéolites, 3: vase d'argiles avec des Radiolaires, 4: vase d'argiles à traces de Radiolaires.

Site B cores KL.57 and KL.70.

Symbols: 2: hydroxydes and zeolites bearing pelagic mud, 3: Radiolarian bearing pelagic mud, 4: pelagic mud with some Radiolaria.

CENTRAL NORTH PACIFIC CORES

COPANO I. Site B

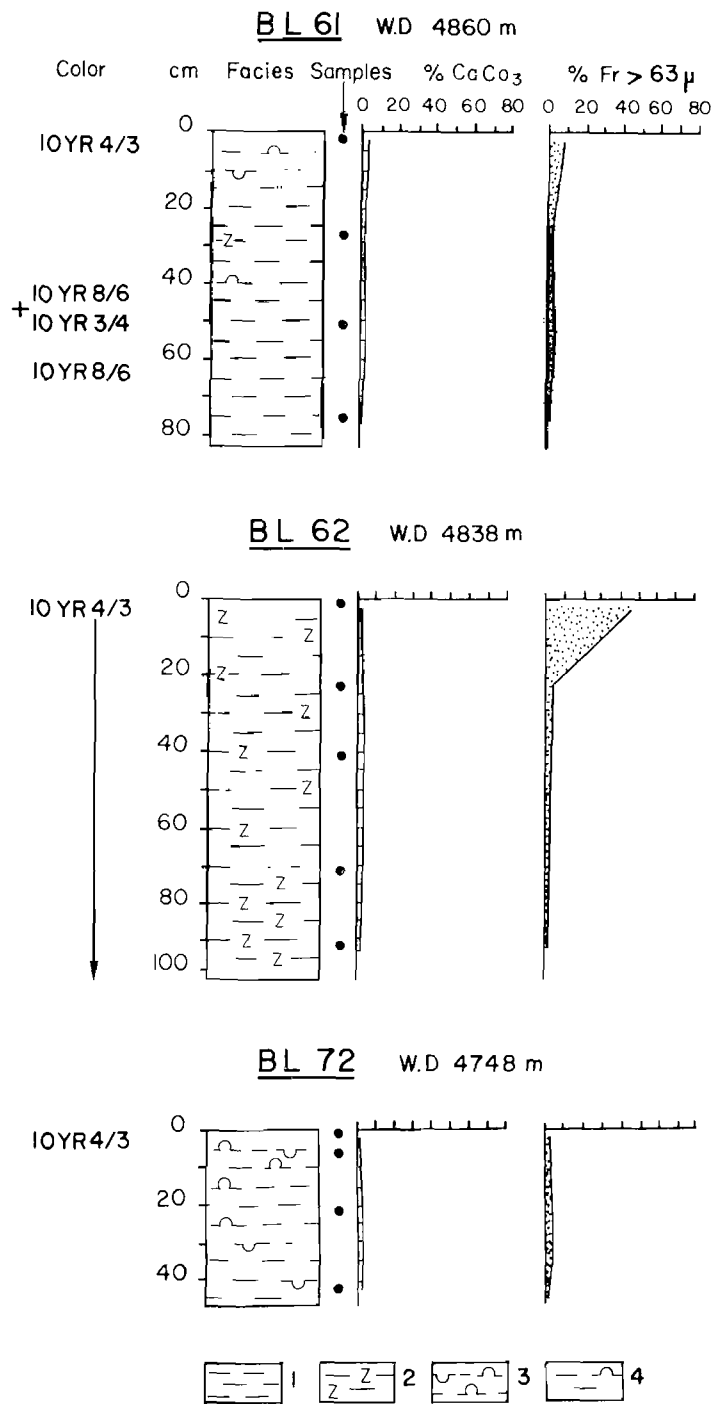


FIGURE 39: Représentation des caractéristiques sédimentologiques des carottes BL.61, BL.62, BL.72.
 1: vase d'argiles, 2: vase d'argiles à hydroxydes et zéolites, 3: vase d'argiles avec des Radiolaires, 4: vase d'argiles à traces de Radiolaires.
 Site B cores BL.61, BL.62 and BL.72.
 Symbols: see figures 35 and 38.

- AIRE B : Interprétation biostratigraphique

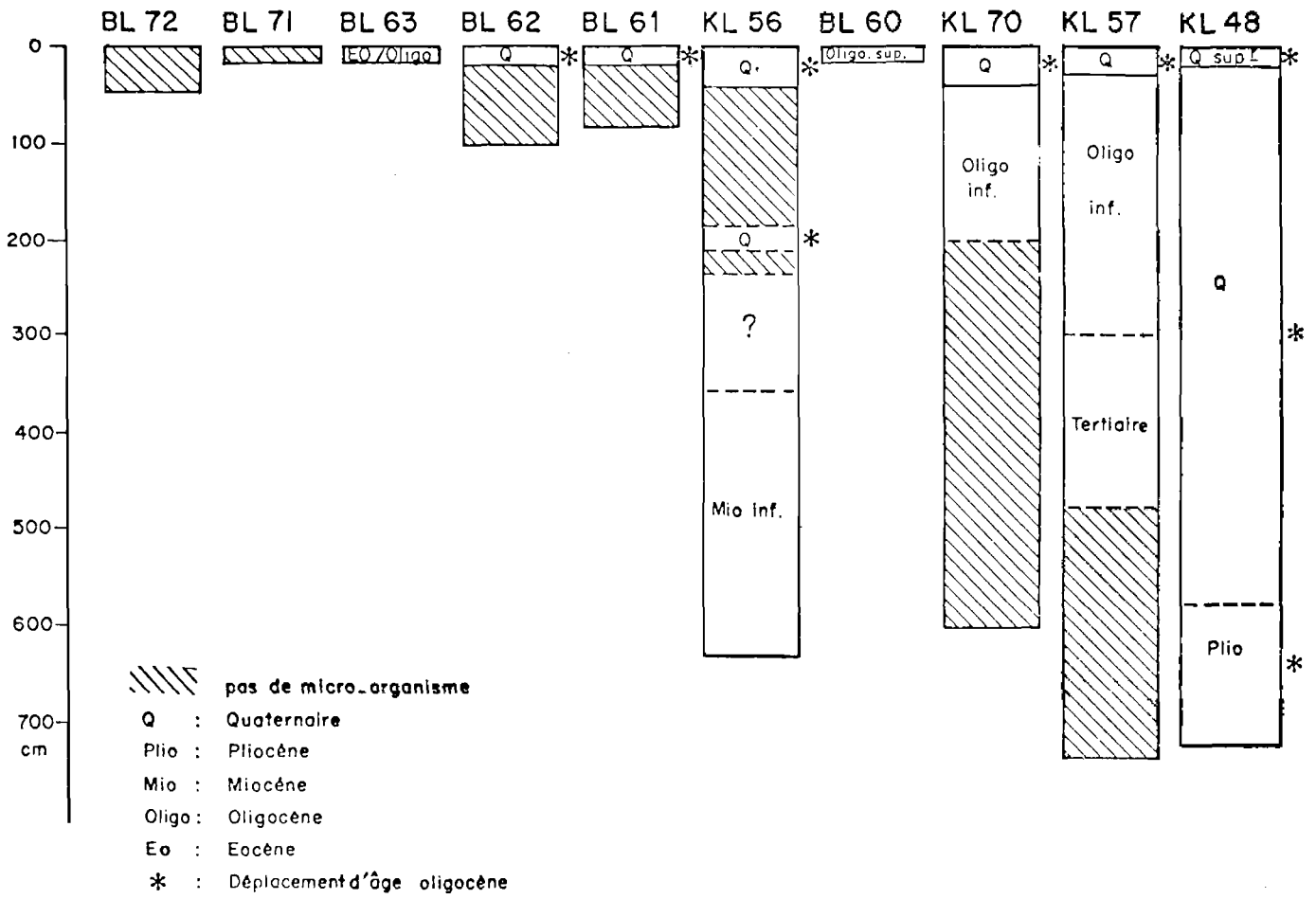


FIGURE 40: Interprétation biostratigraphique du site B.
Site B: biostratigraphy of the cores.

IV. DESCRIPTION DES NODULES

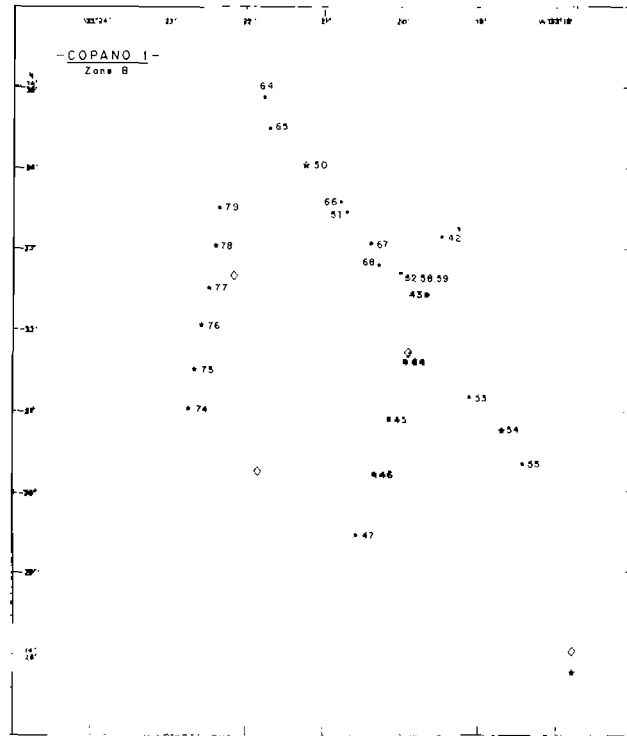


FIGURE 41: Positions des prélèvements de nodules sur le site B.
Nodule sample positions.

TABLEAU 17 : POSITION ET PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENTS DES NODULES SUR LE SITE B
Position and depth of the nodule samples (Site B)

LOCALITÉ	PL	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (nord)	LONGITUDE (ouest)
Loc. 5	PL 42	4.993	14° 33' 15"	133° 19' 27"
	PL 43	4.964	14° 32' 31"	133° 19' 38"
	PL 44	4.975	14° 31' 35"	133° 19' 56"
	PL 45	4.968	14° 30' 56"	133° 20' 08"
	PL 46	4.964	14° 30' 14"	133° 20' 20"
	PL 47	4.950	14° 29' 26"	133° 20' 35"
Loc. 6	PL 50	4.862	14° 34' 01"	133° 21' 14"
	PL 51	4.883	14° 33' 35"	133° 20' 41"
	PL 52	4.984	14° 32' 50"	133° 19' 59"
	PL 53	4.993	14° 31' 14"	133° 19' 03"
	PL 54	4.828	14° 30' 42"	133° 18' 40"
	PL 55	4.701	14° 30' 21"	133° 18' 22"
Loc. 7	PL 58	4.984	14° 32' 52"	133° 20' 08"
	PL 59	4.982	14° 32' 45"	133° 20' 06"
Loc. 8	PL 64	4.766	14° 34' 50"	133° 21' 48"
	PL 65	4.821	14° 34' 30"	133° 21' 42"
	PL 66	4.873	14° 33' 40"	133° 20' 48"
	PL 67	4.939	14° 33' 05"	133° 20' 25"
	PL 68	4.971	14° 32' 45"	133° 20' 16"
Loc. 9	PL 74	4.737	14° 31' 04"	133° 22' 51"
	PL 75	4.737	14° 31' 35"	133° 22' 46"
	PL 76	4.741	14° 32' 08"	133° 22' 40"
	PL 77	4.745	14° 32' 38"	133° 22' 33"
	PL 78	4.745	14° 33' 09"	133° 22' 28"
	PL 79	4.748	14° 33' 40"	133° 22' 24"

A. DESCRIPTION DES PRÉLÈVEMENTS

Vingt-trois préleveurs ont été largués sur quatre profils (localités) et deux associés à un carottage Küllenberg (KL.57). La taille moyenne des nodules est comprise entre 10 et 30 mm. Le faciès nodule prélevé le plus souvent sur ce site correspond à des réguliers (mono-nodules). Un autre faciès, de taille moyenne comprise entre 20 et 80 mm, a été prélevé à certaines stations : il est dénommé irrégulier. Ce sont des nodules de taille granulométrique élevée avec une forme générale ovoïde et un bourrelet équatorial crénelé et grenu.

Localité 5 : Les échantillons (PL.42 à PL.47) ont été prélevés dans l'axe de la vallée à une profondeur moyenne de 2.720 br. Les faciès morphologiques dominants correspondent à des réguliers (mono-nodules) et des stériles. Les deux derniers prélèvements ont été négatifs.

PL 42 : taille : 10 à 30 mm (moyenne : 20 à 30 mm) faciès dominant : régulier.
PL 43 : taille : 0 à 20 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : régulier.
PL 44 : taille : 0 à 20 mm (moyenne : 0 à 10 mm) faciès dominant : régulier.
PL 45 : taille : 0 à 20 mm (moyenne : 0 à 10 mm) faciès dominant : stérile.
PL 46 : pas d'échantillon.
PL 47 : pas d'échantillon.

Localité 6 : Le profil de prélèvements (PL.50 à PL.55) correspond à une traversée oblique (N.NW-S.SE) de la vallée centrale. Les profondeurs s'étalent de 2.580 br. à 2.720 br. Les faciès dominants sont constitués de coalescents et de réguliers. Le préleveur 54 n'est pas remonté.

PL 50 : taille : 10 à 20 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : coalescent.
PL 51 : taille : 0 à 40 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : régulier.
PL 52 : taille : 30 à 70 mm (moyenne : 50 à 60 mm) faciès dominant : irrégulier.
PL 53 : taille : 20 à 30 mm (moyenne : 20 à 30 mm) faciès dominants : régulier.
PL 55 : taille : 0 à 50 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : débris anciens et stériles.

Localité 7 : Cette localité correspond à deux prélèvements (PL.58 et PL.59). Ils ont été réalisés en même temps qu'un carottage Küllenberg (KL.57) dans le chenal ouest de la vallée centrale, à une profondeur moyenne de 2.720 br. Les échantillons sont assez comparables.

PL 58 : taille : 10 à 60 mm (moyenne : 30 à 40 mm) faciès dominant : débris anciens.
PL 59 : taille : 20 à 60 mm (moyenne : 30 à 40 mm) faciès dominant : débris anciens.

Localité 8 : Les prélèvements (PL.64 à PL.68) ont été effectués sur la pente ouest de la vallée de 2.640 br. à 2.720 br. Le faciès dominant correspond à des réguliers. Le préleveur PL.67 n'a pas remonté de matériel.

PL 64 : taille : 0 à 60 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : régulier.
PL 65 : taille : 0 à 30 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : régulier.
PL 66 : taille : 0 à 50 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : réguliers.
PL 67 : pas d'échantillon.
PL 68 : taille : 0 à 50 mm (moyenne : 20 à 30 mm) faciès dominant : débris anciens.

Localité 9 : Les préleveurs (PL.74 à PL.79) ont été largués sur la ride ouest, parallèlement à la courbe de niveau 2.600 br. Le faciès dominant, comme à la localité 8, correspond à des réguliers.

PL 74 : taille : 10 à 30 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : régulier.
PL 75 : taille : 0 à 50 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : stérile.
PL 76 : taille : 0 à 80 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : régulier.
PL 77 : taille : 0 à 40 cm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : régulier.
PL 79 : taille : 0 à 50 mm (moyenne : 10 à 20 mm) faciès dominant : régulier.

TABLEAU 18 : MORPHOLOGIE DES NODULES DU SITE B (en %)*
Nodule morphology on site B in percentage

LOCALITÉS	Stat.	Nb Nod.	Acc.	Coal.	Reg.	Irr.	Deb.	Plaq.	Stér.	Nb Stér.
Loc. 5	PL.42	3	—	—	100	—	—	—	—	0
	PL.43	4	—	—	75	—	25	—	—	0
	PL.44	3	—	—	60	—	—	—	40	2
	PL.45	0	—	—	—	—	—	—	100	3
	PL.46	0	—	—	—	—	—	—	—	0
	PL.47	0	—	—	—	—	—	—	—	0
	LOC.5	10				59		6		35
Loc. 6	PL.50	6	33	—	67	—	—	—	—	0
	PL.51	24	4	—	52	4	28	8	4	1
	PL.52	11	—	—	—	73	27	—	—	0
	PL.53	1	—	—	100	—	—	—	—	0
	PL.54	perdu	—	—	—	—	—	—	—	0
	PL.55	68	1	—	28	—	30	—	41	46
	LOC.6	110	8			49	15	17	2	9
Loc. 7	PL.58	26	—	4	—	44	48	—	4	1
	PL.59	24	—	—	—	38	62	—	—	0
	LOC.7	50		2		41	55		2	1
Loc. 8	PL.64	196	5	22	56	2	1	5	9	27
	PL.65	143	31	14	36	—	19	—	—	0
	PL.66	20	—	20	35	25	10	10	—	0
	PL.67	0	—	—	—	—	—	—	—	0
	PL.68	74	3	1	19	8	68	—	1	1
	LOC.8	433	10	14	36	9	25	4	2	28
Loc. 9	PL.74	10	—	20	50	—	30	—	—	0
	PL.75	38	1	5	25	—	—	11	58	52
	PL.76	90	—	11	30	—	28	16	15	16
	PL.77	77	13	5	70	—	3	5	4	3
	PL.78	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	PL.79	144	8	18	21	—	28	25	—	0
	LOC.9	359	4	12	39		18	11	16	71
SITE B		962	5	6	41	10	20	4	14	152

* Le pourcentage exprime la proportion des différents types de nodules.

- **Localité 9** (PL.74 à PL.79) - planche VII.

Le dernier profil du site B est situé parallèlement à l'isobathe 2.600 br. sur le flanc est de la ride occidentale. La station PL.74 ne comporte que peu de nodules réguliers. Le prélèvement suivant (PL.75) contient des stériles associés à des plaques et de petits réguliers. A la station PL.76, les plaques ont une dimension supérieure à la moyenne (40 à 80 mm). Les réguliers, peu nombreux, sont toujours de petite taille. Le nombre et la taille des plaques diminuent à la station PL.77 alors qu'augmentent le nombre et la taille des réguliers. Au prélèvement PL.79, les plaques de petite taille réapparaissent alors qu'il n'y a presque plus de réguliers. A profondeur constante, on note donc des variations sensibles de la population des nodules.

Dans la zone B, l'analyse des fractions granulométriques permet de proposer la distribution suivante :

- sur la partie axiale de la vallée présentant un bombement, les nodules sont absents ou très rares et de faciès régulier. Ce faciès semble également se présenter dans le chenal est;
- dans le chenal ouest et sur ses bordures on note la présence de nodules irréguliers avec bourrelet équatorial et de forte taille. Ce faciès n'existait pas sur le site A;
- sur la ride est aux flancs escarpés, des affleurements rocheux sont vraisemblables;
- sur la ride ouest, constituée d'une barre sommitale et d'un épaulement surplombant la vallée, on trouve des nodules réguliers plus nombreux vers le sommet et des stériles et plaques associés aux pentes.

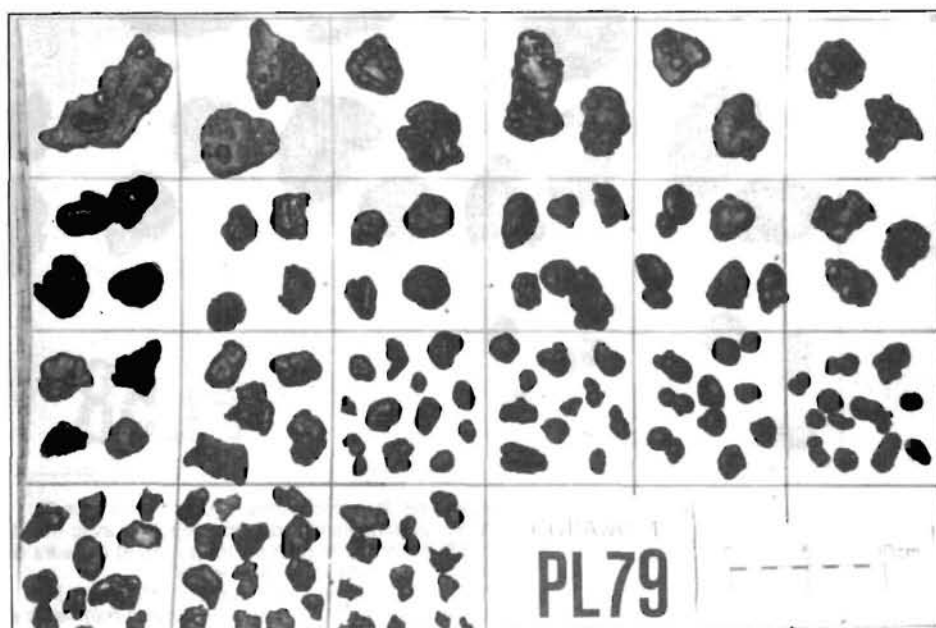
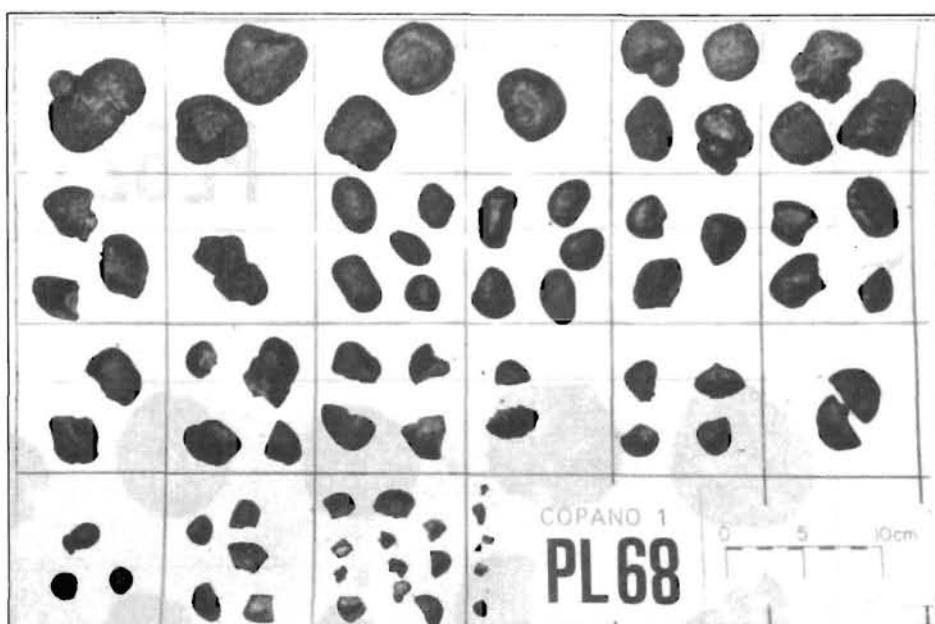


Planche VII :
Aspect de deux prélèvements de nodules (site B).

PL. 68 : dominante de débris anciens et de nodules réguliers.

PL. 79 : mélange de plaques, débris anciens, réguliers et coalescents.

Nodules classed granulometrically on a decimetric background.

PL. 68 : dominant regular nodules with fragments.

PL. 79 : mixing of plates, old debris, regular and coalescing nodules.

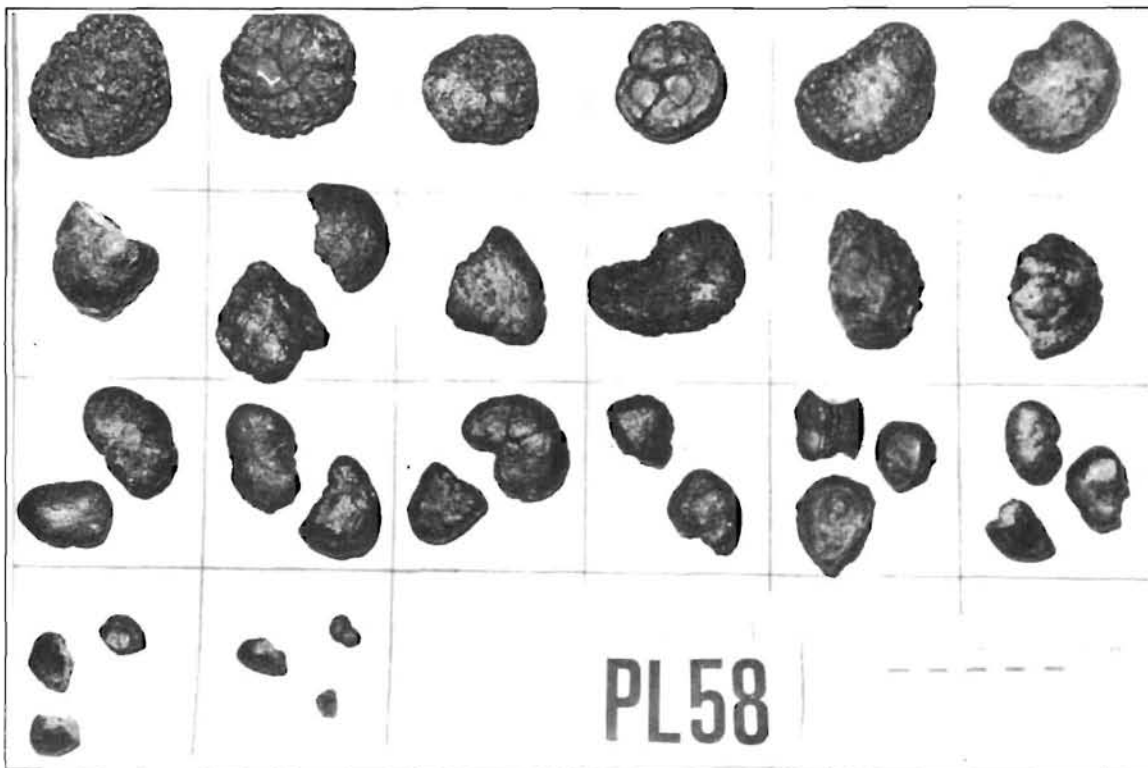
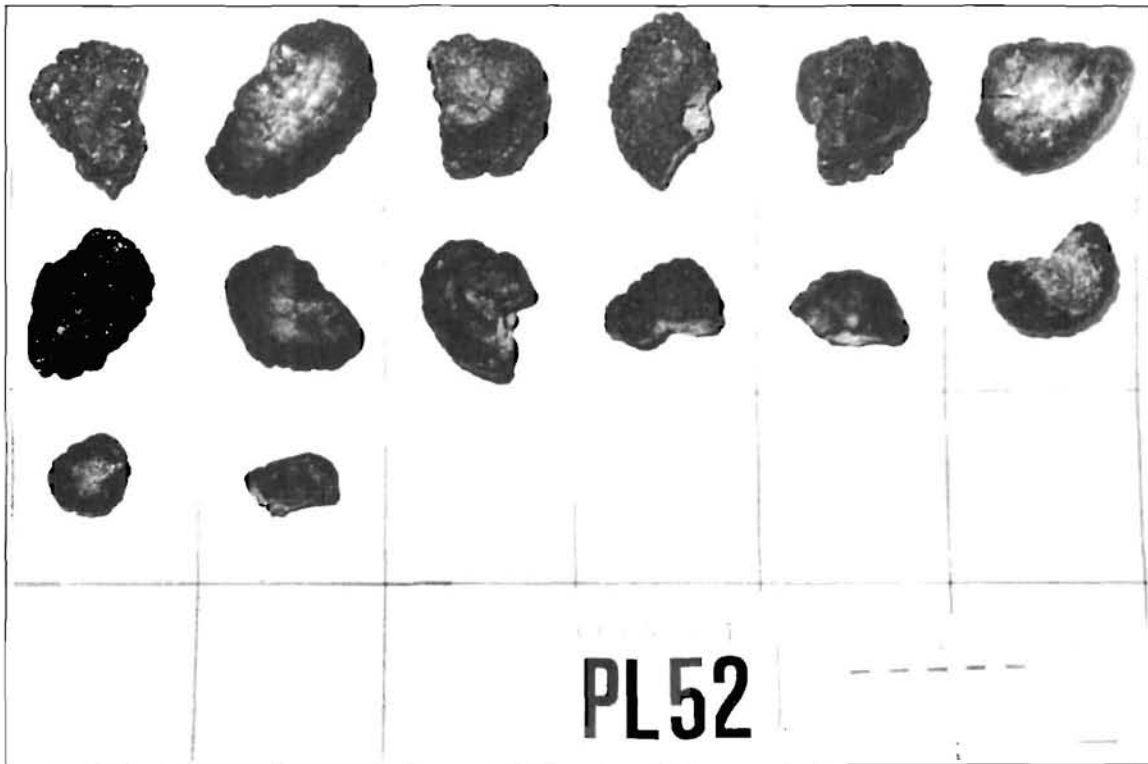


Planche VIII: Aspect de deux prélèvements de nodules (site B).
 PL.52: dominante de nodules irréguliers avec des débris anciens.
 PL.58: mélange de nodules irréguliers et de leurs débris anciens.
Nodules of grabs PL.52 and PL.58.
PL.52: dominant irregular nodules with old debris.
PL.58: mixture of irregular nodules and fragments of the same.

C. ÉTUDE DU TABLEAU COMPARATIF DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES NODULES

Les principales données concernant les caractéristiques des nodules et leurs relations avec la bathymétrie du lieu de prélèvement sont résumées dans les figures 42 et 43.

- Morphologie des nodules

Les différentes courbes de ce site sont très irrégulières alors que sur le site A les courbes des accolés, coalescents et réguliers avaient une évolution sensiblement parallèle. C'est le faciès régulier qui est prépondérant. Les accolés et coalescents qui lui sont associés ont une distribution différente. Les stations ayant échantillonné des nodules irréguliers sont localisées; la présence de ce faciès n'a donc qu'une faible extension géographique. Le faciès débris anciens évolue parallèlement avec les réguliers. Mais il existe aussi des débris anciens d'irréguliers et de plaques. Les plaques sont peu nombreuses dans ce site. Les stériles, dans cette zone, ne présentent pas les variations qui existent dans le site A.

- Granulométrie des prélèvements

La granulométrie sur ce site est irrégulière. La moyenne des tailles varie de 10 à 30 mm. Des nodules (irréguliers) ont des tailles supérieures à la moyenne. Les courbes des classes 0-10 mm et 10-20 mm évoluent parallèlement (sauf la localité 9). Elles ont une variation plus irrégulière qu'au site A.

- Nombre d'échantillons

Les nombres de nodules et de stériles, sur ce site, sont faibles (962 nodules et 152 stériles). Ainsi il y a presque deux fois moins de nodules et de stériles que sur le site A. Quatre préleveurs seulement n'ont rien échantillonné. Sur cette zone, les stériles sont associés à des nodules.

- Concentrations brutes

Les concentrations sont plus fortes dans cette zone mais elles ne sont pas régulières. Ce phénomène est à corrélérer avec la présence, ponctuelle, de nodules irréguliers.

COPANO 1- CORRELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS PARAMETRES NODULES

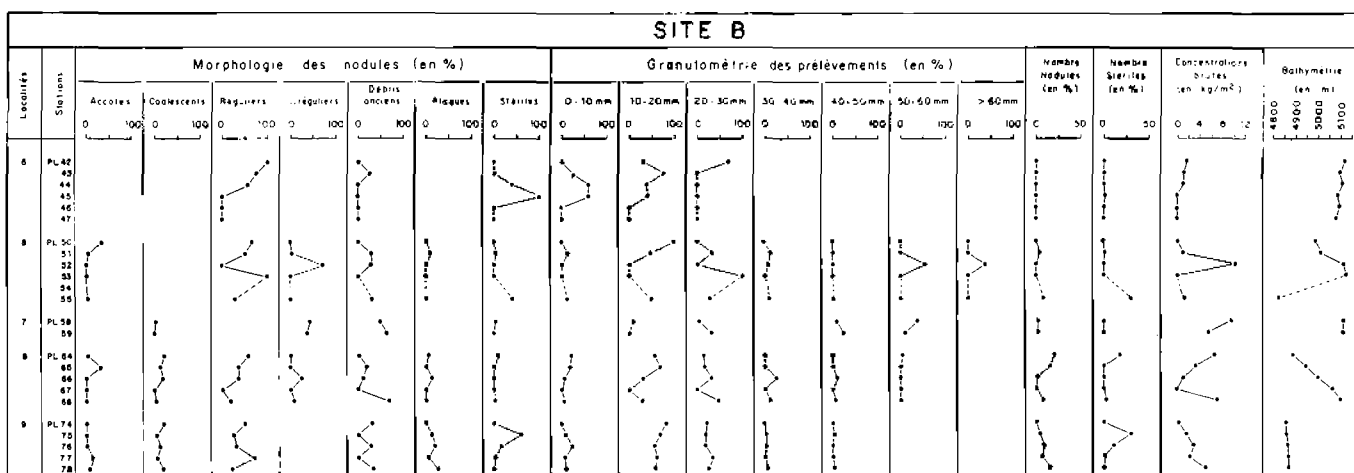


FIGURE 42: Corrélations entre les différents paramètres des nodules du site B.
Site B: general relationship between nodule parameters.

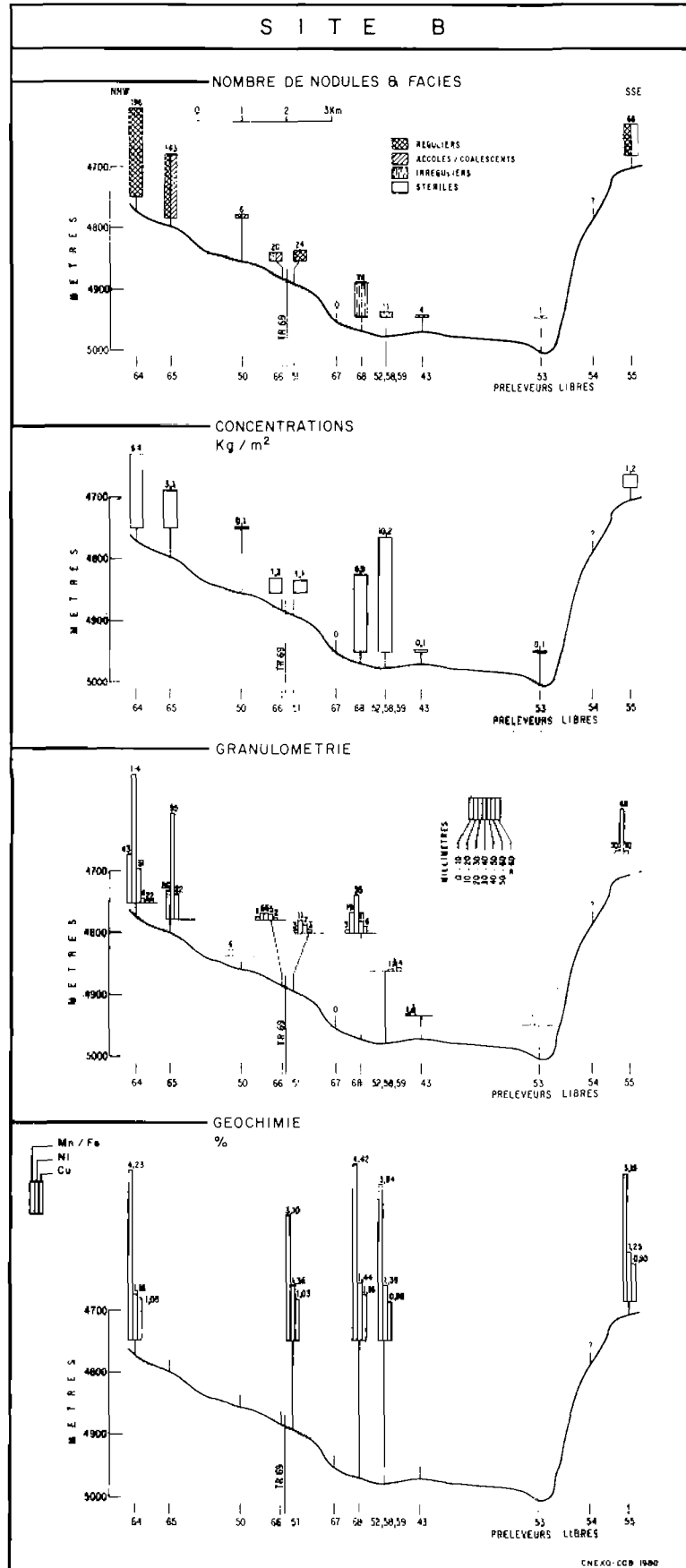


FIGURE 43: Profil synthétique orienté N.NW-S.SE établi d'après les données des préleveurs de nodules et permettant d'apprécier les relations entre les caractéristiques des nodules et la morphologie du fond.
Nodule-bathymetry correlation along a synthetic N.NW-S.SE profile based on data from free-fall grabs.

D. COMPOSITION CHIMIQUE DES NODULES

TABLEAU 20 : ANALYSE GÉOCHIMIQUE DES NODULES
Nodule geochemical data

(Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle)

n° station	Classe de taille (mm)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	Fe (%)	Mn (%)	Cu (%)	Ni (%)	Co (%)	Zn (%)	Si/Al	Mn/Fe	Cu + Ni + Co (%)	Ba (%)	U ppm
PL.51 A	10 - 20	26.97	7.76	3.61	1.57	2.08	0.74	0.26 ⁹	8.44	18.67	0.80	1.14	0.24	0.108	3.06	2.2	2.18	nd	nd
PL.51 B	10 - 20	27.37	9.65	nd	nd	nd	nd	nd	8.95	21.80	0.88	1.16	0.26	0.102	2.49	2.4	2.30	0.15	2.85
PL.51 A	20 - 30	18.44	5.93	3.56	1.39	1.98	0.68	0.32	6.90	26.08	1.07	1.43	0.25	0.127	2.74	3.8	2.75	nd	nd
PL.51 B	20 - 30	16.70	6.76	nd	nd	nd	nd	nd	7.22	30.20	1.18	1.56	0.29	0.137	2.17	4.2	3.03	0.22	3.45
PL.52 A	60 - 70	11.21	3.41	2.36	0.84	18.32	0.51	12.69	3.47	15.66	0.67	0.90	0.13	0.104	2.89	4.5	1.70	nd	nd
PL.52 B	60 - 70	15.60	5.84	nd	nd	nd	nd	nd	6.97	26.80	0.98	1.39	0.26	0.116	2.35	3.8	2.63	0.19	8.53
PL.55 A	10 - 20	14.35	5.14	3.66	1.08	2.16	0.81	0.33	7.09	28.49	1.01	1.40	0.32	0.129	2.46	4.0	2.74	nd	nd
PL.55 B	10 - 20	15.60	3.55	nd	nd	nd	nd	nd	7.80	30.50	1.14	1.48	0.34	0.139	3.87	3.9	2.96	0.24	3.94
PL.55 B	30 - 40	31.42	11.92	nd	nd	nd	nd	nd	8.29	15.7	0.67	0.83	0.16	0.079	2.32	1.9	1.66	0.24	2.43
PL.55 A	30 - 40	14.51	4.07	3.27	1.21	2.13	0.59	0.31	6.48	30.82	1.01	1.00	0.20	0.177	3.14	4.8	2.21	nd	nd
PL.64 A	10 - 20	19.17	5.98	3.42	1.64	2.00	0.66	0.31	6.45	26.27	0.98	1.26	0.22	0.146	2.82	4.1	2.46	nd	nd
PL.64 B	10 - 20	15.34	6.06	nd	nd	nd	nd	nd	6.56	32.80	1.16	1.25	0.26	0.157	2.23	5.0	2.67	0.24	3.80
PL.64 A	20 - 30	18.62	4.34	3.45	1.31	1.98	0.61	0.30	8.51	26.48	0.86	0.95	0.23	0.138	3.78	3.1	2.04	nd	nd
PL.64 B	20 - 30	18.61	6.42	nd	nd	nd	nd	nd	7.47	30.20	0.96	1.04	0.27	0.170	2.55	4.0	2.27	0.22	3.39
PL.64 A	30 - 40	14.72	5.03	3.70	1.17	2.09	0.71	0.34	6.73	29.00	1.11	1.40	0.26	0.135	2.58	4.3	2.77	nd	nd
PL.64 B	30 - 40	17.51	5.65	nd	nd	nd	nd	nd	8.54	30.20	1.02	1.18	0.26	0.139	2.73	3.5	2.46	0.25	3.15
PL.68 A	20 - 30	13.81	4.35	3.37	1.24	2.16	0.75	0.36	7.18	29.63	0.98	1.21	0.23	0.132	2.79	4.1	4.42	nd	nd
PL.68 B	20 - 30	13.97	5.76	nd	nd	nd	nd	nd	7.06	32.00	1.22	1.48	0.30	0.151	2.13	4.5	3.00	0.24	3.45
PL.68 A	30 - 40	16.04	5.15	3.58	1.29	1.98	0.71	0.32	7.44	27.64	0.99	1.32	0.27	0.119	2.74	3.7	2.58	nd	nd
PL.68 B	30 - 40	13.43	5.65	nd	nd	nd	nd	nd	7.38	32.00	1.14	1.46	0.29	0.145	2.09	4.3	2.89	0.28	3.90
PL.68 A	40 - 50	17.55	5.39	3.71	1.09	2.05	0.73	0.33	7.51	25.53	1.02	1.39	0.23	0.139	2.87	3.4	2.65	nd	nd
PL.68 B	40 - 50	13.97	6.18	nd	nd	nd	nd	nd	7.22	31.70	1.13	1.40	0.29	0.063	1.99	4.4	2.82	0.36	3.51
PL.74 B	10 - 20	17.79	6.95	nd	nd	nd	nd	nd	7.88	28.70	1.13	1.47	0.28	0.149	2.25	3.6	2.88	0.14	3.73
PL.75 B	10 - 20	22.70	9.73	nd	nd	nd	nd	nd	7.14	23.5	0.86	1.24	0.28	0.108	2.05	3.3	2.38	0.14	2.33
PL.75 B	20 - 30	18.33	6.95	nd	nd	nd	nd	nd	7.38	29.20	0.99	1.37	0.25	0.163	2.32	4.0	2.61	0.16	2.12
PL.75 A	30 - 40	21.94	7.36	3.48	1.22	2.03	0.87	0.30	8.55	21.59	0.88	1.28	0.31	0.114	2.62	2.5	2.47	nd	nd
PL.75 B	30 - 40	33.33	11.77	nd	nd	nd	nd	nd	7.30	17.20	0.56	0.91	0.24	0.079	2.49	2.4	1.71	0.15	2.55
PL.77 A	10 - 20	16.96	5.46	3.49	1.11	2.23	0.77	0.33	6.83	27.36	1.15	1.46	0.26	0.148	2.73	4.0	2.87	nd	nd
PL.77 B	10 - 20	18.07	7.86	nd	nd	nd	nd	nd	7.06	29.20	1.21	1.48	0.29	0.156	2.02	4.1	2.98	0.16	3.45
PL.77 A	20 - 30	25.53	8.17	3.30	1.42	2.59	0.89	0.28	8.92	18.61	0.68	1.06	0.27	0.092	2.75	2.1	2.01	nd	nd
PL.77 B	20 - 30	17.51	7.61	nd	nd	nd	nd	nd	7.47	29.20	1.15	1.48	0.28	0.173	2.02	3.9	2.91	0.17	3.74
PL.79 A	10 - 20	17.47	5.29	3.52	1.16	2.27	0.98	0.43	9.79	24.21	0.75	1.21	0.33	0.110	2.91	2.5	2.29	nd	nd
PL.79 B	10 - 20	30.32	10.69	nd	nd	nd	nd	nd	8.29	17.70	0.58	0.88	0.24	0.077	2.50	2.1	1.70	0.15	3.55
PL.79 A	20 - 30	21.22	5.27	3.79	1.29	2.04	0.84	0.37	9.84	22.15	0.64	1.21	0.23	0.120	3.54	2.3	2.08	nd	nd
PL.79 B	20 - 30	22.70	8.65	nd	nd	nd	nd	nd	9.19	24.00	0.73	1.18	0.30	0.114	2.31	2.6	2.21	0.17	4.62
PL.79 A	30 - 40	20.75	5.02	3.71	1.27	1.96	0.79	0.35	9.44	21.66	0.65	1.20	0.22	0.121	3.64	2.3	2.06	nd	nd
PL.79 B	30 - 40	22.40	6.35	nd	nd	nd	nd	nd	11.17	24.20	0.67	1.25	0.28	0.117	3.10	2.2	2.20	0.14	3.62

V. PHOTOGRAPHIES

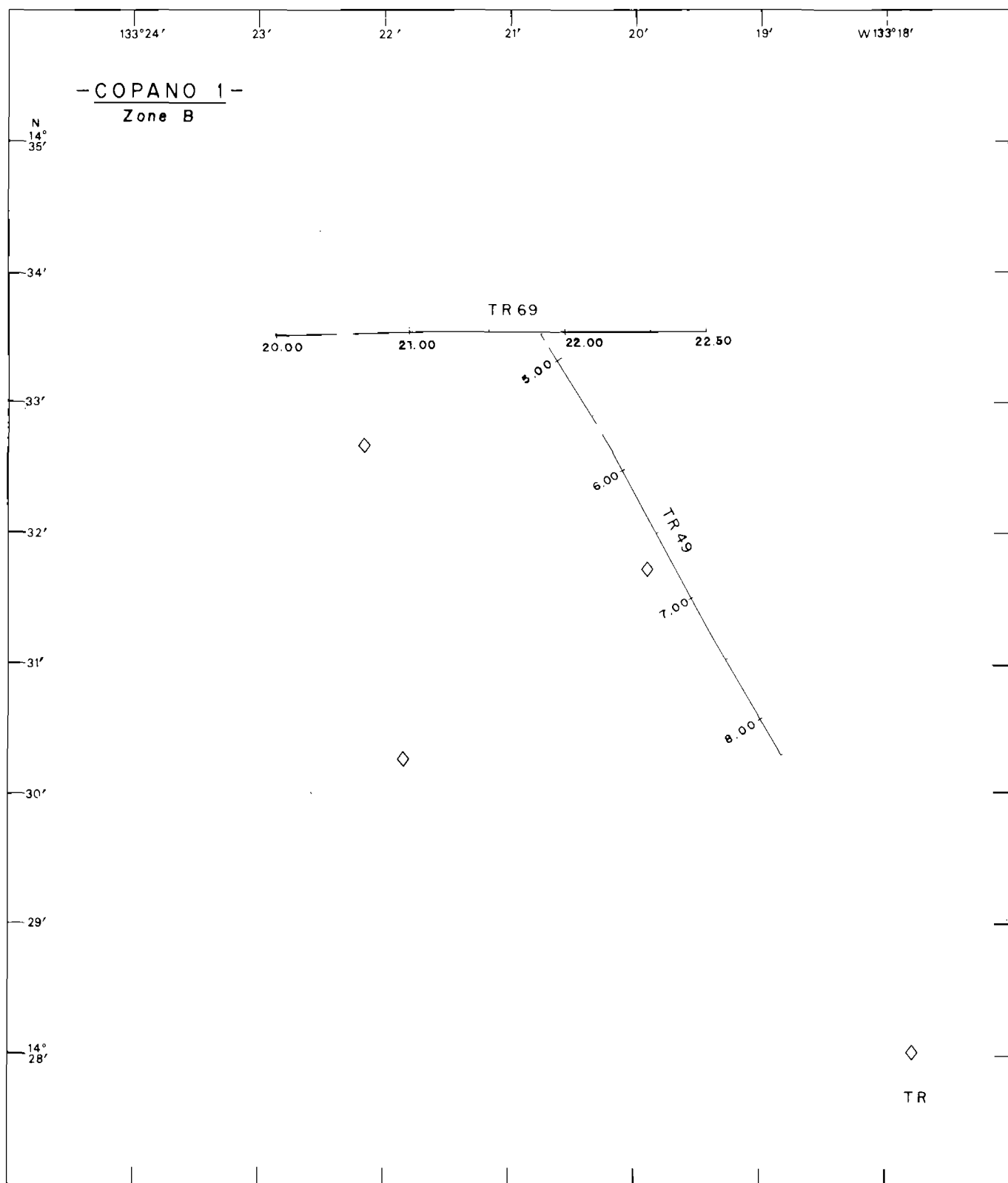


FIGURE 44: Tracé des parcours de la troïka TR.49 et TR.69 sur le site B. Les heures sont reportées sur le trajet.
Site B: troïka runs TR.49 and TR.69. Hours indicated along the trajectories.

TROIKA TR.49

Le profil a été réalisé dans une direction N.NW-S.SE et la caméra a fonctionné entre 4 h 45 et 8 h 20, permettant de prendre 1.750 photographies (fig. 45).

Les différentes provinces mises en évidence au cours de ce profil sont les suivantes, en allant du NW au SE :

- de 4 h 45 à 5 h 00 : le fond est constitué d'un substratum basaltique affleurant. Les formes basaltiques sont arrondies en coussins et elles sont recouvertes d'une fine pellicule sédimentaire.
- A 5 h 00 : on note un passage franc du basalte aux nodules.
- De 5 h 00 à 5 h 20 : les nodules sont abondants, de forte taille et de type « hamburger » (planche IX).
- De 5 h 20 à 5 h 25 : les nodules se raréfient et paraissent de taille plus importante avec un bord crénelé bien apparent.
- De 5 h 25 à 6 h 55 : on ne distingue qu'une couverture sédimentaire, bioturbée par places, et ne portant que de très rares nodules ou fragments rocheux (planche IX).
- De 7 h 00 à 7 h 10 : les nodules réapparaissent de manière ponctuelle puis leur population croît rapidement.
- De 7 h 10 à 8 h 00 : la population de nodules est homogène avec de gros spécimens serrés les uns contre les autres et ne laissant apparaître que par place quelques tumuli (planche IX).
- De 8 h 00 à 8 h 05 : une dépression bien marquée apparaît et les nodules disparaissent pour laisser à l'affleurement un sédiment présentant des structures érosives. Une photographie montre le contact entre le fond de la dépression et un flanc vertical de nature vraisemblablement sédimentaire (planche X).
- De 8 h 05 à 8 h 20 : ce ressaut marneux est suivi par des affleurements basaltiques et des surfaces couvertes de nodules.

En conclusion, les flancs de la vallée montrent à l'affleurement le substratum basaltique. Le contact entre le basalte et les nodules est net ; on ne voit pas de nodules dans les zones à affleurement basaltique. Au pied du flanc est une dépression est visible dans laquelle les nodules sont absents. Cette dépression et l'affleurement sédimentaire adjacent semblent liés à un phénomène d'érosion par courant de fond. Sur les deux parties latérales de cette vallée se disposent de véritables « champs » de gros nodules irréguliers. La partie axiale de la vallée qui correspond à un bourrelet sédimentaire est dépourvue de nodules et ne montre qu'une bioturbation modeste.

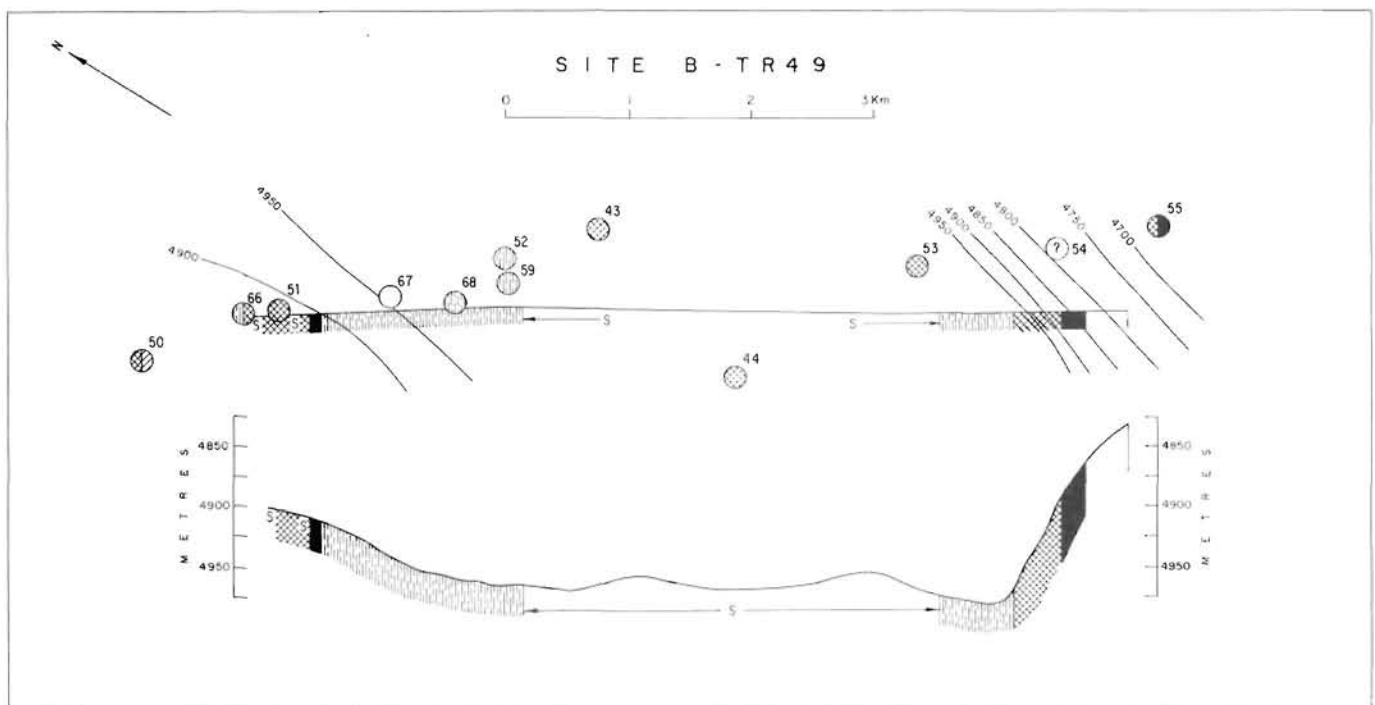


FIGURE 45: Description du parcours TR.49 en plan et en coupe, et positions des préleveurs libres proches du profil.
 S: sédiment, en noir: affleurements de basalte, en traits croisés: nodules réguliers, en tiretés verticaux: nodules irréguliers.
 Map and cross section of troika run TR.49 with nearest nodule samples.
 Symbols: S: sediment, cross hatched: regular nodules, vertical pecked lines: irregular nodules, black: basalt outcrops.

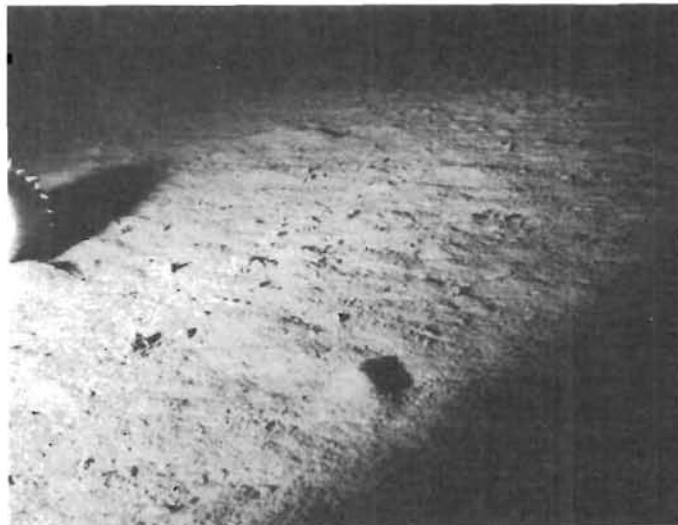


Planche IX : Nodules irréguliers sur les bordures de la vallée. Absence de nodules sur le bourrelet sédimentaire axial.
Irregular nodules sat on the flanks of the valley. The central part of the valley presents only sediment with benthic fauna and no nodules.



Planche X: Chenaux latéraux et contacts avec les flancs des rides (limites de «champs» de nodules) :
5 h00: contact basalte-nodules (chenal ouest)
8 h04: sillon érosif sans nodule (chenal est)
8 h05 : à l'arrière-plan, présence d'un relief sédimentaire érodé (chenal est).
Lateral channels of erosive origin in the main valley and contact between nodule field and substratum.
5 h00: contact between nodules and basalt
8 h04: erosive channel without nodules
8 h05: in the background an eroded sedimentary slope.

TROIKA TR.69

Le profil a été réalisé dans une direction W-E le long d'une pente allant progressivement de 2.540 à 2.720 brasses (fig. 44 et 46). Les photographies ont été obtenues respectivement sur le début de la partie haute du profil et dans la moitié basse.

- Le haut du profil semble constitué d'affleurements basaltiques et de fragments de roches qui sont recouverts d'une fine pellicule sédimentaire (planche XI, photo a). Aucun nodule ne semble visible. Ces derniers existent vers 2.590 br puisque le préleveur PL.79 placé le long de ce profil a rapporté de petites plaques (voir planche VII).

- La seconde partie basse du profil indique l'alternance, en apparence irrégulière, de matériaux volcaniques et de nodules; ces alternances pourraient correspondre à des variations topographiques locales. Les pentes plus accentuées semblent être des affleurements de substratum basaltique et de fragments basaltiques (planche XI, photo b); les nodules sont alors absents. Les zones plus plates sont des champs de nodules de grande taille et de forme irrégulière (planche XII). La bioturbation est peu abondante le long de ce profil.

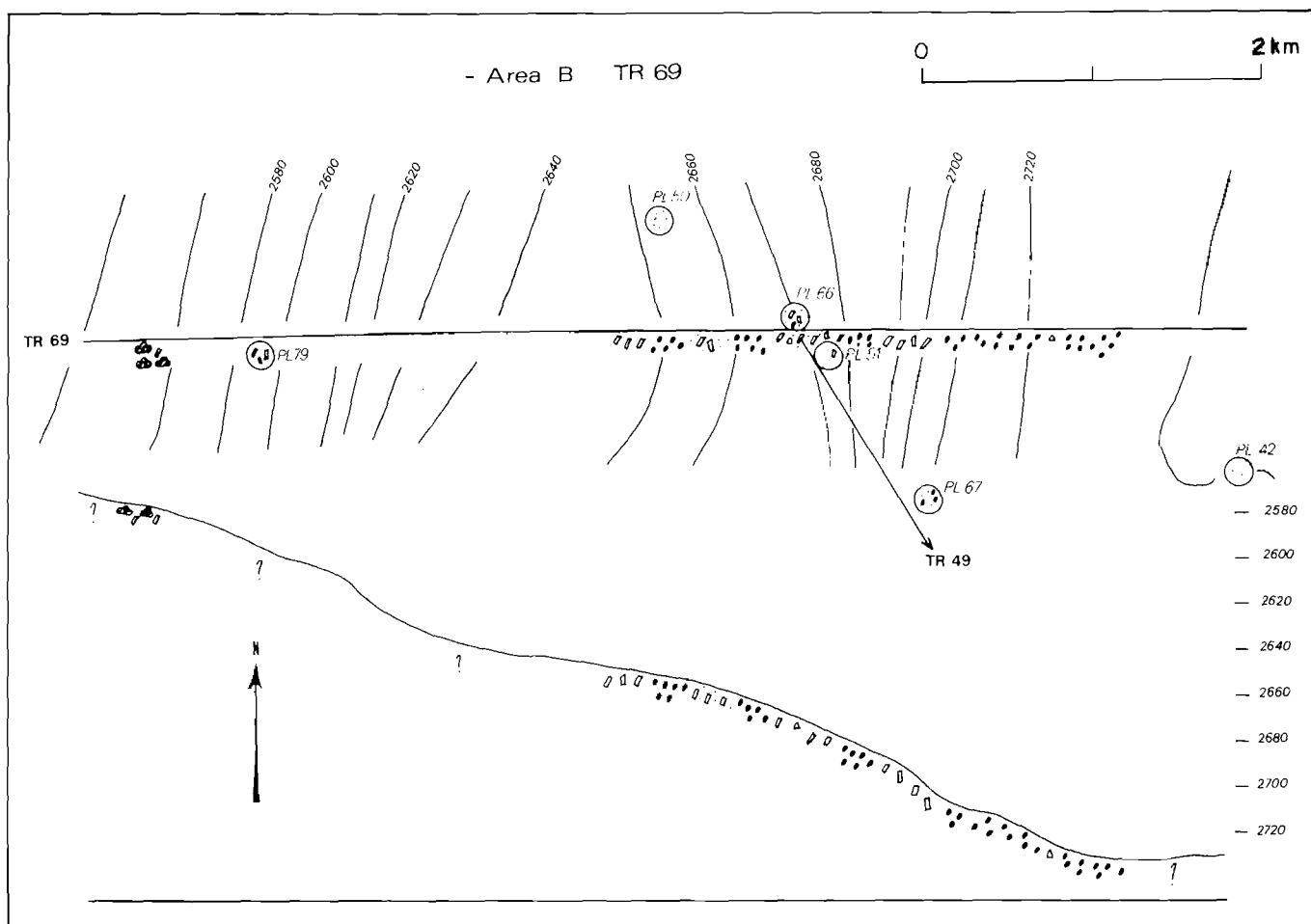


FIGURE 46: Parcours de la troïka TR.69 représenté en plan et en coupe. Les points représentent des nodules, les rectangles des plaques ou fragments rocheux, les masses arrondies : affleurements de basalte.

Map and cross section of troika run TR.69 with color film. Nearest nodule samples shown.

Symbols : black dots : nodules, rectangles : plates, slabs and rock fragments, rounded masses : basalt outcrops.

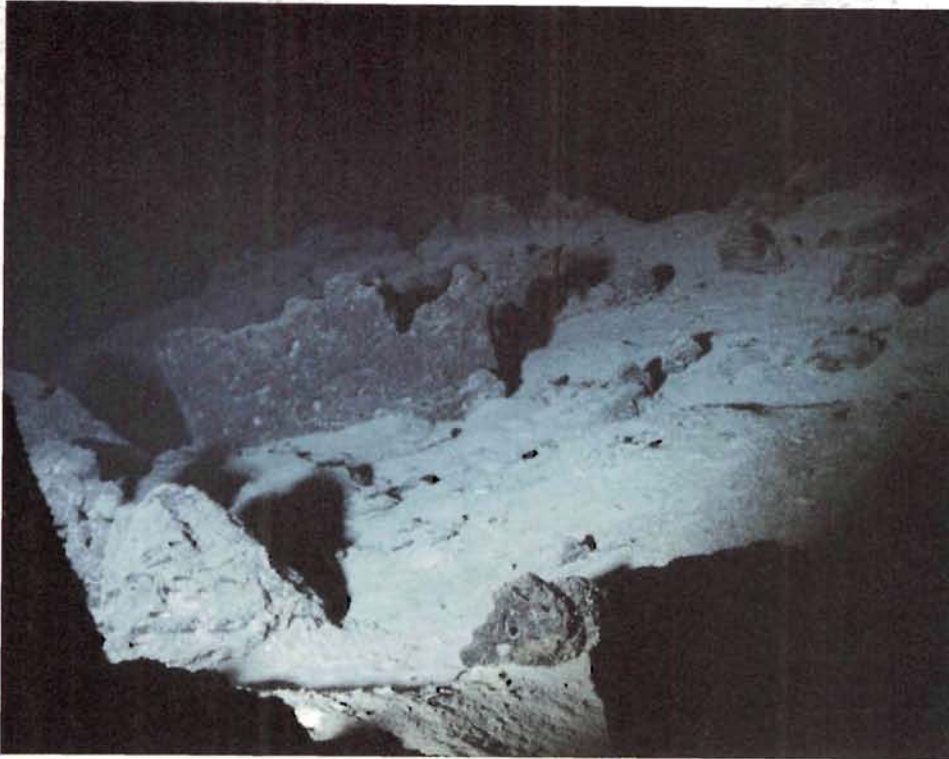


Planche XI (Troika TR.69)

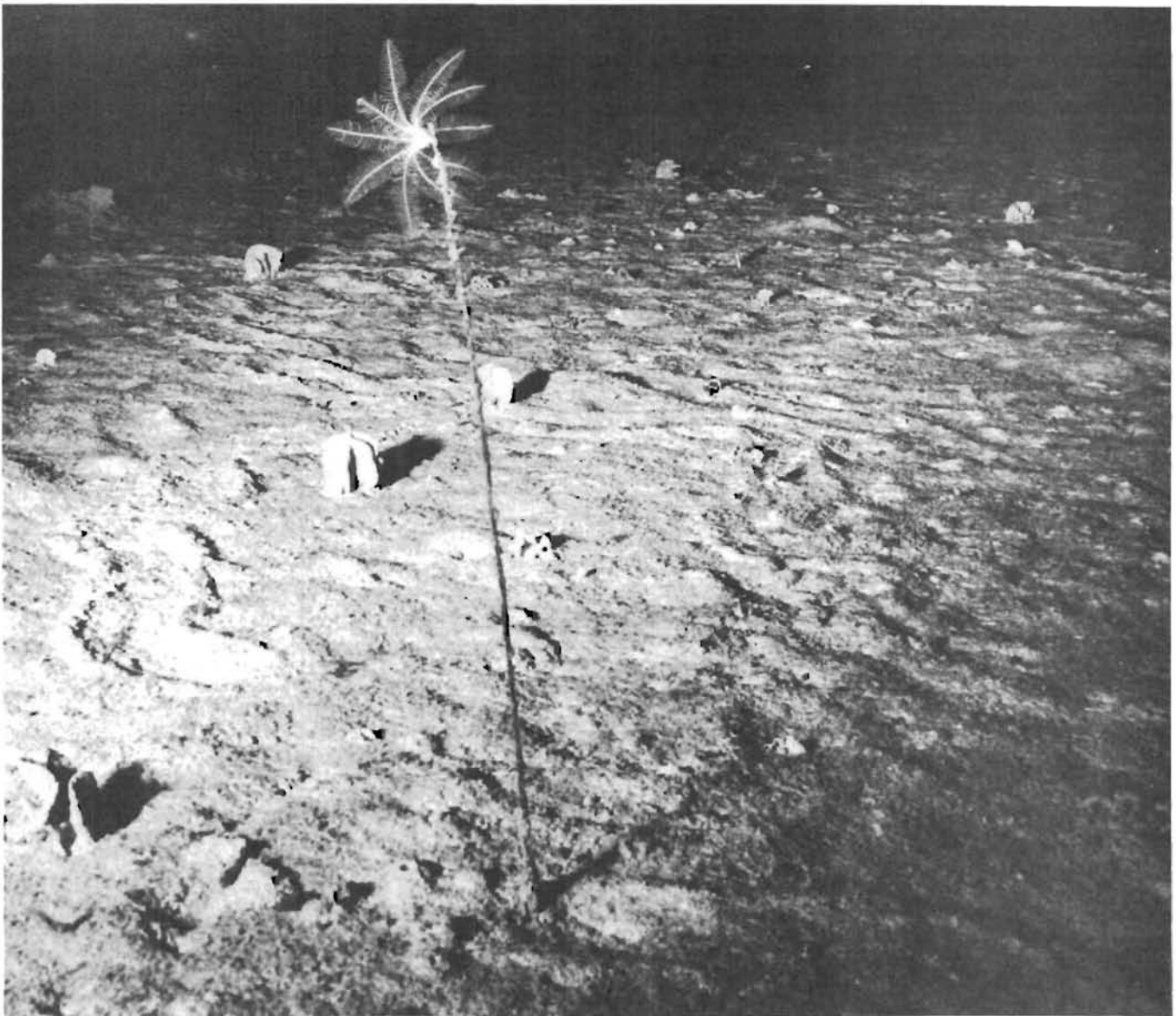
- a) Aspect du haut du profil : affleurements basaltiques et fragments rocheux associés à une fine pellicule sédimentaire.
- b) Fragments basaltiques et sédiments le long de la pente.
- a) *Substratum outcrops on upper slope.*
- b) *Rock fragments accumulation at the base of the slope.*



Planche XII (Troika TR.69)
Aspects des «champs de nodules» - nodules abondants et de forme irrégulière; traces de bioturbation.
Typical nodule fields with irregular and hamburger shape nodules. Some tracks of benthic activity.

SITE E

SITE E



Aspect caractéristique du site E. L'interface eau-sédiment est le lieu d'une vie abondante (spongiaires, crinoïdes,...) et d'une bioturbation intense (pistes en méandre,...).
Extreme benthic activity is observed on the site E. Benthic forms seen (sponges, crinoids,...) and tracks on the seafloor are very abundant.

I. CADRE MORPHOSTRUCTURAL

Le site E n'a pas fait l'objet d'une étude aussi détaillée que les autres sites (fig. 47). Ce site a été retenu à titre de comparaison des environnements sédimentaires, car dans la zone équatoriale à forte productivité organique on ne trouve pas de nodules. Deux profils sismiques sont présentés pour illustrer cet environnement équatorial (planches XIII et XIV).

Le profil E1 orienté S-N de 14 h 00 à 17 h 30 d'arrivée sur le site (planche XIII) montre deux reliefs du substratum à 14 h 50 et 17 h 00. Ces deux reliefs du socle n'atteignent pas le sol océanique mais ils se manifestent respectivement par une structure en chenal et par un soulèvement de la couverture sédimentaire. Entre ces deux reliefs, un bassin sédimentaire asymétrique atteint 500 mètres d'épaisseur. Ce bassin représente deux unités acoustiques bien différenciées : une unité supérieure litée et une unité inférieure transparente.

Le profil E2 orienté S.SW-N.NE (planche XIV) de départ du site montre, entre 9 h 00 et 10 h 00, une masse sédimentaire dont l'unité supérieure litée est érodée sur ses deux bordures. A 10 h 20, un relief aigu du substratum perce la couverture sédimentaire. Avec un seul passage, il est impossible de savoir si ce relief est linéaire ou s'il représente une structure volcanique. L'asymétrie et la différence de relief de la couverture sédimentaire de part et d'autre de ce relief suggèrent que ce relief est allongé et qu'il fait office de barrière pour la sédimentation et la circulation profonde. Au nord de 11 h 30, la couverture sédimentaire est moins affectée par la tectonique ou l'érosion sous-marine et elle recouvre de manière concordante un substratum peu accidenté.

Ces reliefs du socle dans la zone équatoriale sont interprétés comme liés à une zone de fracture d'orientation approximative E-W. Le site E est situé entre les deux reliefs les plus importants dans un environnement sédimentaire qui paraît assez perturbé par des réajustements tectoniques et/ou des phénomènes érosifs profonds.

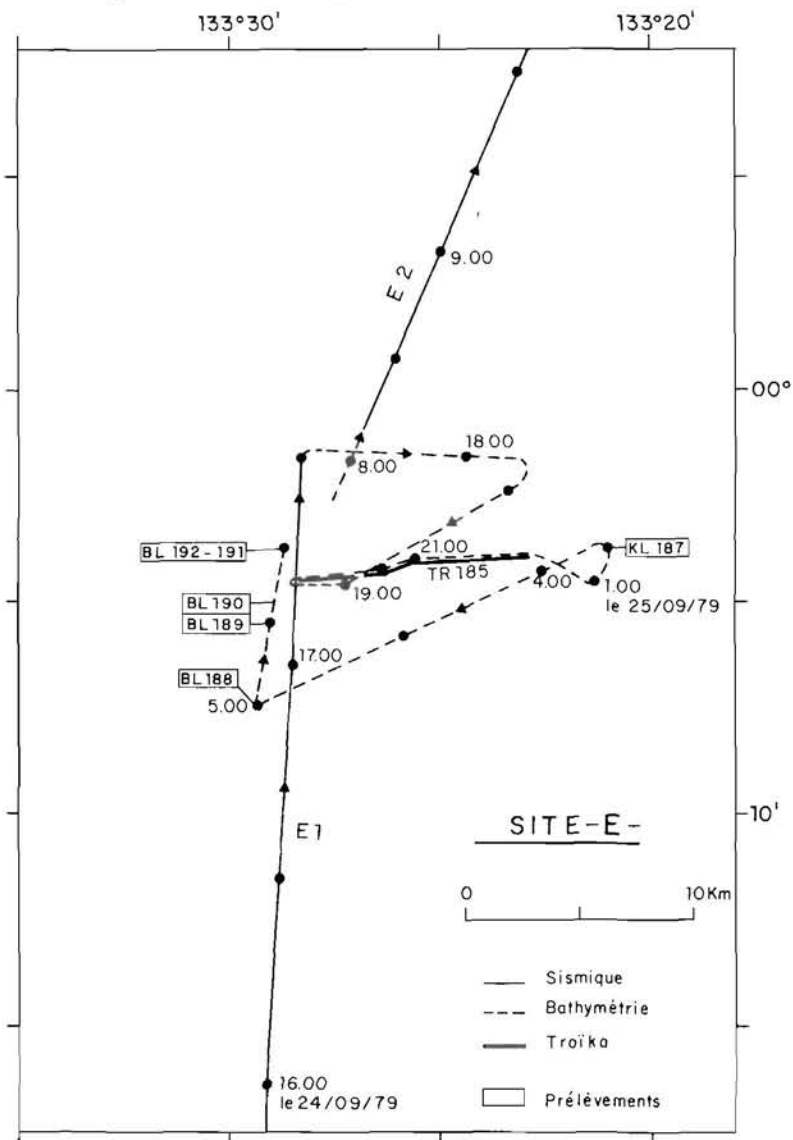


FIGURE 47.: Profils sismiques, bathymétriques et photographiques réalisés dans la zone E. Emplacements des prélèvements réalisés.
Area E: position of seismic profiles: solid line. Troïka run and location of cores.

SITE - E -
 PROFIL - E1 -

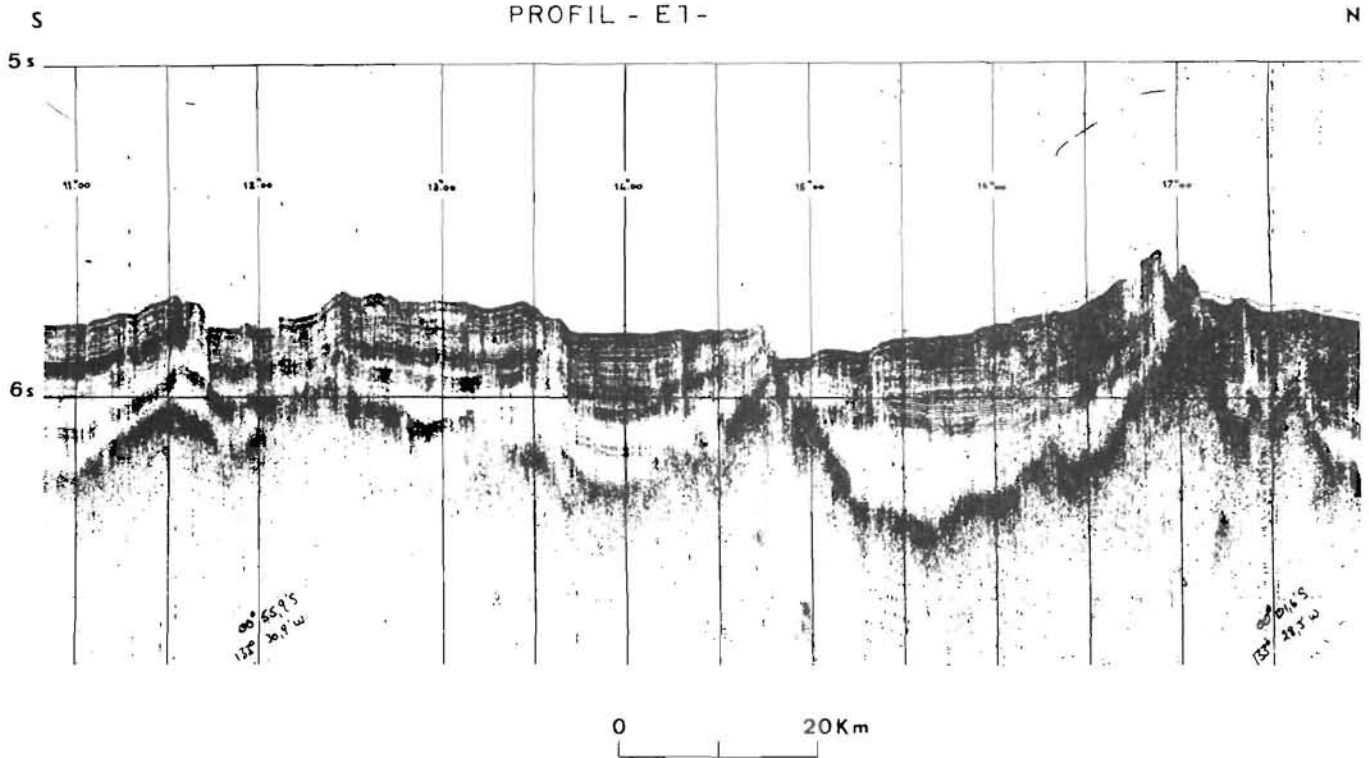


Planche XIII : Profil sismique E.1 orienté S-N. Entre deux reliefs qui se manifestent respectivement par une structure en chenal et par un soulèvement de la couverture sédimentaire, un bassin sédimentaire atteint 500 m d'épaisseur constitué par deux unités acoustiques bien différenciées : une unité supérieure litée et une unité inférieure transparente.
 Seismic profile E.1. Vertical exaggeration approximately 40 x. Two acoustical unities are seen : the upper one is stratified and the lower one is transparent. The maximum thickness of the sedimentary cover is about 500 meters.

SITE - E -
 PROFIL - E2 -

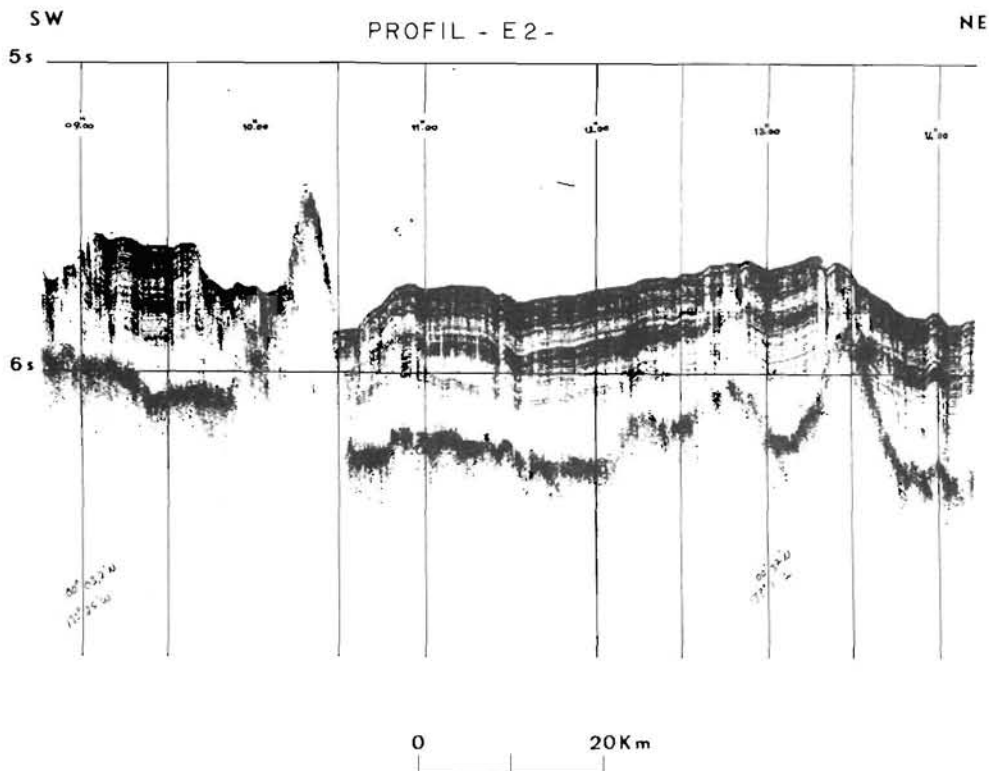


Planche XIV : Profil sismique E.2 orienté S.W-N.E. La masse sédimentaire est érodée sur ses deux bordures. Un relief aigu du substratum perce la couverture sédimentaire.
 Seismic profile E.2. Legend : see Pl. XIII.

TABLEAU 21 : POSITION ET PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENT DES CAROTTAGES SUR LE SITE E
Site E: Position and depth of the cores

PRÉLÈVEMENTS	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (sud)	LONGITUDE (ouest)
KL 187	4.221	00° 03' 40"	133° 21' 00"
BL 188	4.045	00° 07' 36"	133° 28' 52"
BL 189	4.065	00° 05' 42"	133° 28' 32"
BL 190	vide		
BL 191	raté		
BL 192	4.133	00° 03' 52"	133° 29' 13"

II. DESCRIPTION DES CAROTTAGES

CAROTTE KULLENBERG KL.187 position : 00° 03' 40" S 133° 21' 00" W profondeur : 2.308 br (4.220 m) longueur : 867 cm

A. Sédimentologie

1. Texture et couleur

De 0 à 600 cm environ le sédiment est une vase grumeleuse beige clair (10 YR 8/2) avec des lits irréguliers de vase gris foncé. Vers 600 cm un passage progressif se fait à une vase pratiquement blanche (10 YR 8/1). A la base de la carotte cette vase blanche est fortement compactée.

2. Description des frottis (tableau 22)

- Le sédiment de surface est une vase carbonatée à coccolithes et foraminifères avec des organismes siliceux qui passe progressivement à la base à une vase composée presque exclusivement de coccolithes.
- Dans la phase biogène siliceuse les Diatomées sont dominantes. Les Radiolaires sont souvent à l'état de fragments.
- De très rares grains de quartz sont décelables.

TABLEAU 22 : DESCRIPTION DES FROTTIS DES SÉDIMENTS DU SITE E (%)
General description of smear slides

Prélèvement	Foram.	Coccol.	Org. Sil.	Fe Mn	Argiles	Remarques
KL.187						
0 cm	30	50	10	t	10	
150 cm	20	60	10	t	10	
300 cm	20	60	10	t	10	
450 cm	10	75	5	t	10	
600 cm	10	75	5	—	10	
750 cm	5	85	t	—	10	
867 cm	5	85	t	—	10	
BL.188						
0 cm	20	60	10	—	10	t. de paill. micacées
92 cm	25	55	10	—	10	
BL.189						
0 cm	20	60	10	—	10	t. de paill. micacées
98 cm	5	80	5	—	10	t. de paill. micacées
BL.192						
0 cm	15	70	5	—	10	t. de paill. micacées
94 cm	5	80	5	—	10	t. de paill. micacées

3. Teneur en Ca CO₃ (fig. 48)

La teneur en Ca CO₃ est extrêmement variable le long de la carotte. Ces variations sont interprétées en termes de variations climatiques.

B. Biostratigraphie (fig. 48)

Cette carotte a fait l'objet d'une étude stratigraphique fine basée sur plusieurs techniques.

1. Le nannoplancton calcaire

Certains « datum » sont employés couramment dans le Pléistocène moyen-supérieur. Trois espèces sont retenues : *Pseudoemiliana lacunosa* s'éteint vers 7,40 m (= 450.000 ans). *Ceratolithus cristatus* apparaît à 4,95 m ; selon OKADA et BUKRY (1980) il donne un âge de 300.000 ans et limite la zone à *C. cristatus* sus-jacente. *Emiliana huxleyi* est fortement dissoute et sa détermination est hasardeuse, tant au microscope photonique qu'au MEB ; elle semble apparaître vers 2,80 m (= 200.000 ans) et présenter le début d'une forte acmé au sommet de la carotte (75.000 ans).

2. Les Radiolaires

Il y a, à l'échelle de l'Océan, un évènement marquant pour dater le Pléistocène moyen-supérieur ; c'est l'extinction de *Stylatractus universus* qui se produit aux environs de 410.000 ans (HAYS et SCHACKLETON, 1976). Dans la carotte KL.187 cette espèce, présente à la base, disparaît à 7,02 m. Dans le Pacifique est-équatorial, il existe, pour les derniers 400.000 ans, des subdivisions, mais les taxons utilisés sont des formes très fragiles (*Collosphaera invaginata*) qui n'ont été qu'exceptionnellement rencontrées vers le sommet de la carotte.

3. La courbe des carbonates (fig. 49)

Dans le Pacifique est-équatorial, la plupart des stratigraphes basent leurs études sur la courbe des carbonates. Celle-ci peut être de trois types (REVELLE et al., 1955) :

- type 1, dit « East Eupelagic area, south equatorial facies »
- type 2, dit « East Pacific Rise »
- type 3, dit « East Eupelagic area, equatorial facies ».

La calcimétrie sur la KL.187 permet de rattacher celle-ci au type 3.

La distribution du Ca CO₃ dans les sédiments holocènes de cette aire est bien connue (VAN ANDEL et al., 1975). La carotte KL.187 se situe dans la zone où les carbonates atteignent les plus hauts pourcentages. L'analyse de la courbe calcimétrique de cette carotte ne peut se faire qu'en comparaison avec une coupe de référence. Pour cela, on a choisi celle étudiée par THOMPSON et SAITO (1974), car elle appartient au type 3 et elle est géographiquement proche de la KL.187. Deux types de repères sont mis en évidence sur la courbe des carbonates de cette carotte de référence (RC.11-210) :

- des minima qui sont numérotés à partir du sommet de la coupe : B1, B3, B5,...
- des « terminaisons pacifiques » : Ip, IIp, IIp, ... qui sont situées par analogie avec les terminaisons atlantiques de BRÖCKER et VAN DONK (1970).

Les carottes du type 3 de REVELLE et al. (et par là-même la RC.11-210) ont un taux de carbonates d'environ 75 % à leur sommet ; or, la KL.187 offre en surface un pourcentage de 90 % qui ne représente pas la sédimentation actuelle. La comparaison des courbes calcimétriques des deux carottes permet malgré tout de situer les terminaisons IIp à VIp, ainsi que les minima B3 à B11 ; le stade B3 s'achève vers 10 cm dans la KL.187 et c'est la base du stade B2 qui constitue le sommet de la carotte : il manque donc la majeure partie du stade B2 ainsi que le stade B1.

En résumé, le nannoplancton calcaire et les Radiolaires, ainsi que la courbe calcimétrique, permettent de situer quelques « âges » le long de la carotte KL.187 (fig. 48). Les sédiments correspondent à un dépôt continu qui s'est effectué entre 490.000 et 70.000 ans, soit un taux moyen de sédimentation de 2 cm/1.000 ans : dans la même aire, REVELLE et al. estiment à 3,2 cm/1.000 ans ce taux pour les 14.000 dernières années.

4. La dissolution des organismes : l'environnement au pléistocène moyen-supérieur dans la zone de divergence équatoriale

La dissolution des carbonates est bien connue des auteurs qui ont étudié les carottages du Pacifique est-équatorial et leur a permis d'interpréter les fluctuations de certaines courbes de carbonates.

Ainsi REVELLE et al. (1955) corrèlent les minima des carottes du type 3 avec des périodes interglaciaires mises en évidence par des mesures isotopiques sur les Foraminifères planctoniques. Les maxima intermédiaires correspondent aux glaciations. Plus tard HAYS et al. (1969), THOMPSON et SAITO (1974) reprennent le même schéma. C'est en comparant les 3 types de stratification que REVELLE et al. expliquent les minima de carbonates par un fort taux de dissolution au fond. La stratification de type 3 semble se manifester seulement au-dessus et légèrement au nord de la divergence équatoriale.

La courbe des carbonates dans la carotte KL.187 présente des minima assimilables à des périodes inter-glaciaires, pendant lesquelles la dissolution était maximale au fond. L'ensemble de la nanoflore permet de tracer une courbe centésimale estimée, correspondant à la proportion occupée par ces organismes au sein de la fraction < 63 µm. Cette courbe est très proche de celle des carbonates totaux, attestant de l'influence d'un même phénomène de dissolution sur les différentes tailles granulométriques carbonatées. Les maxima de la courbe du nannoplancton traduisent le ralentissement de la dissolution pendant les intervalles glaciaires.

Quant aux Radiolaires, leur abondance et leur dissolution sont également très variables. Ils sont généralement abondants et peu dissous lorsque la dissolution des carbonates atteint son maximum. Localement, ils peuvent être fortement corrodés, lors des maxima du Ca CO₃.

La distribution de *Theocalyptra davisiana* a été envisagée car c'est une espèce qui, entre autre, peut caractériser des zones où le taux de carbone organique est important (courant du Pérou) en relation avec des eaux riches en éléments nutritifs. Or, le taux de C/org. dans les sédiments est un facteur qui joue un rôle important dans la dissolution des carbonates.

Dans la carotte KL.187 la courbe de *davisiana* est très fluctuante; elle présente des maxima lorsque le pourcentage de Ca CO₃ est minimum et, inversement, des minima lorsqu'il est maximum, ce qui correspond dans ce dernier cas à une mauvaise conservation de l'opale.

Pendant les périodes inter-glaciaires, une forte proportion de C/org. dans les sédiments, liée à une productivité primaire élevée, peut être responsable de la dissolution de la calcite. Les sédiments ne présentant aucun mélange de populations, l'influence des courants de fond n'a pas été retenue. La présence d'une eau d'origine antarctique n'est cependant pas à exclure.

Pendant les phases glaciaires, une modification du trajet des courants superficiels peut déplacer les centres de remontées d'eaux profondes et entraîner une diminution de la productivité primaire qui se traduit alors par une conservation médiocre des Radiolaires et localement par la disparition des Diatomées qui leur sont associées dans la fraction > 45 μm. La calcite est alors peu dissoute et le taux de Ca CO₃ dans les dépôts atteint son maximum.

Un niveau de la carotte KL.187 se singularise par le fait que le manganèse précipite et se dépose préférentiellement sur et dans les Diatomées. La microsonde électronique a permis de représer le pic de Mn sur les Diatomées où aucun dépôt n'est encore matérialisé. Ceci se produit immédiatement au-dessus d'une zone à forte dissolution siliceuse.

C. Composition chimique

Deux analyses du sédiment de surface ont été faites :

TABLEAU 23 : ANALYSE CHIMIQUE DU SÉDIMENT DE SURFACE KL.187
Surface sediment : geochemical data
 (Imperial College, Londres)

Échant.	Ca (1)	Fe (1)	Mn (1)	Al (1)	Cu (2)	Co (2)	Ni (2)	Zn (2)	Pb (2)	Ti (2)	Mn/Fe
KL.187	35,58	1,32	0,43	1,86	360	22	130	ND	ND	1.551	0,33

(1) : Valeur exprimée en %
 (2) : Valeur exprimée en ppm
 ND : non dosé
 PF : perte à 1.000°C
 H : Valeur inférieure à la limite de détection

TABLEAU 24 : ANALYSE CHIMIQUE DU SÉDIMENT DE SURFACE KL.187
Surface sediment : geochemical data
 (Institut de Géologie, Strasbourg)

Échant.	SiO ₂ (1)	Al ₂ O ₃ (1)	MgO (1)	CaO (1)	Fe ₂ O ₃ (1)	Mn ₂ O ₃ (1)	TiO ₂ (1)	BaO (1)	SiO (1)	Na ₂ O (1)	K ₂ O (1)	PF (1)	Somme (1)
KL.187	5,1	0,4	0,36	49,7	0,2	0,66	0,03	0,13	0,17	0,06	0,05 H	43,68	99,91
			V (2)	Ni (2)	Co (2)	Cr (2)	Zn (2)	Cu (2)	Y (2)	Zr (2)			
			9	28	25	2	168	20	15	3			

**CAROTTE BENTHOS
BL.188**position : 00° 07' 36" S
133° 28' 52" Wprofondeur : 2.212 br (4.045 m)
longueur : 92 cm

A. Sédimentologie*- Texture et couleur*

De 0 à 24 cm le sédiment est une vase grumeleuse beige clair (10 YR 7/2). A 24 cm se situe une zone diffuse de couleur un peu plus foncée, beige grisâtre (10 YR 5/2) qui va en s'éclaircissant progressivement jusqu'à 35 cm où le sédiment est pratiquement blanc (10 YR 8/1).

- Description des frottis (tab. 22)

Les sédiments de surface et de base sont des vases carbonatées à coccolithes et foraminifères.

B. Biostratigraphie (fig. 50)

La nannoflore variée, bien conservé, appartient à la zone CN.15 (OKADA et BUKRY, 1980).

C. Composition chimique (tab.25)

L'analyse du sédiment de surface a été faite par D. CRONAN (Imperial College, Londres).

TABLEAU 25 : ANALYSE CHIMIQUE DU SÉDIMENT DE SURFACE
Surface sediment : geochemical data

Échant.	Ca (1)	Fe (1)	Mn (1)	Al (1)	Cu (2)	Co (2)	Ni (2)	Zn (2)	Pb (2)	Ti (2)	Mn/Fe
BL.188	31,65	1,02	0,24	1,63	192	18	104	169	43	1.325	0,24
BL.189	32,88	1,09	0,30	1,81	255	10	105	205	ND	1.035	0,28
BL.192	30,69	0,92	0,24	1,44	225	13	168	174	51	1.197	0,26

(1) : Valeur exprimée en %
(2) : Valeur exprimée en ppm
ND : non dosé

**CAROTTE BENTHOS
BL.189**position : 00° 05' 42" S
133° 28' 32" Wprofondeur : 2.223 br (4.065 m)
longueur : 98 cm

A. Sédimentologie*- Texture et couleur*

De 0 à 20 cm, le sédiment est une vase grumeleuse beige clair (10 YR 7/2). A 20 cm se situe une zone diffuse beige grisâtre (10 YR 5/2) puis il y a un passage progressif à une vase blanche.

- Description des frottis (tab.22)

Les sédiments de surface et de base sont des vases carbonatées à coccolithes et foraminifères.

B. Biostratigraphie (fig. 50)

La nannoflore variée, bien conservée, appartient à la zone CN.15. (OKADA et BUKRY, 1980).

C. Composition chimique (tab. 25)

**CAROTTE BENTHOS
BL.192**position : 00° 03' 52" S
133° 29' 13" Wprofondeur : 2.260 br (4.133 m)
longueur : 94 cm

A. Sédimentologie

-Texture et couleur

De 0 à 22 cm le sédiment est une vase grumeleuse beige clair (10 YR 7/2). A 22 cm se situe une zone diffuse beige grisâtre (10 YR 5/2) puis il y a passage progressif à une vase blanche.

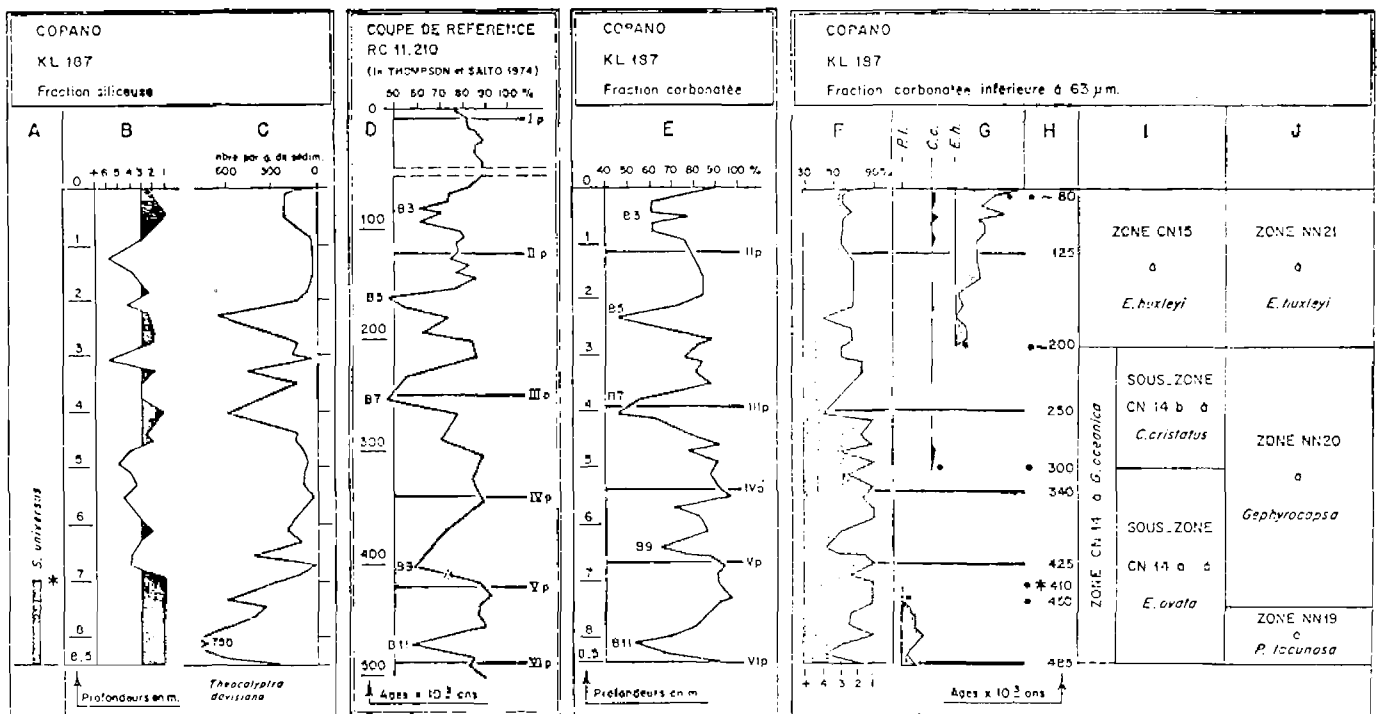
- Description des frottis (tab. 22)

Les sédiments de surface et de base sont des vases carbonatées à coccolithes et foraminifères.

B. Biostratigraphie (fig. 50)

La partie très récente des sédiments quaternaires semble avoir été traversée par la carotte BL.192. La courbe de la population totale de nanoplancton, qui peut être parallélisée à la courbe calcimétrique, permet de placer la terminaison lp.

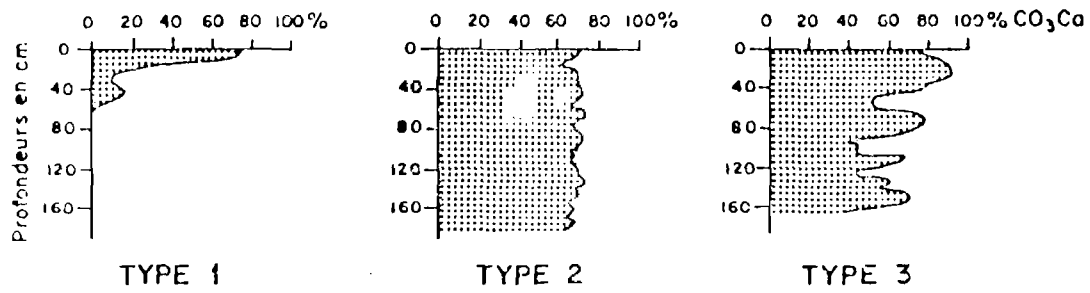
C. Composition chimique (tab. 25)



LÉGENDE DE LA FIGURE 48

- A. Extinction de *S. universus*.
- B. Courbe de dissolution de la population de Radiolaires - 1 à 6: indice croissant de la dissolution de la silice.
- C. Distribution stratigraphique de *Theocalyptra davisiana* (nombre de spécimens par gramme de sédiment brut sec).
- D. Mesures de pourcentage de $CaCO_3$ dans la carotte RC11-210 - B3 à B11: minima de carbonate - lp à Vlp: «terminaisons» du Pacifique
★ : extinction du Radiolaire *S. universus*
- E. Mesures de pourcentage de $CaCO_3$ dans la carotte KL 187 - B3 à B11 et lp à Vlp: id. in D.
- F. Évaluation de la population nanoflorale au sein de la fraction < 63µm - 1 à 4: indice croissant de la dissolution du carbonate.
- G. Répartition semi-quantitative de quelques «datum» nannoplanctoniques:
P.l. : *Pseudoemiliani lacunosa*, extinction vers 450.000 ans.
C.c. : *Ceratolithus cristatus*, apparition vers 300.000 ans.
E.h. : *Emiliana huxleyi*, apparition vers 200.000 ans, début de l'acmé vers 80.000 ans
- H. Datations déduites des divers indices micropaléontologiques et sédimentologiques.
- I. Zonation nannoplanctonologique de OKADA & BUKRY, 1980.
- J. Zonation nannoplanctonologique standard de MARTINI & WORSLEY, 1970.

FIGURE 48: Stratigraphie de la carotte KL.187 (site E) - voir texte avec figure.
Biostratigraphy of core KL.187.



- type 1, dit "East Eupelagic area , south equatorial facies"
- type 2, dit "East Pacific Rise"
- type 3, dit "East Eupelagic area, equatorial facies".

FIGURE 49: Trois types de stratification du Ca CO₃ dans le Pacifique oriental (d'après REVELLE et al., 1955).
 Variation of the Ca CO₃ content curve in three Pacific areas.

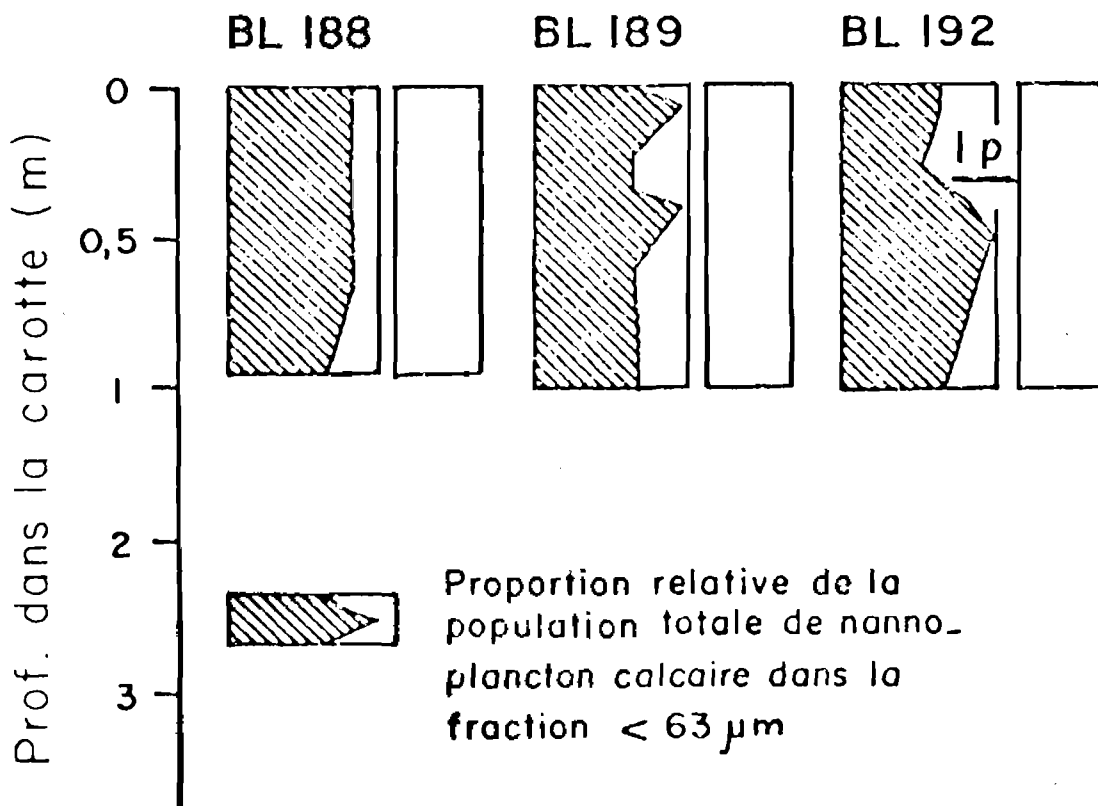


FIGURE 50: Proportion relative de la population totale de nanoplankton calcaire dans la fraction inférieure à $63 \mu\text{m}$.
 Relative proportion of the nanoplankton in the fraction $< 63 \mu\text{m}$.

III. PHOTOGRAPHIES

TROIKA TR.185

Un profil troïka (TR.185) a été effectué sur la station E dans une direction W-E (fig. 47). Trois heures de prises de vues ont été réalisées sur une distance d'environ 10 km de longueur. Les photographies sont en noir et blanc.

L'analyse de ces clichés révèle une activité benthique vigoureuse et l'absence de nodules. Le nombre d'organismes benthiques observés: poissons, holothuries, éponges, crinoïdes, etc. et la densité des formes de bioturbation sur le sol, sont plusieurs fois plus élevés que ceux observés dans les sites disposés au nord et au sud. Nous présentons sur les planches XV et XVI quelques exemples de figures de bioturbation et de communautés benthiques présentes sur ce site équatorial. Les communautés benthiques du site E, bien que beaucoup plus abondantes, sont similaires qualitativement à celles observées sur les sites de l'hémisphère nord (A et B) et très différentes des populations de l'hémisphère sud (site I et H). En particulier le sol de la zone équatoriale paraît plus grumeleux qu'au sud, la population d'holothuries est différente, les éponges siliceuses en forme de feuilles disparaissent vers le sud. La forme des tumuli est également un bon marqueur.

Ce site se caractérise par une faune riche, constituée d'une épifaune bien visible sur les photographies et d'une endofaune dont on ne remarque en général que l'activité. Parmi l'épifaune, on observe simultanément des organismes fixés au sédiment de surface par pédoncule souvent haut d'une vingtaine de cm au-dessus du fond (Spongiaires, Crinoïdes, Octocoralliaires) et des organismes mobiles sur le fond, essentiellement représentés par les Holothuries, les Anémones et les Xénophyophores. L'épifaune mobile sur le fond perturbe le sédiment en laissant des traces de broutage, des empreintes, des tumuli et de très nombreuses pistes en méandres (attribuées aux holothuries). L'activité de l'endofaune se manifeste par des tumuli et des terriers sans doute dus aux Annélides. La richesse de l'épifaune semble bien supérieure à l'endofaune et évoque l'importance des apports trophiques dans ce secteur.

Dans l'hémisphère nord et sur la zone E on observe de gros monticules en forme de dômes dont la hauteur atteint 40-50 cm, et dans le sud les tumuli sont petits et de forme conique à flancs plus escarpés. Il n'est pas possible de placer une limite entre ces deux faciès de vie benthique par manque d'échantillonnage intermédiaire mais le site F, étudié par le F.V. SONNE et situé à 7°S, est du type hémisphère sud. On peut donc avancer l'hypothèse que la limite passe vers 3°S en relation avec le changement de sédimentation lié à la frange méridionale de la zone à haute productivité équatoriale. La permanence de ces caractéristiques d'activité benthique vers le nord serait due au déplacement du bourrelet sédimentaire équatorial vers le nord sur le dos de la plaque Pacifique.



Planche XV: Exemples de faune fixée à l'aide de pédoncule associées à :
a. éponges et traces de bioturbation
b. éponges, tumulus et traces de bioturbation
c. éponges, holothurie et traces de bioturbation.
Site E: benthic activity. Fixed infauna associated with:
a. basket sponge and trails
b. tracks, mound building and sponges
c. holothurian and sponges.



a



b



c

Planche XVI: Exemples de vie benthique en zone équatoriale.

a. poissons, éponges et traces de bioturbation

b. grosse holothurie

c. éponges et protozoaire flottant ?

Site E: examples of deep benthic life.

a. tracks, sponge and fish

b. large holothurian

c. basket sponge, free floating protozoan ?

IV. HYDROLOGIE : Température de l'eau

Les sondes de température fixées sur la troïka ont permis d'enregistrer en continu les températures par rapport à la pression (fig. 51).

Une mesure est effectuée chaque minute indiquant l'immersion en mètres et la température en degrés Celsius. Ces sondes Aandera sont des sondes employées pour les mesures de flux géothermique et fixées sur les carottiers. La précision des mesures est d'environ 1/100° de degré.

La température potentielle enregistrée sur le fond du site E est de 1°39C. Cette valeur est la plus basse que nous avons enregistrée. Elle est inférieure de 1/10° de degré aux températures de fond que nous avons enregistrées sur les sites I et H.

L'enregistrement d'immersion de la troïka dans son parcours W-E montre un approfondissement progressif de 4.370 mètres à 4.410 mètres.

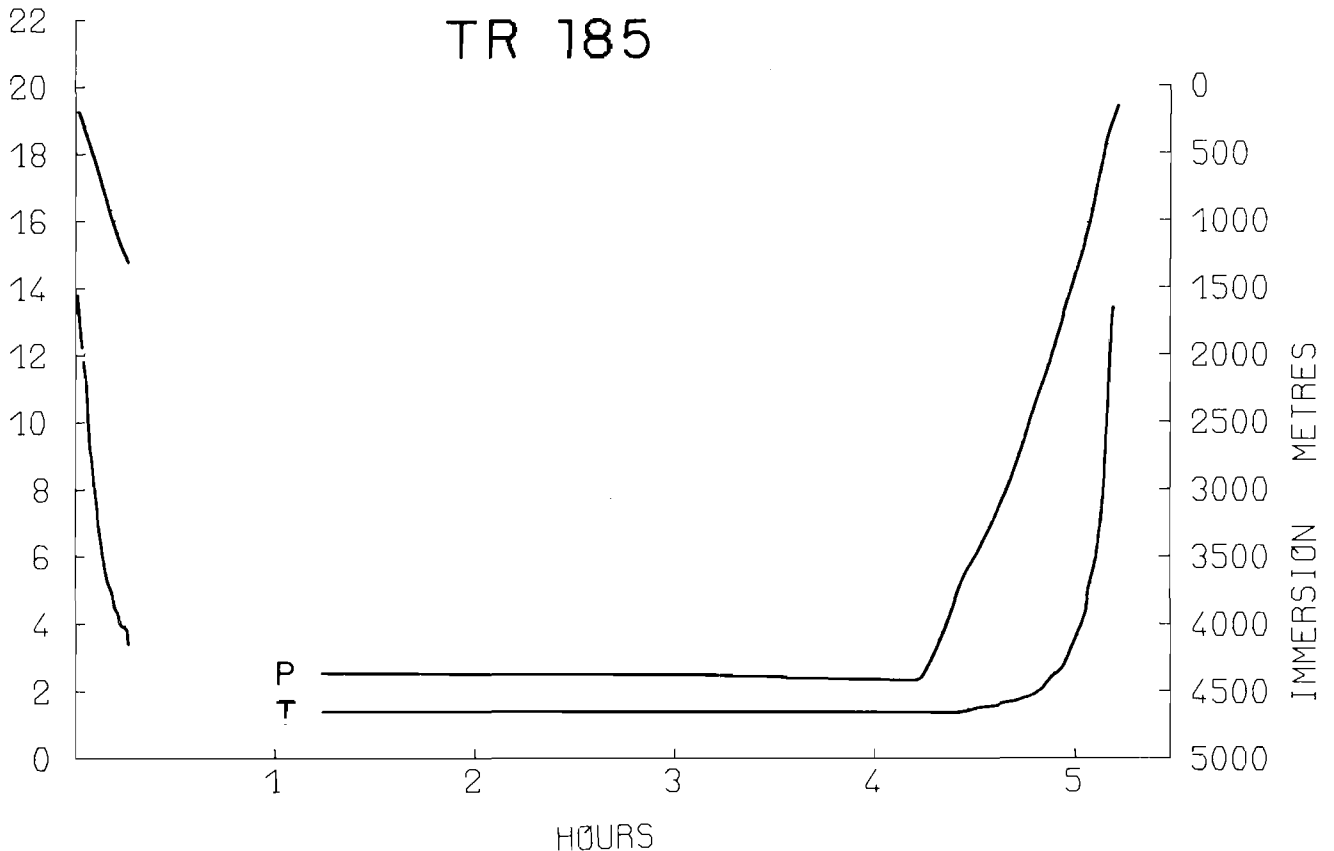


FIGURE 51: Courbe de température T par rapport à la pression P obtenue au cours du trait troïka TR.185. La température potentielle du fond est constante et égale à 1°39C.

Potential temperature curve in function of the pressure during troïka run TR.185. Value of the bottom potential temperature is 1°39C.

SITE H

SITE H



Aspect de la surface de la colonne sédimentaire dans la zone H (troïka TR.152). L'activité biologique se décèle par des organismes fixés (spongiaires...) ainsi que par des traces (tumuli...).

Deep-sea floor on site H (troïka TR.152). Benthic activity is marked by fixed organisms (sponges...) and mound building.

I. CADRE MORPHOSTRUCTURAL

A. ANALYSE STRUCTURALE

Sept profils, orientés E-W, d'une longueur moyenne de 10 milles et espacés de 2 ou 3 milles, ont été réalisés autour du méridien 134°W et du parallèle 14°S pour choisir la zone de travail (fig. 52).

Ces profils sériés montrent deux compartiments principaux (fig. 53 et pl. XVII) :

- un relief, allongé dans une direction N-S, est constitué par une succession de massifs allongés dans le même sens, disposés en échelon et légèrement décalés dans un sens dextre les uns par rapport aux autres;
- un compartiment de socle océanique plus ou moins accidenté et présentant une déclivité générale vers l'est. Ce compartiment est recouvert d'une couverture sédimentaire d'une centaine de mètres d'épaisseur. La couche sédimentaire drapée les reliefs et épouse les irrégularités du substratum. Cependant dans les zones profondes on remarque des entailles dans la couverture sédimentaire et particulièrement au contact de reliefs. Ce compartiment comprend une anomalie qui est la présence d'une structure volcanique arrondie sur le profil H.8.

La zone de travail H a été choisie de telle manière que l'on puisse étudier en détail un massif allongé, le compartiment sédimenté, des incisions érosives et une structure volcanique.

B. ANALYSE MORPHOLOGIQUE

Les profils bathymétriques ont permis de dresser la carte morphologique. Le site H est situé entre les méridiens 133°56'W et 134°01'W et entre les parallèles 14°01'S et 13°53'S.

Les structures dominantes sont les suivantes (fig. 54 et 55) :

- Dans le secteur S-E, un massif allongé dans une direction N-S avec des flancs abrupts de part et d'autre; il semble se poursuivre vers le sud après un col mais s'ennoie vers le nord.
- A la même latitude, mais à 3 milles plus à l'ouest une structure volcanique de forme arrondie avec un appendice dirigé vers le sud.
- Dans la partie centrale nord, une structure allongée N-S aux formes molles et arrondies : c'est une ride sédimentaire bien visible sur le profil sismique H.4 (fig. 53) et qui correspond à un bombement du substratum.
- Un réseau de vallées bien dessiné, à orientation générale N-S, contournant les reliefs et la ride sédimentaire; ces vallées confluent dans un bassin situé entre le massif allongé à l'est et la structure volcanique à l'ouest.

R. PRUD'HOMME (I.G.B.A.) a repris cette analyse morphologique. Le tracé du réseau des entailles permet de définir le «chevelu» des affluents des vallées principales (fig. 56). Ce tracé du réseau et la comparaison de l'ensemble des profils en long des entailles de la carte, permet la cartographie des zones où les vallées sont surcreusées et des zones où elles sont relativement moins creusées (zones de convexité sur la fig. 57). Cette opposition : zones convexes-zones concaves peut traduire en partie l'opposition zone peu ou pas érodée-zone érodée, de même qu'elle peut permettre de mettre en valeur des arrachements et des loupes de glissements.

APPORT DU SONDEUR «SEABEAM» :

Trois profils au Seabeam, réalisés au cours de la campagne SEARISE (juin 1980), ont permis d'affiner la carte bathymétrique réalisée au cours des campagnes COPANO. On note le bon accord morphologique entre les deux cartes (fig. 54 et 58). On retrouve le massif allongé avec la même orientation mais le flanc ouest apparaît plus incliné. La structure volcanique a une forme plus arrondie et l'appendice porte un piton annexe. La ride sédimentaire présente des flancs peu escarpés et symétriques. Le réseau des vallées est bien dessiné mais l'on observe des dépressions ovoïdes de surcreusement dans le lit des principales vallées. Ce type de structure ne peut être mis en évidence que par le Seabeam.

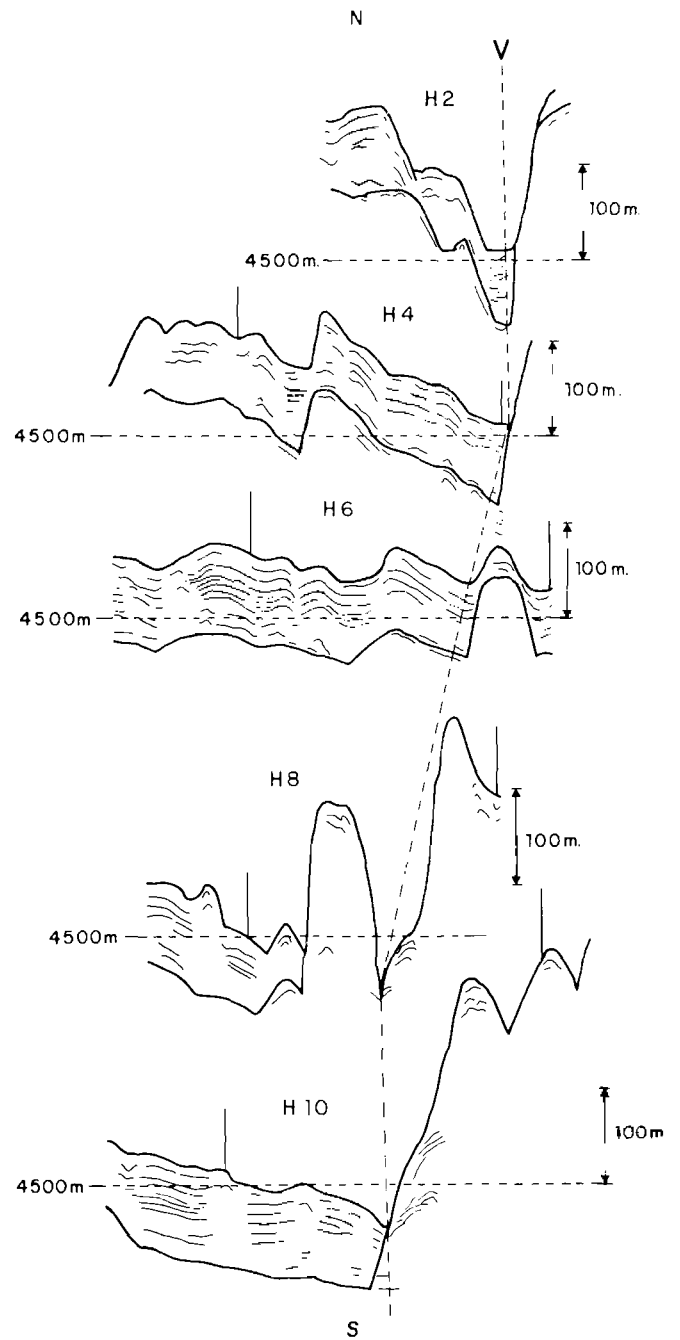
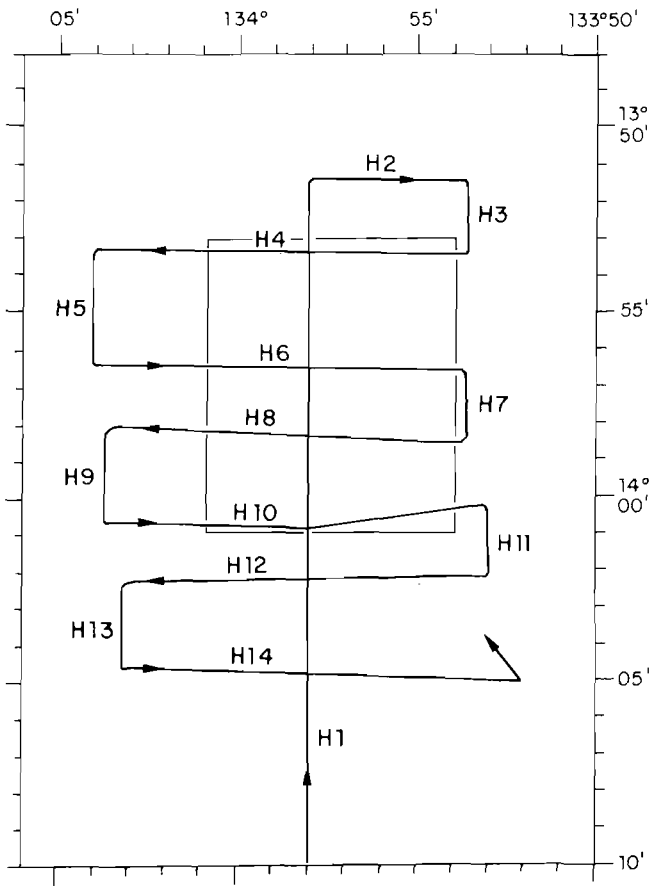


FIGURE 52.: Position des profils sismiques réalisés sur la zone H. Le rectangle représente le site H finalement choisi.
 Positions of seismic profiles for area H. The rectangle marks the site chosen as H.

FIGURE 53: Interprétation d'une série de profils sismiques orientés E-W. La couverture sédimentaire a une épaisseur moyenne de 100 mètres. Le substratum est souligné. V = vallée.
 Seismic profiles : H.2, H.4, H.6, H.8, H.10 oriented E-W. Sedimentary cover approximately 100 m thick. Basement represented for each profile. V = deep sea valley.

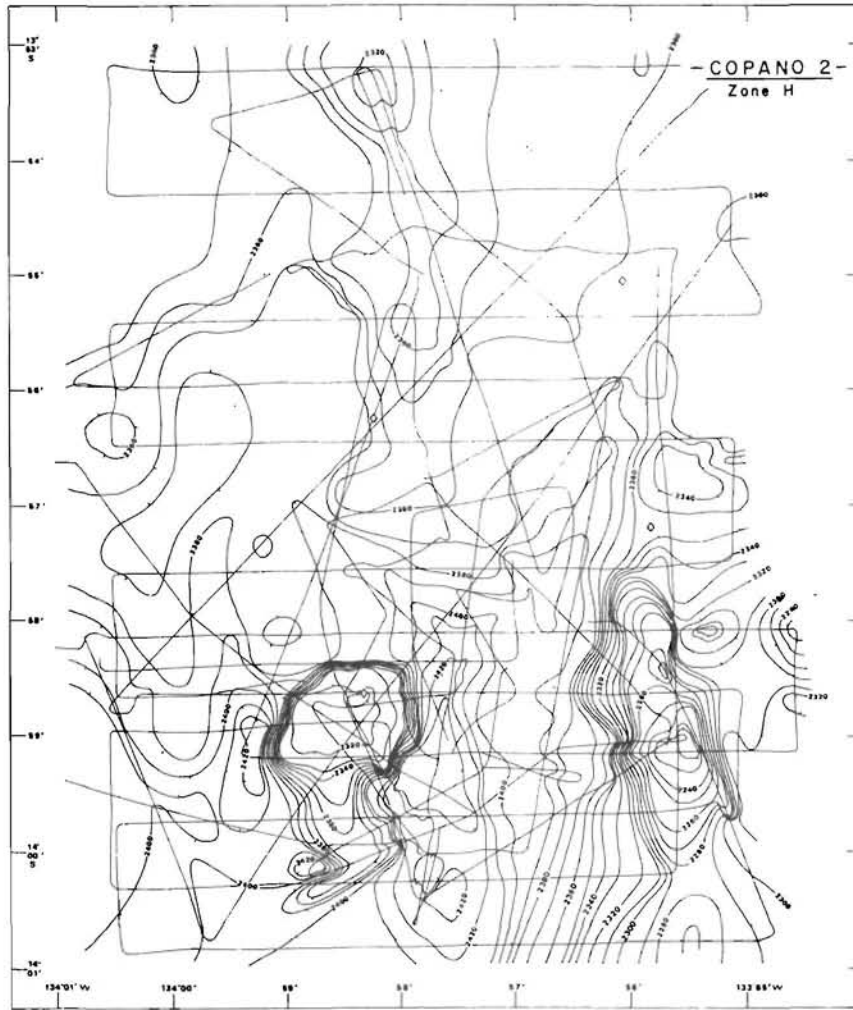


FIGURE 54: Bathymétrie du site H. Les isobathes sont espacées de 10 brasses. Les trajets sont représentés.
Bathymetry of site H. Isobath interval = 10 fathoms. Ship's runs indicated.

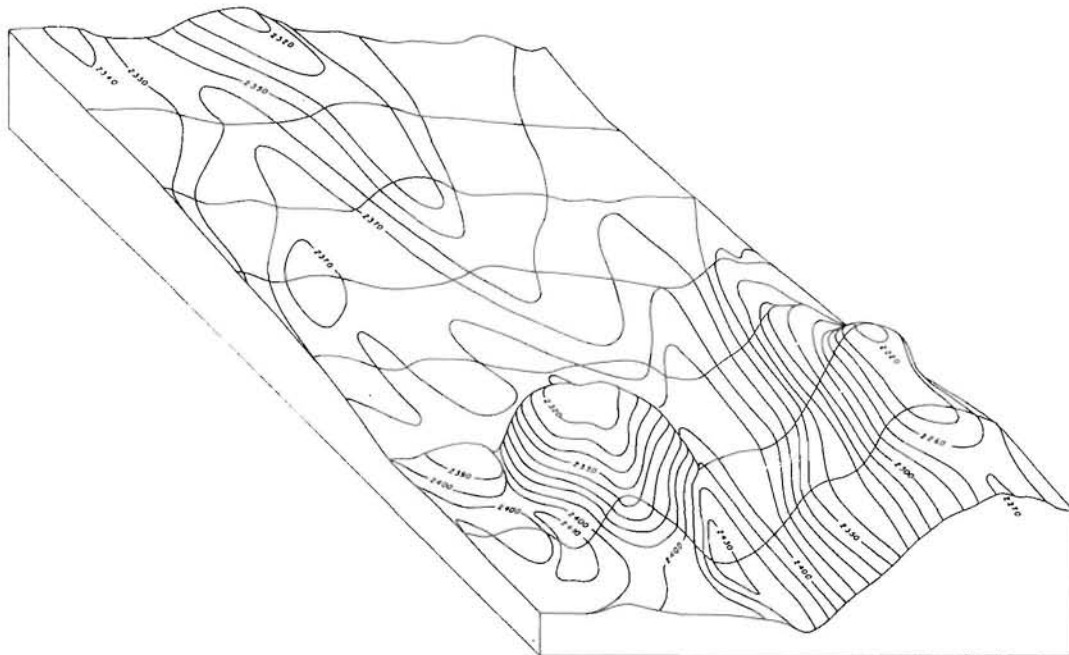


FIGURE 55: Bloc diagramme du site H.
Site H: block diagram.

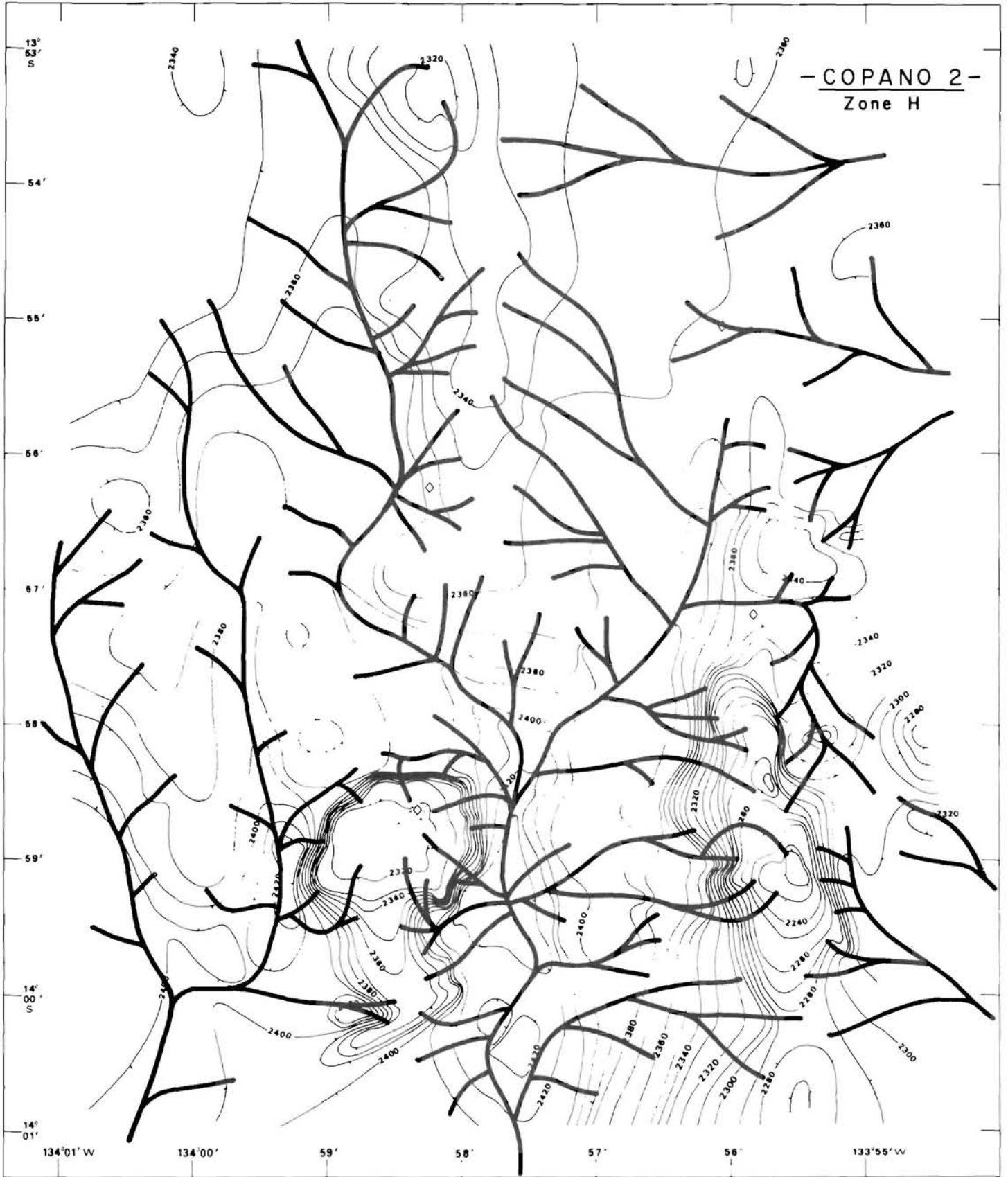
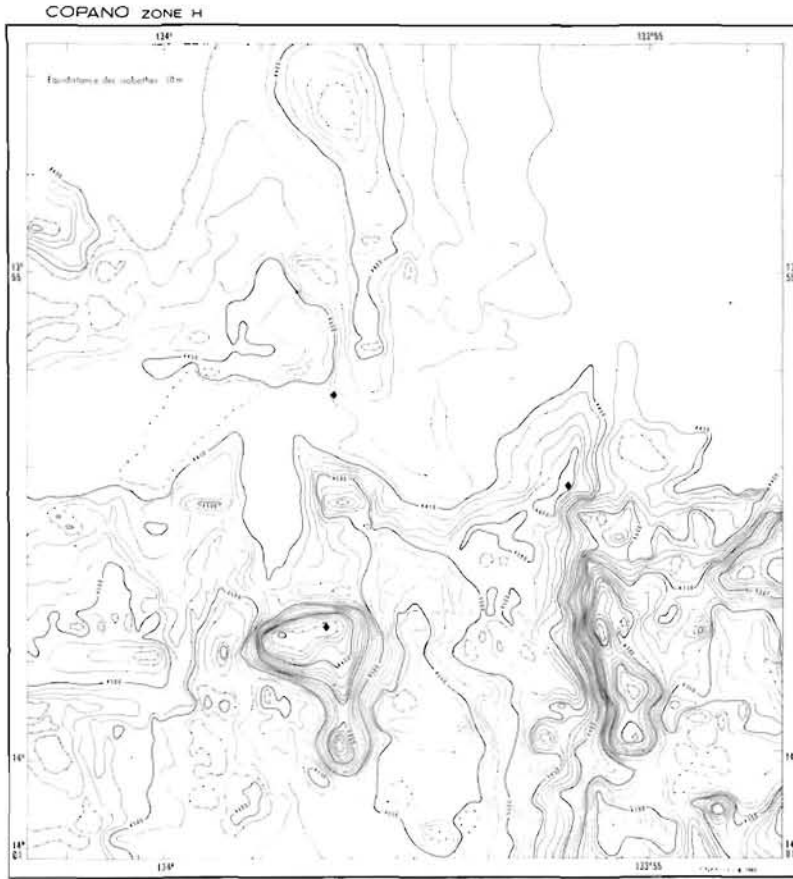


FIGURE 56: Réseau des vallées et entailles de la zone H montrant les vallées principales et leurs affluents.
Representation of the main valleys with their affluents.

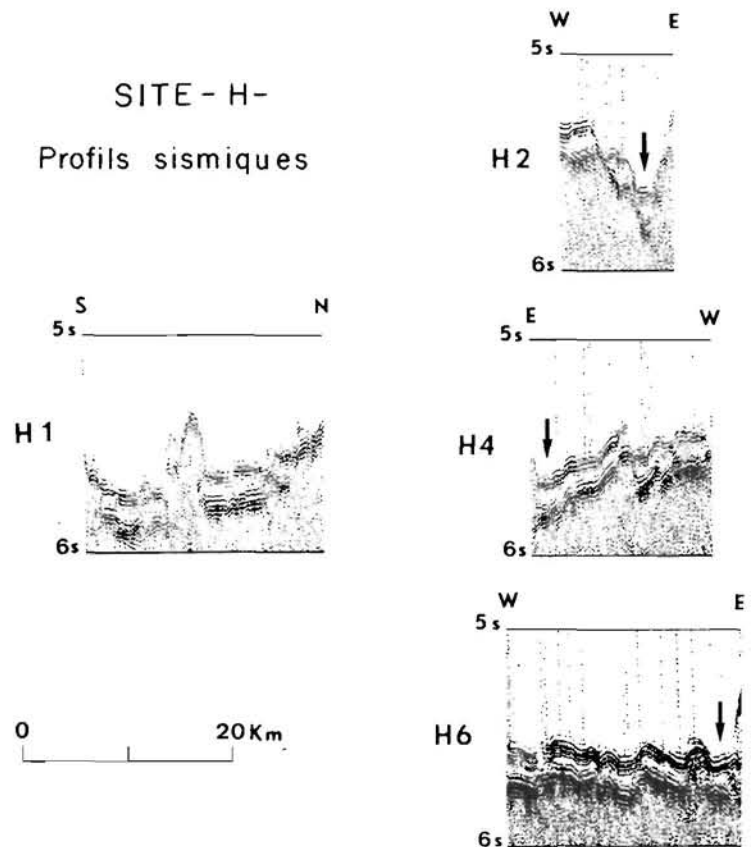


FIGURE 57 : Représentation des zones convexes (en grisé) et des zones concaves (en blanc) sur le site H. Les limites de ces zones sont des lignes d'instabilité gravitaire potentielle.
Convex areas (with dots) and concave areas (white) on site H. This analysis is useful to determine erosional and gravity sliding processes.



◀ FIGURE 58 : Levé bathymétrique du site H effectué à l'aide du sondeur multifaisceau Seabeam. Les profondeurs sont exprimées en mètres non corrigés. Les isobathes sont espacées de 10 mètres.
Site H : bathymetric survey by multibeam echosounder Seabeam. Depth = uncorrected meters. Isobath interval = 10 meters.

SITE - H -
 Profils sismiques



▶ Planche XVII : Profils sismiques H.2, H.4, H.6 et H.1 (positions sur la figure 52). La flèche représente l'axe de la vallée.
Picture of seismic profiles H.1, H.2, H.4 and H.6 (positions on fig. 52). Arrows mark valley.

II. OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LE FOND

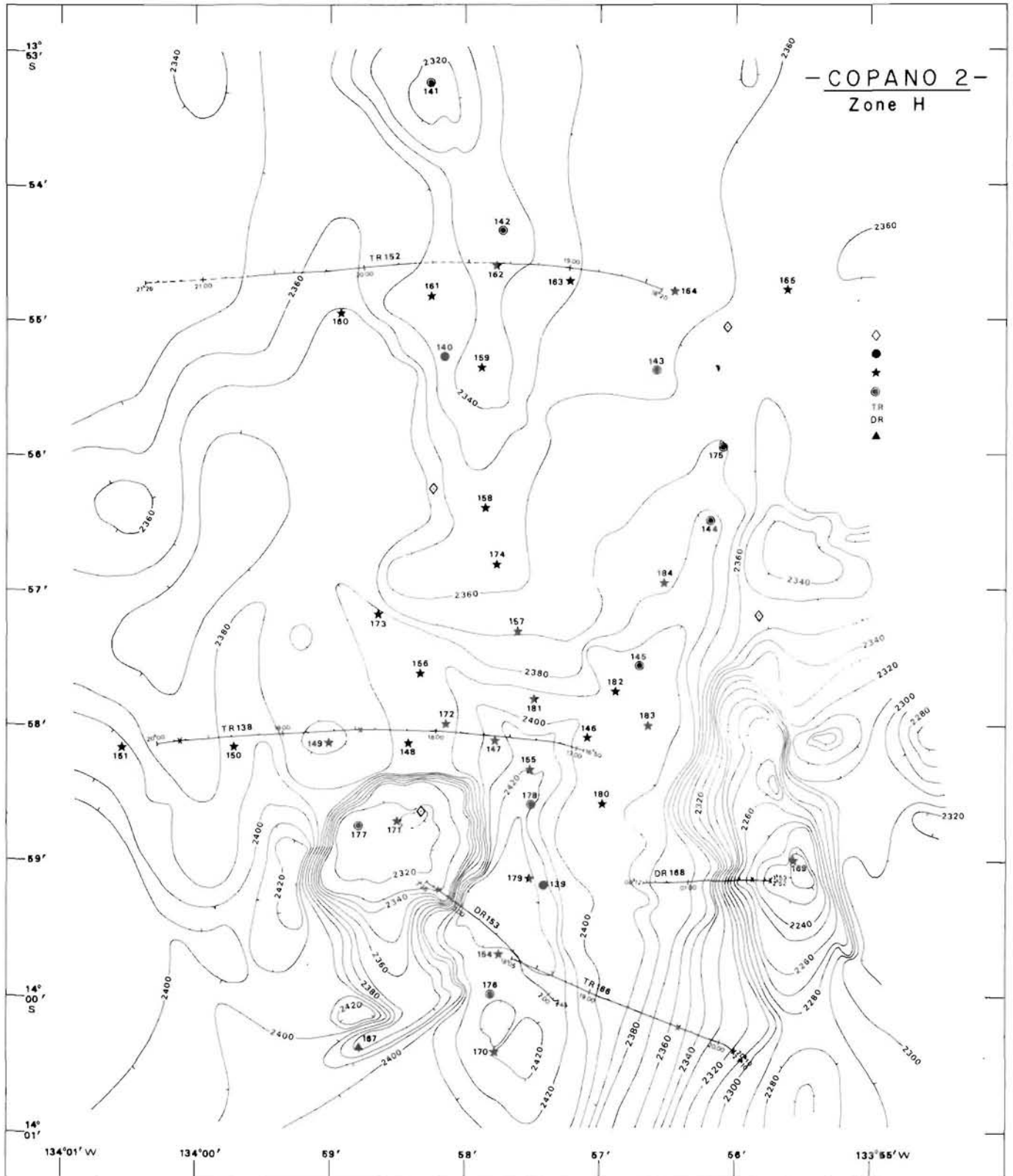


FIGURE 59: Ensemble des opérations effectuées sur le fond. Les ronds noirs représentent les carottages Küllenberg. Les ronds encadrés représentent les carottages boomerang. Les étoiles sont les prélèvements de nodules. TR = troïka, DR = dragage.
 Sampling operations on site H. Diamond = transponders on the seafloor; solid circles = Küllenberg corer (KL); stars = nodule sampler (PL); circled solid circles = boomerang corer (BL); TR = troïka run; DR = dredge run; triangle = plankton net (PA).

III. DESCRIPTION DES SÉDIMENTS

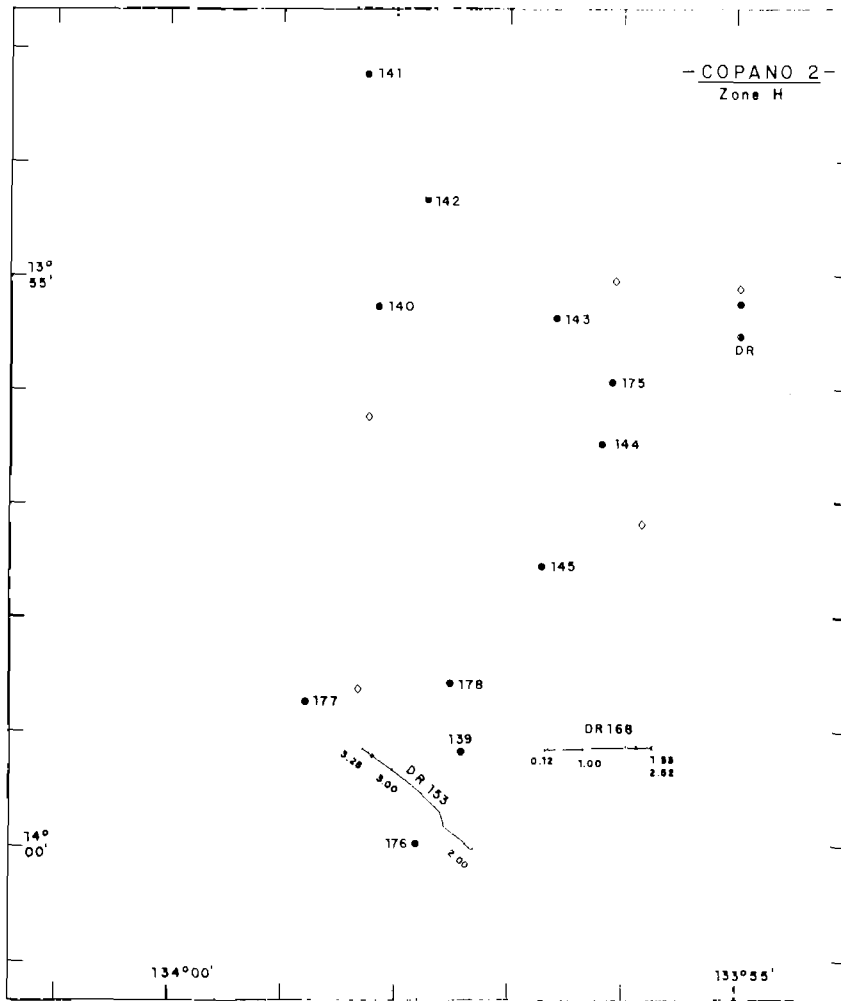


FIGURE 60: Positions des carottages et des dragages. Losanges = balises sur le fond; cercles noirs = carottage Küllenberg; points encadrés = carottage boomerang; DR = dragage.
 Location of cores and dredges. Diamonds = transponders; solid circles = Küllenberg corer (KL); circled solid circles = boomerang corer (BL); DR = dredge.

TABLEAU 26 : POSITION ET PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENT DES CAROTTAGES SUR LE SITE H
Site H : position and depth of the cores

PRÉLÈVEMENTS	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (Sud)	LONGITUDE (Nord)
KL 139	4.422	13° 59' 10"	133° 57' 25"
KL 140	4.287	13° 55' 17"	133° 58' 09"
BL 141	4.236	13° 53' 15"	133° 58' 15"
BL 142	4.273	13° 54' 21"	133° 57' 42"
BL 143	4.313	13° 55' 23"	133° 56' 35"
BL 144	4.353	13° 56' 30"	133° 56' 11"
BL 145	4.386	13° 57' 33"	133° 56' 43"
BL 175	4.335	13° 55' 57"	133° 56' 07"
BL 176	4.432	14° 00' 00"	133° 57' 49"
BL 177	4.225	13° 58' 45"	133° 58' 49"
BL 178	4.444	13° 58' 35"	133° 57' 31"

A. DESCRIPTION DES CAROTTAGES

CAROTTE KL.139 position : 13° 59' 10" S profondeur : 2.418 br (4.422 m)
133° 57' 25" W longueur : 736 cm

A. Sédimentologie

- *Texture et couleur*

La carotte est constituée de 0 à 732 cm par une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). De 732 à 736 cm il s'agit d'une vase calcaire indurée plus claire (7,5 YR 3/2).

- *Description des frottis (tab. 27) :*

TABLEAU 27 : DESCRIPTION DES FROTTIS DE LA CAROTTE KL.139
Description of smear slides (KL.139)

	0 cm	20 cm	150 cm	300 cm	450 cm	600 cm	732 cm	734 cm	735 cm
Foraminifères	5	t	t	t	t	t	t	—	—
Coccolithes	10	t	t	t	t	t	t	60	75
Discoasters	t	—	—	—	—	—	—	20	20
Org. siliceux	t	—	—	—	—	—	—	—	—
Phillipsite	20	20	20	20	20	15	15	—	—
Oxyhydroxydes (Fe-Mn)	10	25	25	25	25	15	25	10	t
Verre volcanique	t	t	t	t	t	t	t	—	—
Argiles	55	55	55	55	55	70	60	10	5

t : traces, — : absent

De 0 à 732 cm il s'agit d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et phillipsite et traces d'organismes calcaires. De 732 cm à la base de la carotte le sédiment est une vase de coccolithes avec discoasters et traces d'argiles.

- *Teneur en CaCO₃*

Le sédiment de surface a une teneur de 23%. Cette teneur varie peu jusqu'à 732 cm.

- *Teneur en eau*

La teneur en eau est de 250% pour le sédiment de surface, elle varie de 193 à 177% jusqu'à 732 cm.

B. Biostratigraphie

Le nannoplancton (fig. 61)

- 0 - 100 cm : le nannoplancton quaternaire est très pauvre et dissous ; il est limité à quelques formes plus particulièrement résistantes à la dissolution et se trouve mélangé à des Discoasters recalcifiés puis dissous indéterminables. Quelques formes évidées (*Blackites amplus*) et quelques Sphénolithes usés complètent l'association.
- 100 - 300 cm : aucune forme pleistocène n'est reconnaissable. Seuls quelques coccolithes et *Discoasters* oligocènes se manifestent (*Cyclicargolithus floridanus*, *D. deflandrei*...).
- 300 cm environ - 732 cm : pas de nannoflore.
- 732 - 736 cm : la nannoflore est très abondante. Les formes rondes/ovales dominant l'association (*Dictyococcites bisectus*, *Coccolithus copelagicus*, *Blackites amplus*, *Cyclicargolithus floridanus*) qui est complétée par *Sphenolithus cipercensis*, *S. predistentus*, *S. pseudoradians*, et des *Discoasters* (*D. tinquarensis*, *D. deflandrei*, *D. tanidifer*...).

La base de KL.139 est attribuable à l'Oligocène moyen/supérieur (CP.17-18).

C. Composition chimique

Deux analyses chimiques des sédiments de surface ont été faites (tab. 28 et 29).

TABLEAU 28 : ANALYSES CHIMIQUES DES SÉDIMENTS DE SURFACE DU SITEH
Surface sediment geochemistry
 (Institut de Géologie, Strasbourg)

Éléments majeurs (%)	KL.139	KL.140	PL.146	PL.147	PL.148	PL.149	PL.150	PL.151	PL.155	PL.156	PL.157	PL.158	PL.159	PL.160	PL.161	PL.162	PL.163
SiO ₂	31,30	32,00	26,00	28,50	27,70	28,10	29,60	29,70	29,90	30,70	20,30	27,40	26,60	26,70	27,60	24,50	26,40
Al ₂ O ₃	9,30	9,40	7,60	8,50	8,20	8,50	8,70	8,80	9,00	8,90	6,20	8,20	7,70	7,90	8,30	7,40	7,90
MgO	2,04	2,10	1,84	2,03	2,00	1,91	2,00	2,07	2,11	2,03	1,40	1,89	1,89	1,84	1,91	1,66	1,82
CaO	7,70	9,70	16,30	12,80	13,80	13,20	11,80	12,70	10,90	11,50	25,20	14,50	15,20	15,40	14,70	21,10	17,40
Fe ₂ O ₃	15,00	14,10	11,20	12,30	12,90	11,80	12,50	13,00	13,10	12,60	8,90	11,30	11,10	11,30	11,80	10,20	11,30
Mn ₃ O ₄	4,16	4,10	3,59	3,94	3,86	3,78	3,95	4,04	4,07	3,99	2,75	3,61	3,50	3,58	3,64	3,25	3,55
TiO ₂	0,49	0,70	0,58	0,63	0,61	0,61	0,63	0,66	0,67	0,69	0,43	0,62	0,61	0,57	0,62	0,54	0,61
BaO	0,26	0,33	0,34	0,34	0,30	0,31	0,32	0,33	0,36	0,33	0,23	0,30	0,29	0,30	0,31	0,28	0,32
SrO	0,06	0,07	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,11	0,09	0,08	0,09	0,09	0,11	0,10
Na ₂ O	4,99	4,57	3,31	3,86	3,60	3,67	4,09	3,96	4,31	4,28	2,09	3,59	3,52	3,47	3,56	2,67	3,18
K ₂ O	2,46	1,89	0,73	1,08	0,98	1,11	1,32	1,22	1,38	1,40	0,33	0,87	0,76	0,96	1,06	0,45	0,81
Perte à 1000°	15,37	17,20	25,86	23,15	24,28	22,94	22,10	22,69	22,04	20,69	28,96	23,78	25,04	23,36	22,71	26,95	23,99
Somme	93,15	96,15	97,41	97,19	98,37	96,14	97,11	99,19	97,92	97,21	96,82	96,23	96,37	95,60	96,27	99,12	97,32
Perte à 110°C	10,90	10,46	5,16	7,05	6,18	6,64	6,53	6,55	6,61	8,14	5,38	7,46	7,22	7,32	7,46	6,60	7,38
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,36	3,40	3,42	3,35	3,37	3,30	3,40	3,37	3,32	3,44	3,27	3,34	3,45	3,37	3,32	3,31	3,34
Fe ₂ O ₃ /Mn ₃ O ₄	3,60	3,43	3,11	3,12	3,34	3,12	3,16	3,21	3,22	3,15	3,23	3,13	3,17	3,15	3,24	3,14	3,18
Éléments en traces (ppm)																	
Sr	609	580	766	660	649	678	643	628	601	600	919	694	688	709	719	813	699
Ba	2.123	2.485	3.154	3.156	2.585	2.741	2.817	2.893	3.230	3.014	2.033	2.498	2.552	2.762	2.971	2.356	2.524
V	224	248	182	198	188	193	202	197	205	198	138	191	181	176	190	160	173
Ni	586	617	619	682	671	648	701	692	712	714	494	663	640	631	676	575	610
Co	266	260	235	250	243	231	249	254	266	262	182	241	232	231	249	207	228
Cr	31	39	36	35	64	31	33	34	37	36	26	30	32	33	34	28	30
Zn	191	220	176	170	173	168	161	167	167	167	155	169	162	161	166	169	162
Cu	519	461	356	270	285	298	312	275	301	287	359	259	239	280	291	352	294
Y	720	569	399	430	403	420	458	430	453	435	322	421	389	406	421	358	385
Zn	186	225	213	231	214	231	240	229	244	244	163	224	213	214	234	187	208
Éléments PL.164 PL.165 PL.170 PL.171 PL.172 PL.173 PL.174 BL.175 BL.176 BL.177 BL.178 PL.179 PL.180 PL.181 PL.182 PL.183 PL.184																	
SiO ₂	25,90	25,90	19,10	17,10	30,60	28,70	24,60	30,40	31,30	20,10	30,70	32,50	22,50	30,00	24,20	26,70	23,40
Al ₂ O ₃	7,60	7,60	5,70	5,10	9,00	8,60	7,40	9,30	9,60	5,90	8,90	9,70	6,90	9,00	7,30	8,10	6,80
MgO	1,84	1,83	1,52	1,42	2,02	2,00	1,70	2,10	2,16	1,52	2,20	2,33	1,76	2,08	1,77	1,99	1,69
CaO	18,50	16,50	25,40	28,40	11,50	12,20	19,30	11,60	7,00	23,20	8,80	7,40	20,90	12,10	20,20	15,30	21,10
Fe ₂ O ₃	11,60	11,10	9,40	8,20	12,60	12,40	10,40	13,10	13,60	9,00	13,10	14,50	10,40	13,40	10,60	12,00	10,30
Mn ₃ O ₄	3,59	3,50	2,76	2,52	3,92	3,79	3,18	3,90	4,06	2,74	3,88	4,52	3,19	4,01	3,29	3,68	3,13
TiO ₂	0,60	0,57	0,41	0,39	0,67	0,64	0,55	0,67	0,69	0,44	0,66	0,76	0,54	0,67	0,57	0,62	0,51
BaO	0,29	0,29	0,21	0,22	0,32	0,32	0,26	0,31	0,35	0,25	0,37	0,38	0,36	0,34	0,34	0,38	0,27
SrO	0,09	0,09	0,11	0,12	0,08	0,08	0,10	0,08	0,07	0,11	0,07	0,07	0,11	0,08	0,11	0,09	0,10
Na ₂ O	3,11	3,26	1,82	1,37	4,17	3,85	2,80	4,32	5,21	1,97	5,07	5,55	2,38	4,21	2,78	3,73	2,63
K ₂ O	0,70	0,70	0,16	0,11	1,41	1,29	0,58	1,36	1,94	0,17	1,34	2,13	0,32	1,40	0,47	0,85	0,45
Perte à 1000°C	24,32	24,75	30,96	32,87	20,97	21,89	24,21	20,09	17,25	29,94	20,35	15,78	26,63	19,22	24,96	22,33	25,55
Somme	98,10	96,16	97,49	97,84	97,24	95,77	95,08	97,21	93,21	95,41	95,39	95,66	95,95	96,35	96,60	95,69	95,89
Perte à 110°C	7,08	7,02	5,32	4,84	7,40	7,35	6,00	10,22	10,79	7,50	10,37	7,71	5,93	6,11	6,22	7,20	6,07
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,40	3,40	3,35	3,35	3,40	3,33	3,32	3,27	3,26	3,40	3,45	3,35	3,26	3,33	3,31	3,29	3,44
Fe ₂ O ₃ /Mn ₃ O ₄	3,23	3,17	3,40	3,25	3,21	3,27	3,27	3,36	3,35	3,28	3,37	3,21	3,26	3,34	3,22	3,26	3,29
Éléments en traces (ppm)																	
Sr	760	714	805	828	583	593	724	747	525	1.053	625	525	805	621	827	679	796
Ba	2.753	2.593	1.693	1.904	2.774	2.801	2.100	2.381	2.692	1.935	2.958	3.309	2.870	2.931	2.890	3.119	2.993
V	177	174	145	119	198	191	162	185	217	146	203	232	154	208	158	174	153
Ni	636	800	464	433	717	658	581	574	587	415	584	823	539	728	549	643	558
Co	232	232	169	164	258	236	199	244	253	105	250	277	214	267	211	239	202
Cr	34	32	24	27	45	32	35	34	32	22	34	42	33	46	35	44	36
Zn	164	168	143	123	168	153	139	153	174	155	171	176	144	179	144	161	142
Cu	284	257	300	302	262	255	95	303	448	363	318	427	104	266	107	165	92
Y	376	378	277	251	435	405	360	478	561	308	474	454	319	456	339	377	357
Zn	210	202	156	138	245	232	177	209	217	140	218	248	173	234	178	200	176

CAROTTE KL.140

position : 13° 55' 17" S
133° 58' 09" W

profondeur : 2.344 br (4.287 m)
longueur : 206 cm

A. Sédimentologie

- *Texture et couleur*

0 à 110 cm : le sédiment est une vase homogène brune (5 YR 2/2) piquetée en surface de petits points blancs qui correspondent à des fragments de Foraminifères. 110 à 206 cm : il s'agit d'une vase fine très fortement compactée de couleur brune très clair à beige (10 YR 7/3).

- *Description des frottis*

De 0 à 110 cm le sédiment est une vase d'argiles avec phillipsite et oxyhydroxydes et traces d'organismes calcaires. De 110 à 206 cm il s'agit d'une vase à coccolithes et discoasters.

- *Teneur en CaCO₃*

Le sédiment de surface a une teneur en CaCO₃ de 14%. De 110 à 206 cm cette teneur varie entre 85 et 92%.

- *Teneur en eau*

Elle est de 161% en surface et de 37% à la base de la carotte.

B. Biostratigraphie (fig. 61 et 62)

Le nannoplancton

- Le niveau de surface renferme quelques espèces quaternaires en mauvais état et de rares formes tertiaires.

- 5 à 110 cm : totalement inorganique.

- 110 à 206 cm : flore riche et diversifiée, caractéristique de la zone CN.1 (Miocène inférieur) : *Discoaster gr. tani*, *D gr. deflandrei*, *D. divaricatus*, *D. dilatus* HAY, *D. nephados*, *D. ciperænsis*, *D. sp.* MARTINI, 1965, *Craspedolithus rotundus*, *Sphenolithus pacificus*, ainsi que de nombreuses formes rondes/ovales.

C. Composition chimique

Deux analyses des sédiments de surface ont été faites. (tab. 28 et 29).

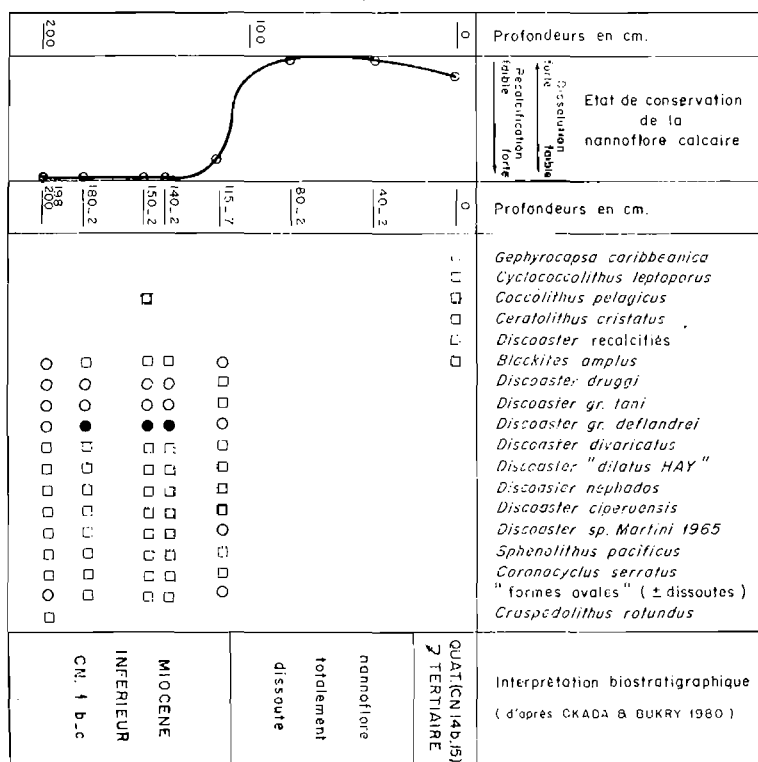


FIGURE 62: Répartition du nannoplancton calcaire dans la carotte KL.140
Distribution of nannoplanktonic fauna in core KL.140.

CAROTTE BL.141position : 13° 53' 15" S
133° 58' 15" Wprofondeur : 2.316 br (4.236 m)
longueur : 90 cm**A. Sédimentologie***- Texture et couleur*

La carotte est constituée de 0 à 9 cm par une vase brun clair puis par une vase fine homogène brune (5 YR 2/2).

- Description des frottis (tab. 30)

Le sédiment est tout du long une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites.

- Teneur en eau

A 90 cm elle est de 172%.

TABLEAU 30 : DESCRIPTION DES FROTTIS DES CAROTTIERS (SITE H)
Description of smear slides (boomerang cores)

	BL 141 90 cm	BL 142 100 cm	BL 143 103 cm	BL 144 21 cm	BL 145 28 cm	BL 175 0 cm	BL 175 100 cm	BL 176 0 cm	BL 176 41 cm	BL 177 0 cm	BL 177 8 cm	BL 178 0 cm	BL 178 108 cm
Foraminifères	t	t	t	—	t	10 (f)	t	110 (f)	t	5 (f)	t	5 (f)	t
Coccolithes	t	t	t	25	70	5	t	20	50	5	50	5	t
Discoasters	—	—	—	70	10	—	—	t	40	t	t	t	—
Org. siliceux	—	—	—	—	—	—	—	—	t (?)	—	—	—	—
Zéolites	10	10	15	—	t	10	10	10	—	10	10	15	15
Oxyhydroxydes Fe - Mn	20	20	20	t	10	15	50 (?)	15	t	20	15	20	15
Verre volc.	t	t	t	—	—	t	—	t	—	t	t	t	t
Argiles	70	70	65	5 (?)	10	60	40 (?)	45	10	60	25	55	70

t : traces
— : absent
(f) : fragments**B. Biostratigraphie (fig. 61)***Le nannoplancton*

- 0 - 12 cm : quaternaire dissous, pollution tertiaire.
- 12 - 90 cm : très rares formes du Quaternaire supérieur (*E. huxleyi* en particulier) et pollution miocène (à *Discoaster dilatatus* HAY).

C. Composition chimique

Une analyse chimique a été faite (tab. 29).

CAROTTE BL.142position : 13° 54' 21" S
133° 57' 42" Wprofondeur : 2.336 br (4.273 m)
longueur : 100 cm**A. Sédimentologie***- Texture et couleur*

La carotte est constituée par une vase homogène fine brune (5 YR 2/2).

- *Description des frottis* (tab. 30)

Le sédiment est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites.

- *Teneur en eau*

Elle est de 175 % à 100 cm.

B. Biostratigraphie (fig. 61)

Le nannoplancton

- 0 à 18 cm : Quaternaire pauvre et dissous, pollution tertiaire.

- 18 à 100 cm : pas de nannoflore.

C. Composition chimique

Une analyse du sédiment de surface a été faite : (tab. 29.)

CAROTTE BL.143	position : 13° 55' 23" S 133° 56' 35" W	profondeur : 2.358 br (4.313 m) longueur : 103 cm
-----------------------	--	--

A. Sédimentologie

- *Texture et couleur*

La carotte est constituée par une vase homogène fine brune (5 YR 2/2).

- *Description des frottis* (tab. 30)

Le sédiment est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites.

- *Teneur en eau*

Elle est, pour le sédiment de base, de 178%.

B. Biostratigraphie (fig. 61)

Le nannoplancton

- 0 à 10 cm : flore quaternaire accompagnée par quelques coccolithes oligo-miocènes.

- 10 à 103 cm : pas de nannoflore.

C. Composition chimique

Une analyse du sédiment de surface a été faite : (tab. 29.)

CAROTTE BL.144	position : 13° 56' 30" S 133° 56' 11" W	profondeur : 2.380 br (4.353 m) longueur : 21 cm
-----------------------	--	---

A. Sédimentologie

- *Texture et couleur*

De 0 à 6 cm la carotte est constituée par un sédiment fin brun homogène (5 YR 2/2) ; de 6 à 21 cm, il s'agit d'une vase fine beige-brune (10 YR 7/3).

- *Description des frottis* (tab. 30)

Le sédiment de surface est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites. Le sédiment de base est une vase de discoasters à coccolithes.

- *Teneur en eau*

Elle est de 46% pour le sédiment de base.

B. Biostratigraphie (fig. 61)

Le nannoplancton

- 0 - 5 cm : de rares formes quaternaires sont minoritaires au sein d'une population polluée par une flore tertiaire très mal conservée.
- 5 - 21 cm : une association assez abondante du Miocène inférieur est caractérisée par quelques *Discoasters* (*D. dilatatus* HAY, *D. trinidadensis*) qu'accompagnent de nombreuses formes rondes/ovales.

C. Composition chimique

Une analyse de la vase de discoasters à coccolithes a été effectuée (tab. 29.)

CAROTTE BL.145	position : 13° 57' 33" S 133° 56' 43" W	profondeur : 2.398 br (4.386 m) longueur : 28 cm
-----------------------	--	---

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

De 0 à 12 cm la carotte est constituée par un sédiment fin brun homogène (5 YR 2/2); de 12 à 28 cm il s'agit d'une vase fine brune assez claire (7,5 YR 3/2) et très compacte.

- Description des frottis (tab. 30)

Le sédiment de surface est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites. Le sédiment de base est une vase de coccolithes.

- Teneur en eau

La teneur en eau du sédiment de base est de 65%.

B. Biostratigraphie (fig. 61)

Le nannoplancton

- 0 - 12 cm : quelques rares *Gephyrocapsa* gr. *oceanica* définissent du Quaternaire. Elles sont accompagnées par des vases tertiaires très dissoutes.
- 12 - 28 cm : la nannoflore est abondante, assez proche de celle de la base de BL.176 et de KL.139. Il s'y adjoint toutefois des Sphénolithes nombreux et variés (*S. predistentus*, *S. pacificus*, *S. pseudoradians*, *S. ciperænsis*, *S. distentus*, ...) qui permettent de placer cette formation dans l'Oligocène supérieur (CP.19).

C. Composition chimique

Une analyse de la vase de discoasters a été faite : (tab. 29.)

CAROTTE BL.175	position : 13° 55' 57" S 133° 56' 07" W	profondeur : 2.370 br (4.335 m) longueur : 100 cm
-----------------------	--	--

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

La carotte est constituée par une vase fine homogène brune (5 YR 2/2).

- Description des frottis (tab. 30)

Le sédiment de surface est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn, zéolites et fragments de foraminifères. Le sédiment de base est une vase à oxyhydroxydes et argiles. Il est proche des « sédiments métallifères » décrits par ailleurs dans le bassin de Tiki.

- Teneur en CaCO₃

La teneur en CaCO₃ du sédiment de surface est de 21%.

- Teneur en eau

La teneur en eau est de 209% en surface, de 192% à la base.

B. Biostratigraphie (fig. 61)

Le nannoplancton

- 0 à 5 cm : très peu de formes quaternaires, très dissoutes et associées à de très rares formes tertiaires.
- 5 à 100 cm : pas de nannoflore.

C. Composition chimique

Deux analyses chimiques ont été effectuées (tab. 28 et 29).

CAROTTE BL.176	position : 14° 00' 00" S 133° 57' 49" W	profondeur : 2.423 br (4.432 m) longueur : 41 cm
-----------------------	--	---

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

La carotte est constituée de 0 à 15 cm par une vase fine homogène brune (5 YR 2/2) et de 15 à 41 cm par une vase fine plus claire, jaune brune (10 YR 7/3). Un nodule de 3 cm environ de diamètre est situé en surface de la colonne sédimentaire.

- Description des frottis (tab. 30)

Le sédiment de surface est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn, zéolites et fragments de foraminifères. Le sédiment de base est une vase à coccolithes et discoasters.

- Teneur en CaCO₃

La teneur en CaCO₃ du sédiment de surface est de 12,5%.

- Teneur en eau

La teneur en eau est de 220% en surface, de 53% à la base.

B. Biostratigraphie (fig. 61)

Le nannoplancton

- 0 - 10 cm : nannoplancton quaternaire très pauvre et dissous, mélangé à quelques formes rondes tertiaires, des *Discoasters* calcifiés et quelques sphénolithes.
- 10 - 25 cm : pas de nannoflore.
- 25 - 41 cm : association très riche et bien conservée attribuable aux zones CP.17-18 de l'Oligocène moyen/supérieur; les sphénolithes caractérisent cette population (*S. distentus*, *S. predistentus*, *S. ciperænsis*,...).

C. Composition chimique

Une analyse chimique a été effectuée (tab. 28.)

CAROTTE BL.177	position : 13° 58' 45" S 133° 58' 49" W	profondeur : 2.310 br (4.225 m) longueur : 8 cm
-----------------------	--	--

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

La carotte est constituée par une vase homogène fine brune qui varie de couleur : 5 YR 2/2 de 0 à 2 cm, 5 YR 3/2 de 2 à 8 cm. Trois nodules sont disposés à l'interface eau-sédiment.

- Description des frottis (tab. 30)

Le sédiment de surface est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. Le sédiment de base est une vase à coccolithes avec argiles et oxyhydroxydes Fe-Mn.

- Teneur en CaCO₃

La teneur en CaCO₃ est de 29% en surface.

- *Teneur en eau*

La teneur en eau est de 187% en surface, de 176% à la base.

B. Biostratigraphie

- La nannoflore, assez rare et très dissoute, est quaternaire, avec une légère pollution tertiaire.

C. Composition chimique

Une analyse chimique a été effectuée (tab. 28).

CAROTTE BL.178	position : 13° 58' 35" S 133° 57' 31" W	profondeur : 2.430 br (4.444 m) longueur : 108 cm
-----------------------	--	--

A. Sédimentologie

- *Texture et couleur*

La carotte est constituée par une vase fine homogène brune (5 YR 2/2). Deux nodules sont présents à la surface du sédiment. La base de la colonne sédimentaire est très compacte.

- *Description des frottis* (tab. 30)

Le sédiment est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites.

- *Teneur en CaCO₃*

La teneur en CaCO₃ du sédiment de surface est de 16%.

- *Teneur en eau*

La teneur en eau est de 274% en surface, de 159% à la base.

B. Biostratigraphie (fig. 61)

Le nannoplancton

- 0 - 5 cm : flore quaternaire très pauvre et dissoute, accompagnée de quelques formes tertiaires en très mauvais état.

- 5 - 108 cm : pas de nannoflore.

C. Composition chimique

Deux analyses de sédiment ont été effectuées (tab. 28 et 29).

B. DESCRIPTION DES SÉDIMENTS DES PRÉLEVEURS LIBRES

TABLEAU 31 : DESCRIPTION DES FROTTIS DES SÉDIMENTS DE SURFACE : PRÉLEVEURS LIBRES (SITE H)
Description of smear slides (free fall grab samples)

N° d'échantillon	PL.146	PL.147	PL.148	PL.149	PL.150	PL.151	PL.155	PL.156	PL.157	PL.158	PL.159	PL.160	PL.161	PL.162	PL.163
Foraminifères	10 (f)	5 (f)	5 (f)	5 (f)	5 (f)	5 (f)	t (f)	t (f)	15 (f)	10 (f)	5 (f)	5 (f)	5 (f)	10 (f)	10 (f)
Coccolithes	10	5	10	5	10	10	5	5	10	15	5	10	10	20	15
Discoasters	t	t	t	t	t	t	—	t	t	t	t	t	t	t	t
Org. siliceux	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zéolites	10	5	15	15	20	20	15	15	20	20	15	20	25	15	15
Oxyhyd. Fe-Mn	20	20	20	20	20	15	20	20	15	20	20	20	20	20	20
Verre volcanique	t (+)	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Argiles	50	65	50	55	45	50	60	60	40	45	55	45	40	35	40

N° d'échantillon	PL.164	PL.165	PL.170	PL.171 (a)	PL.171 (b)	PL.172	PL.173	PL.174	PL.180	PL.181	PL.182	PL.183	PL.184	PL.179
Foraminifères	10 (f)	5 (f)	t	5 (f)	—	t (+)	5 (f)	5 (f)	5 (f)	10 (f)	5 (f)	5 (f)	25	5 (f)
Coccolithes	15	5	35	15	95	5	t (+)	5	10	10	10	5	20	t
Discoasters	t	t	40	t (+)	t (+)	—	t	t	t	t	t	t	t (+)	t
Org. siliceux	—	—	—	t	—	—	—	—	—	—	t	t	—	—
Zéolites	15	15	5	10	—	25	30	20	20	20	15	15	15	15
Oxyhyd. Fe-Mn	20	20	10	20	t	20	20	20	20	20	20	20	15	20
Verre volcanique	t	t	t	t	—	t	t	t (+)	t	t	t	t	t	t
Argiles	40	55	10 (?)	50	5	50	45	50	45	40	50	55	25	60

PRÉLEVEUR PL.146 position : 13° 58' 05" S profondeur : 2.386 br (4.364 m)
133° 57' 06" W

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après les frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec oxyhydroxydes de Fe-Mn et organismes calcaires. La teneur en CaCO₃ est de 29%. En photographie, la vase a une surface très irrégulière parsemée de pointements sombres qui pourraient correspondre à des nodules enfouis. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.147 position : 13° 58' 07" S profondeur : 2.404 br (4.397 m)
133° 57' 47" W

Le sédiment est une vase homogène brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et organismes calcaires. La teneur en CaCO₃ est de 23%, la teneur en eau de 213%. L'analyse chimique est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.148 position : 13° 58' 08" S profondeur : 2.381 br (4.354 m)
133° 58' 27" W

Le sédiment est une vase fine homogène brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec oxyhydroxydes Fe-Mn et organismes calcaires. La teneur en CaCO₃ est de 24%, la teneur en eau de 208%. L'analyse chimique est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.149 position : 13° 58' 08" S profondeur : 2.369 br (4.333 m)
133° 59' 01" W

Le sédiment est une vase fine homogène brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 24%, la teneur en eau de 195%. L'analyse chimique est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.150 position : 13° 58' 10" S profondeur : 2.384 br (4.360 m)
133° 59' 43" W

Le sédiment est une vase fine homogène brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 21%, la teneur en eau de 212%. En photographie, quelques structures arrondies plus foncées que la vase semblent correspondre à des nodules enfouis. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.151 position : 13° 58' 10" S profondeur : 2.390 br (4.371 m)
134° 00' 32" W

Le sédiment est une vase fine homogène brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse à zéolites et oxyhydroxydes Fe-Mn. La teneur en CaCO₃ est de 22%, la teneur en eau de 210%. En photographie la vase a un aspect très grumeleux. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.154 position : 13° 59' 42" S profondeur : 2.430 br (4.445 m)
133° 57' 45" W

Aucun sédiment n'a été prélevé. La photographie, peu nette, indique que la vase est parsemée de quelques taches noires arrondies (nodules ?) et de taches diffuses blanchâtres (affleurement de sédiments carbonatés tertiaires ?).

PRÉLEVEUR PL.155	position : 13° 58' 19" S 133° 57' 31" W	profondeur : 2.418 br (4.423 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 19%, la teneur en eau de 262%. En photographie, le sédiment a un aspect très irrégulier et «granuleux». L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.156	position : 13° 57' 36" S 133° 58' 20" W	profondeur : 2.385 br 4.362 m)
-------------------------	--	--------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 20%, la teneur en eau de 188%. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.157	position : 13° 57' 19" S 133° 57' 37" W	profondeur : 2.369 br (4.333 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec organismes calcaires, zéolites et oxyhydroxydes Fe-Mn. La teneur en CaCO₃ est de 45%, la teneur en eau de 170%. En photographie, la vase a un aspect «granuleux». Quelques petits points noirs pourraient correspondre à de petits nodules. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.158	position : 13° 56' 24" S 133° 57' 51" W	profondeur : 2.354 br (4.305 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec organismes calcaires, zéolites et oxyhydroxydes Fe-Mn. La teneur en CaCO₃ est de 25%, la teneur en eau de 185%. En photographie la vase a une surface très irrégulière (bioturbation ?) et contient quelques structures arrondies sombres (nodules ?). L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.159	position : 13° 55' 22" S 133° 57' 53" W	profondeur : 2.336 br (4.273 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 27%, la teneur en eau de 189%. En photographie, l'aspect est identique à PL.158. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.160	position : 13° 54' 58" S 133° 58' 53" W	profondeur : 2.370 br (4.335 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 27%, la teneur en eau de 191%. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.161	position : 13° 54' 50" S 133° 58' 15" W	profondeur : 2.345 br (4.289 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec zéolites et oxyhydroxydes Fe-Mn. La teneur en CaCO₃ est de 26%, la teneur en eau de 206%. La photographie, peu nette, permet de discerner deux structures arrondies qui pourraient correspondre à des nodules. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.162	position : 13° 54' 37" S 133° 57' 46" W	profondeur : 2.336 br (4.273 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse à organismes calcaires avec oxyhydroxydes Fe-Mn puis zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 38%, la teneur en eau de 188%. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.163 position : 13° 54' 43" S profondeur : 2.350 br (4.298 m)
133° 57' 13" W

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec organismes calcaires, oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 31%, la teneur en eau de 183%. En photographie la vase présente une disposition persillée de vase sombre et de vase claire (qui pourrait correspondre à des affleurements de vases carbonatées tertiaires). L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.164 position : 13° 54' 48" S profondeur : 2.358 br (4.313 m)
133° 56' 27" W

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec organismes calcaires, oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 32%, la teneur en eau de 175%. En photographie l'aspect de la vase est homogène. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.165 position : 13° 54' 47" S profondeur : 2.363 br (4.322 m)
133° 55' 37" W

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 29%, la teneur en eau de 206%. En photographie la vase a une texture granuleuse. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.169 position : 13° 59' 00" S profondeur : 2.216 br 4.053 m
133° 55' 34" W

Aucun sédiment n'a été prélevé. Sur la photographie, un tiers environ de la surface correspond à du basalte en place ou à des fragments de basalte de grande taille. Une éponge est également observable.

PRÉLEVEUR PL.170 position : 14° 00' 25" S profondeur : 2.418 br (4.423 m)
133° 57' 48" W

Le sédiment est une vase homogène brune (5 YR 3/3). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase à discoasters et coccolithes avec argiles. La teneur en CaCO₃ est de 45%, la teneur en eau de 212%. En photographie la vase présente une disposition persillée de vase sombre et de vase claire (qui pourrait correspondre à des affleurements de vases carbonatées tertiaires). L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEURS PL.171 (a) et PL.171 (b)

Deux types de sédiments distincts ont été prélevés par le même préleveur.

position : 13° 58' 43" S profondeur : 2.322 br (4.247 m)
133° 58' 31" W

PL.171 (a).

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 3/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec organismes calcaires, oxyhydroxydes Fe-Mn et traces de zéolites. La teneur en eau est de 177%. En photographie la vase a un aspect granuleux. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PL.171 (b).

Il s'agit de petits granules blancs semi-indurés qui, d'après le frottis, sont des vases indurées de coccolithes.

PRÉLEVEUR PL.172 position : 13° 58' 00" S profondeur : 2.388 br (4.368 m)
133° 58' 09" W

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec zéolites et oxyhydroxydes Fe-Mn. La teneur en CaCO₃ est de 20%, la teneur en eau de 205%. En photographie la vase a un aspect granuleux. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.173 position : 13° 57' 11" S profondeur : 2.384 br (4.360 m)
133° 58' 39" W

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse à zéolites avec des oxyhydroxydes Fe-Mn. La teneur en CaCO₃ est de 22%, la teneur en eau de 207%. En photographie la vase a un aspect granuleux. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.174	position : 13° 56' 50" S 133° 57' 46" W	profondeur : 2.358 br (4.313 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 34%, la teneur en eau de 185%. En photographie, la vase a un aspect granuleux. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.179	position : 13° 59' 08" S 133° 57' 32" W	profondeur : 2.430 br (4.445 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 13%, la teneur en eau de 217%. En photographie la vase a un aspect granuleux. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.180	position : 13° 58' 35" S 133° 56' 59" W	profondeur : 2.392 br (4.375 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec oxyhydroxydes Fe-Mn et zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 37%, la teneur en eau de 193%. En photographie, la vase semble recouvrir un grand nombre d'objets de petite taille (fragments de basalte ou nodules ?). L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.181	position : 13° 57' 40" S 133° 57' 29" W	profondeur : 2.394 br (4.379 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec oxyhydroxydes Fe-Mn, zéolites et organismes calcaires. La teneur en CaCO₃ est de 21%, la teneur en eau de 212%. En photographie la vase a un aspect granuleux. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.182	position : 13° 57' 46" S 133° 56' 53" W	profondeur : 2.390 br (4.371 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase argileuse avec oxyhydroxydes Fe-Mn, zéolites et organismes calcaires. La teneur en CaCO₃ est de 36%, la teneur en eau de 150%. En photographie la vase a une structure très « grumeleuse » due soit à des nodules recouverts, soit à une bioturbation intense. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.183	position : 13° 58' 01" S 133° 56' 39" W	profondeur : 2.392 br (4.375 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Il s'agit d'après le frottis (tab. 31) d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes Fe-Mn puis zéolites. La teneur en CaCO₃ est de 27%, la teneur en eau de 150%. La photographie est identique à celle de PL.182. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

PRÉLEVEUR PL.184	position : 13° 56' 58" S 133° 56' 32" W	profondeur : 2.378 br (4.349 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le sédiment est une vase homogène fine brune (5 YR 3/2). Il s'agit d'après le frottis d'une vase à organismes calcaires avec argiles. La teneur en CaCO₃ est de 38%, la teneur en eau de 180%. En photographie la vase a un aspect granuleux. L'analyse chimique du sédiment est donnée dans le tableau 28.

IV. DESCRIPTION DES DRAGAGES

- Le dragage DR.153 a été fait sur le flanc est du relief circulaire placé dans la partie centrale du site H (fig. 59). Les croches de la drague se situent à l'approche du sommet. Dans la drague sont récupérés environ 10 kg de fragments anguleux de basalte recouverts d'une fine pellicule Mn/Fe, un fragment de matériel volcano-sédimentaire, un fragment de verre volcanique palagonitisé en bordure et de rares encroûtements de manganèse à l'état de fragments.

- Le dragage DR.168 a été fait sur le flanc ouest du relief situé dans la partie sud-est du site H (fig. 59). La drague est remontée vide.

V. DESCRIPTION DES NODULES

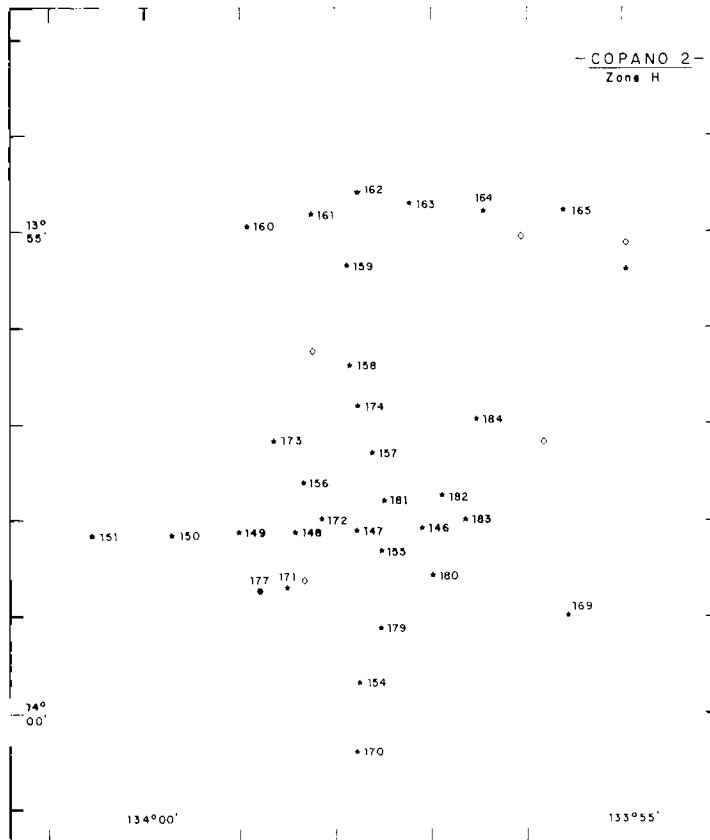


FIGURE 63: Positions des prélèvements de nodules.
Nodule sample positions.

TABLEAU 32 : POSITION ET PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENTS DE NODULES SUR LE SITE H
Position and depth of the nodule samples (Site H)

LOCALITÉ	PL	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (sud)	LONGITUDE (ouest)
Loc. 1	PL 146	4.364	13° 58' 05"	133° 57' 06"
	PL 147	4.397	13° 58' 07"	133° 57' 47"
	PL 148	4.354	13° 58' 08"	133° 58' 27"
	PL 149	4.333	13° 58' 08"	133° 59' 01"
	PL 150	4.360	13° 58' 10"	133° 59' 43"
	PL 151	4.371	13° 58' 10"	134° 00' 32"
Loc. 2	PL 154	4.445	13° 59' 42"	133° 57' 45"
	PL 155	4.423	13° 58' 19"	133° 57' 31"
	PL 156	4.362	13° 57' 36"	133° 58' 20"
	PL 157	4.333	13° 57' 19"	133° 57' 47"
	PL 158	4.305	13° 56' 24"	133° 57' 51"
	PL 159	4.273	13° 55' 22"	133° 57' 53"
Loc. 3	PL 160	4.335	13° 54' 58"	133° 58' 53"
	PL 161	4.289	13° 54' 50"	133° 58' 15"
	PL 162	4.273	13° 54' 37"	133° 57' 46"
	PL 163	4.298	13° 54' 43"	133° 57' 13"
	PL 164	4.313	13° 54' 48"	133° 56' 27"
	PL 165	4.322	13° 54' 47"	133° 55' 37"
Loc. 4	PL 169	4.053	13° 59' 00"	133° 55' 34"
	PL 170	4.423	14° 04' 25"	133° 57' 48"
	PL 171	4.247	13° 58' 43"	133° 58' 31"
	PL 172	4.368	13° 58' 00"	133° 58' 09"
	PL 173	4.360	13° 57' 11"	133° 58' 39"
	PL 174	4.313	13° 56' 50"	133° 57' 46"
Loc. 5	PL 179	4.445	13° 59' 08"	133° 57' 32"
	PL 180	4.375	13° 58' 35"	133° 56' 59"
	PL 181	4.379	13° 57' 49"	133° 57' 29"
	PL 182	4.371	13° 57' 46"	133° 56' 53"
	PL 183	4.375	13° 58' 01"	133° 56' 39"
	PL 184	4.349	13° 56' 58"	133° 56' 32"

A. ANALYSE DES PRÉLÈVEMENTS

Trente lâchers de préleveurs libres ont été effectués sur le site H. Six préleveurs sont remontés vides et les autres ont rapporté des échantillons dont le poids unitaire varie de 4 à 1.160 g.

Le premier profil réalisé sur le site (PL.146 à PL.151) est orienté E-W au nord du massif volcanique. Les deux premiers préleveurs (PL.146 et PL.147) ont échantillonné dans le thalweg des deux vallées principales qui convergent entre le massif volcanique et le mont sous-marin allongé dans une direction N-S. Ces deux préleveurs ont rapporté la même quantité de nodules (environ une centaine), de taille moyenne : 10-20 mm, et de faciès dominant : régulier pour PL.146 et discoïdal pour PL.147 (pl. XVIII). Les quatre autres préleveurs ont touché les interfluves des vallées et n'ont rien rapporté ou quelques nodules du type régulier.

Le deuxième profil (PL.154 à PL.159) est orienté S-N. PL.154 est situé dans le bassin fermé dans lequel convergent les deux vallées principales : 4 nodules ont été prélevés avec type discoïdal dominant. PL.155 situé au confluent des deux vallées est assez comparable à PL.146 et PL.147 avec 73 nodules de types accolé et régulier dominants. PL.156 est situé sur un étranglement de la vallée orientale : 2 nodules (un régulier et un discoïdal). PL.157 est situé sur le flanc de la vallée occidentale : trente-huit nodules de type discoïdal ont été échantillonnés. Les prélèvements PL.158 et PL.159 ont été réalisés sur la ride sédimentaire allongée N-S : trois nodules de type discoïdal ont été obtenus.

Le troisième profil (PL.160 à PL.165) est un profil orienté E-W qui traverse perpendiculairement la ride sédimentaire N-S. PL.160 et PL.161 sont situés sur le flanc ouest, PL.162 sur le sommet, PL.163, PL.164 et PL.165 sur le flanc est. Tous ces prélèvements n'ont rapporté que quelques unités de nodules de type discoïdal.

La quatrième série de prélèvements n'a pas été effectuée sur un profil mais en certains points particuliers, pour tester les tendances mises en évidence précédemment. Les deux prélèvements situés sur les reliefs : PL.169 et PL.171 ont été négatifs. PL.170 est situé dans le bassin localisé entre les deux reliefs et, comme dans PL.154, seulement trois nodules de type régulier ont été prélevés. PL.172, PL.173 et PL.174 sont situés à l'amont de la vallée occidentale et les quelques nodules obtenus sont de type discoïdal.

La dernière série de prélèvements (PL.179 à PL.184) a été réalisée pour tester l'évolution de la population des nodules le long du thalweg de la vallée orientale. PL.184, le prélèvement situé le plus en amont, est constitué de 64 nodules de type régulier et discoïdal (pl. XIX). PL.182 et PL.183 sont situés dans le thalweg, à 4.500 mètres de profondeur, avant la jonction des deux vallées ; la concentration est identique : 5,5 kg/m² avec le faciès plaque dominant. PL.181 est situé sur l'éperon sédimentaire à la jonction des deux vallées : la population est plus faible (29 nodules) et de type discoïdal. PL.180 est situé en aval de la jonction des deux vallées : la population est abondante (6,1 kg/m²) de type plaque dominant (pl. XIX). Enfin PL.179 est, comme PL.154 et PL.170, situé dans le bassin ovoïde où se jettent les vallées : un seul nodule discoïdal.

Conclusion

La distribution des nodules sur le site H semble suivre des règles relativement simples :

- il n'y a pas de nodule sur les reliefs à soubassement basaltique,
- le domaine de la ride sédimentaire est caractérisé par quelques nodules épars de type discoïdal ou régulier, de taille moyenne 30-40 mm,
- dans le thalweg des deux vallées majeures, les nodules sont plus nombreux, atteignant des concentrations de 5 à 6 kg/m², de type plaques ou discoïdaux émoussés,
- dans le bassin d'épandage des deux vallées, les nodules sont rares et de type régulier ou discoïdal

Cette géométrie de distribution des nodules suggère que l'érosion ayant affecté la couverture sédimentaire en édifiant le système de vallées entraîne un effet de concentration des nodules. Cette concentration est soit un phénomène direct lié à la circulation océanique dans ces vallées, soit un phénomène indirect par déblaiement des sédiments et accumulation des nodules de la couverture sédimentaire érodée. Cette seconde hypothèse expliquerait l'absence de nodules dans le bassin d'épandage qui ne recevrait que les sédiments érodés dans le système de vallées.

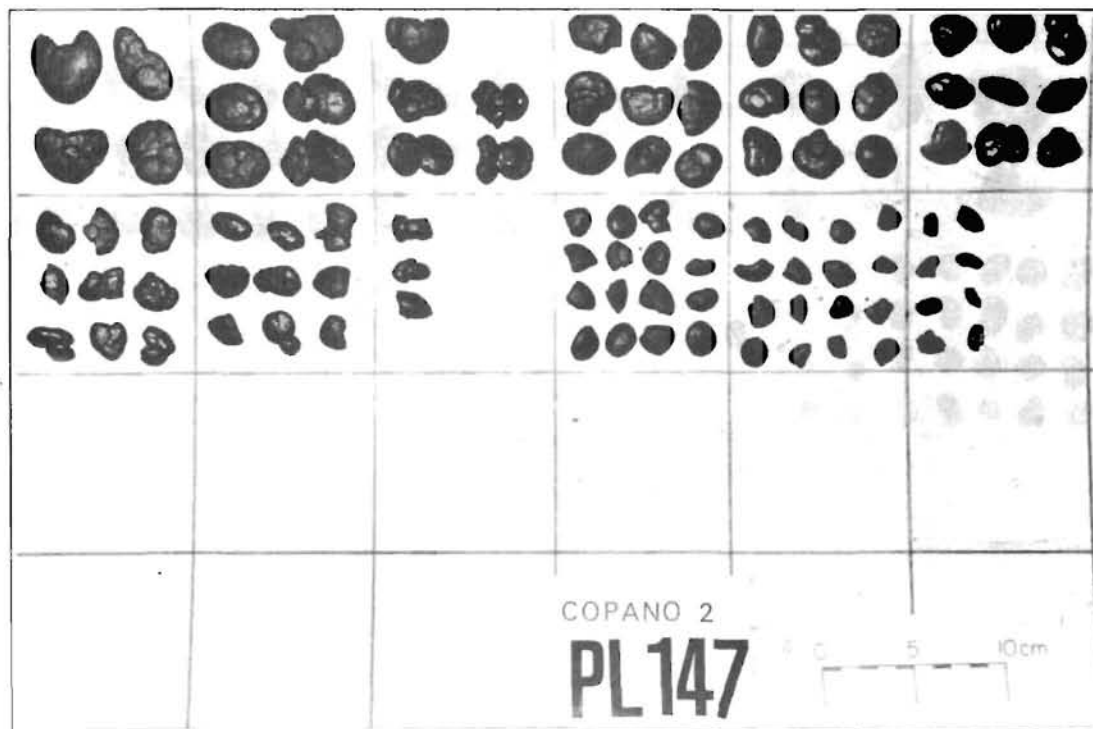
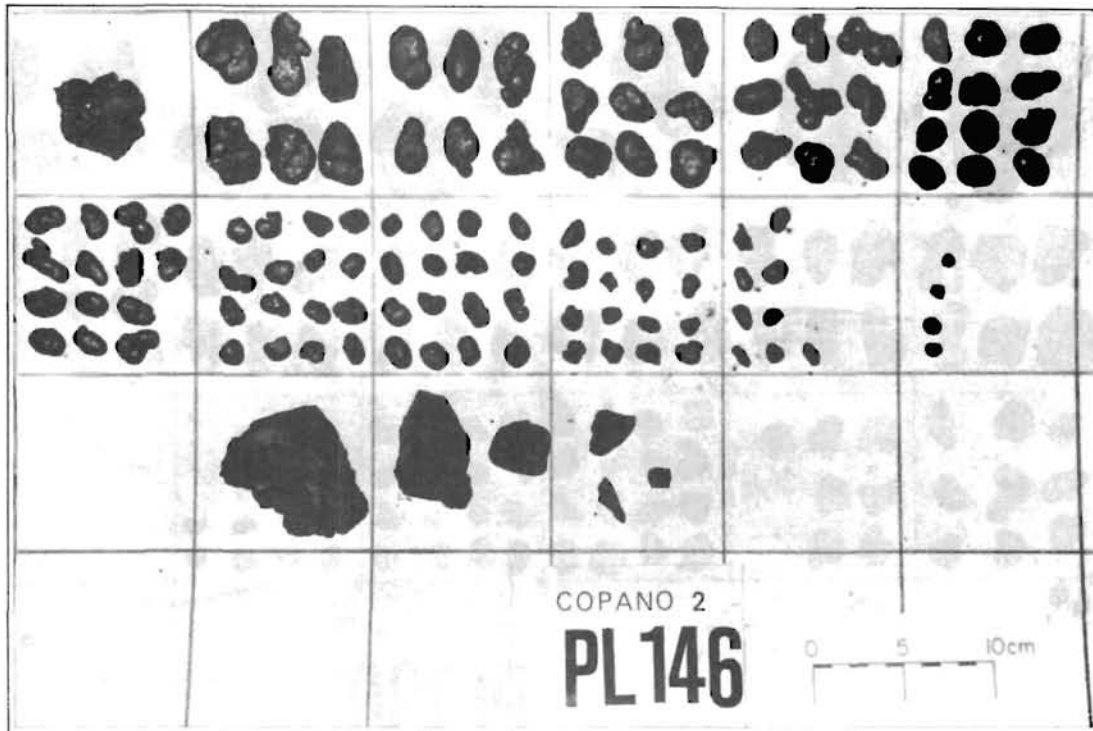


Planche XVIII: Aspect de deux prélèvements de nodules.
 PL.146: dominante de nodules réguliers et stériles.
 PL.147: dominante de nodules discoïdaux.
 Nodule samples.
 PL.146: dominant of regular nodules with some rock fragments.
 PL.147: dominant of discoidal nodules.

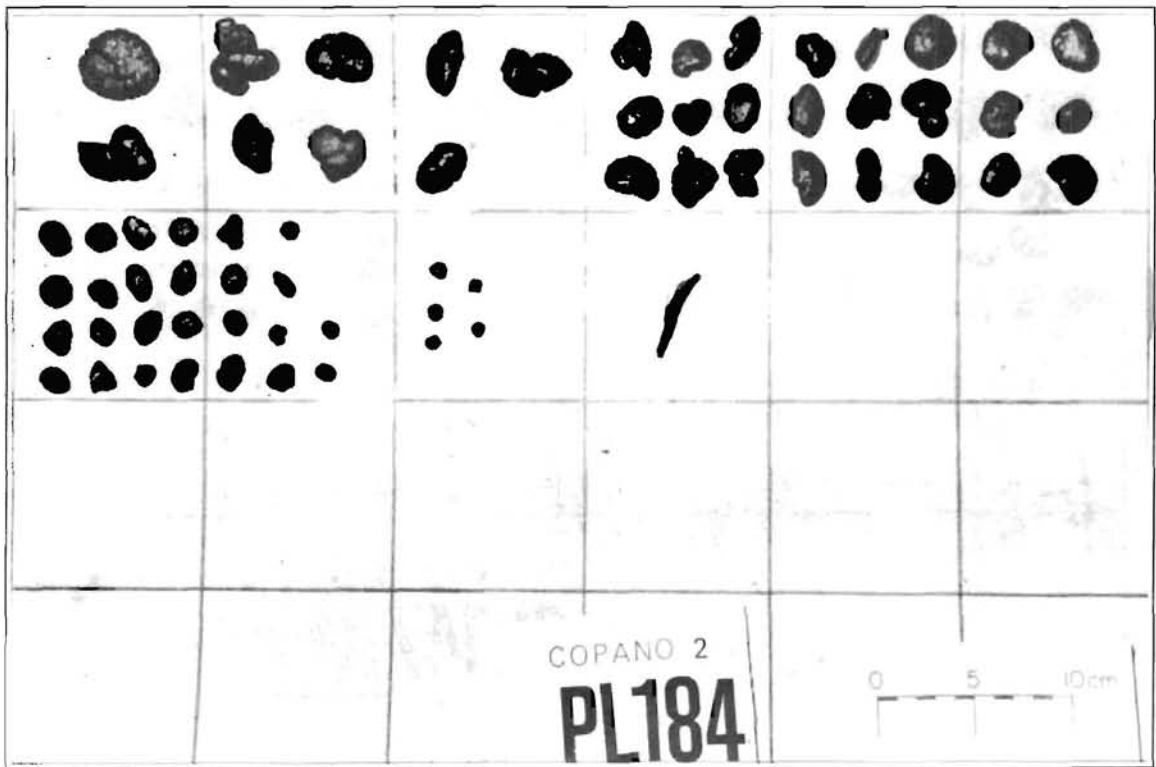
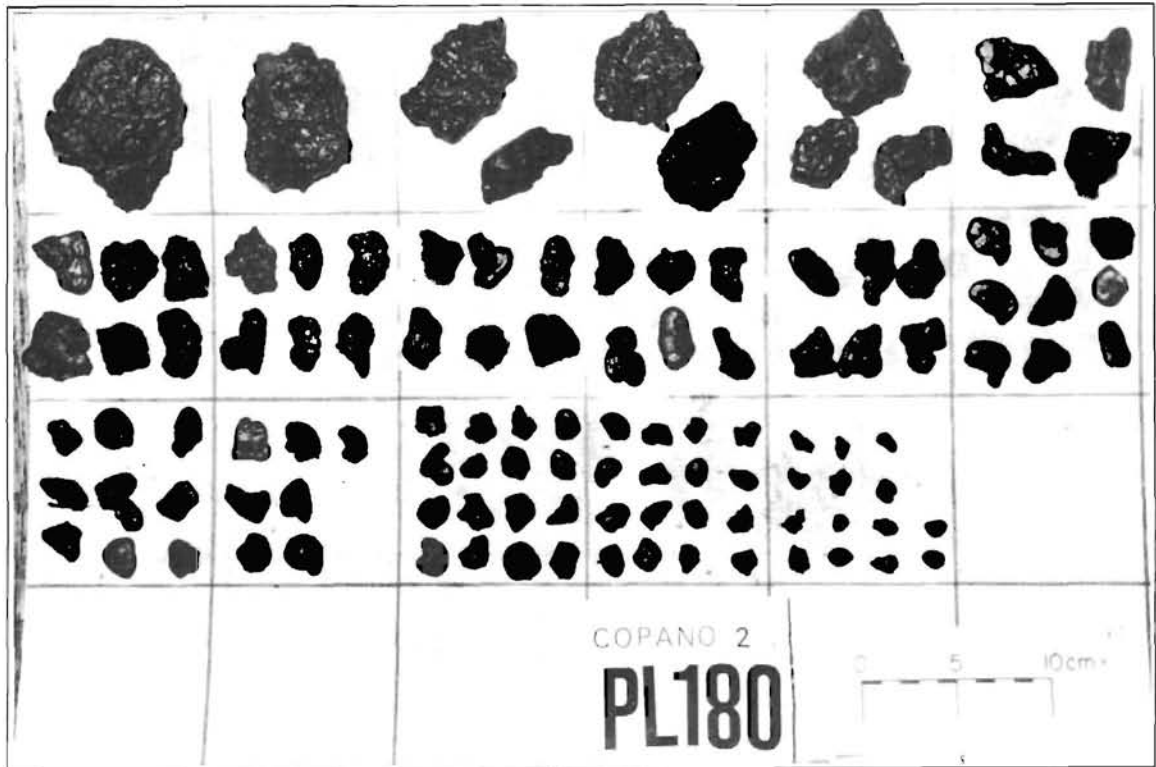


Planche XIX: Aspect de deux prélèvements de nodules.
 PL.180: dominante de plaques avec quelques nodules discoïdaux.
 PL.184: mélange de nodules discoïdaux et réguliers.
 Nodule samples.
 PL.180: dominant plates with some discoidal nodules.
 PL.184: regular and discoidal nodules.

TABLEAU 33 : MORPHOLOGIE DES NODULES DU SITE H
Nodule morphology presented in percentage

STATION	ACC.	COAL	RÉG.	DISC.	STÉR.	PLAQ.	TOTAL STÉRILE	TOTAL NODS	Concent. kg/m ²
PL.146	17	5	57	9	5	7	6	120	2,4
PL.147	14	—	—	86	—	—	0	103	2,5
PL.148	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.149	25	—	50	25	—	—	0	4	0,2
PL.150	—	—	100	—	—	—	0	1	0,1
PL.151	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.154	—	—	25	75	—	—	0	4	0,1
PL.155	48	—	32	20	—	—	0	73	1,8
PL.156	—	—	50	50	—	—	0	2	0,2
PL.157	8	—	21	71	—	—	0	38	1
PL.158	—	—	50	50	—	—	0	2	0,1
PL.159	—	—	—	100	—	—	0	1	0,1
PL.160	—	—	—	100	—	—	0	3	0,4
PL.161	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.162	—	—	—	100	—	—	0	1	0,2
PL.163	—	—	—	100	—	—	0	1	0,2
PL.164	—	—	—	100	—	—	0	1	0
PL.165	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.169	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.170	—	—	75	25	—	—	0	3	0,1
PL.171	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.172	—	—	—	100	—	—	0	3	0,1
PL.173	—	—	—	100	—	—	0	1	0,1
PL.174	—	—	—	100	—	—	0	5	0,2
PL.179	—	—	—	100	—	—	0	1	0
PL.180	4	—	5	9	—	82	0	114	6,1
PL.181	10	3	16	62	6	3	2	29	0,7
PL.182	12	—	36	6	—	46	0	119	5,5
PL.183	6	—	17	5	—	72	0	86	5,5
PL.184	5	3	44	48	—	—	0	64	1,6

La proportion des différents types de nodules est exprimée en pourcentage.

TABLEAU 34: ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DES NODULES DU SITE H PAR CLASSES GRANULOMÉTRIQUES
Nodule morphology by size classes (Site H)

STATIONS	0 - 10 mm		10 - 20 mm		20 - 30 mm		30 - 40 mm		40 - 50 mm		50 - 60 mm		60 mm		Nb Nod	Nb Stér.
	A	C R I D S P	A	C R I D S P	A	C R I D S P	A	C R I D S P	A	C R I D S P	A	C R I D S P	A	C R I D S P		
PL 146	4	2	6	4 49	12	2 19 8 2 3	3	1 2		1	1 5			1	120	6
PL 147				40 (?)	8	40	6	9							103	0
PL 148															0	0
PL 149			2		1			1							4	0
PL 150						1									1	0
PL 151															0	0
PL 154	1			1		2									4	0
PL 155	2		3	12 3	26	9 12	4		2						73	0
PL 156				1				1							2	0
PL 157	4		1	4 5	2	17		5							38	0
PL 158	1									1					2	0
PL 159										1					1	0
PL 160						1				1					3	0
PL 161															0	0
PL 162								1							1	0
PL 163								1							1	0
PL 164			1												1	0
PL 165															0	0
PL 169															0	0
PL 170			1		1	1									3	0
PL 171															0	0
PL 172					2			1							3	0
PL 173					1										1	0
PL 174			2		1			2							5	0
PL 179				1											1	0
PL 180			1	6 5	34	1 5	19 3	27			7		5	1	114	0
PL 181			2	16		1 5 2	1		1		1		1		29	2
PL 182			6	36 5	12	8 7 2	29		6		4		3	1	119	0
PL 183	3			11 2	11	4 1 2	25	1			5		2	1	86	0
PL 184	5	5		22 4		2 1 1 20	1 1	5		2				2	64	0
TOTAL															779	8

* A.C.R.I.D.S.P.
 voir : CLÉS DE LECTURE III p.34

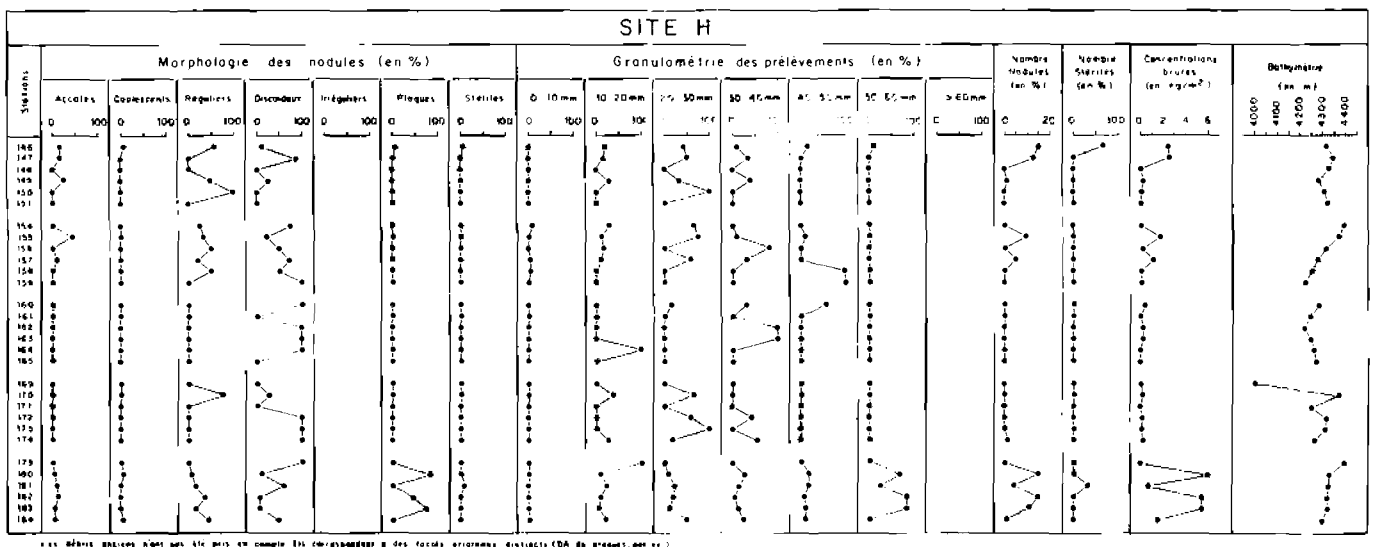


FIGURE 64: Correlations entre les différents paramètres nodule.
 Site H: general correlations between nodule parameters.

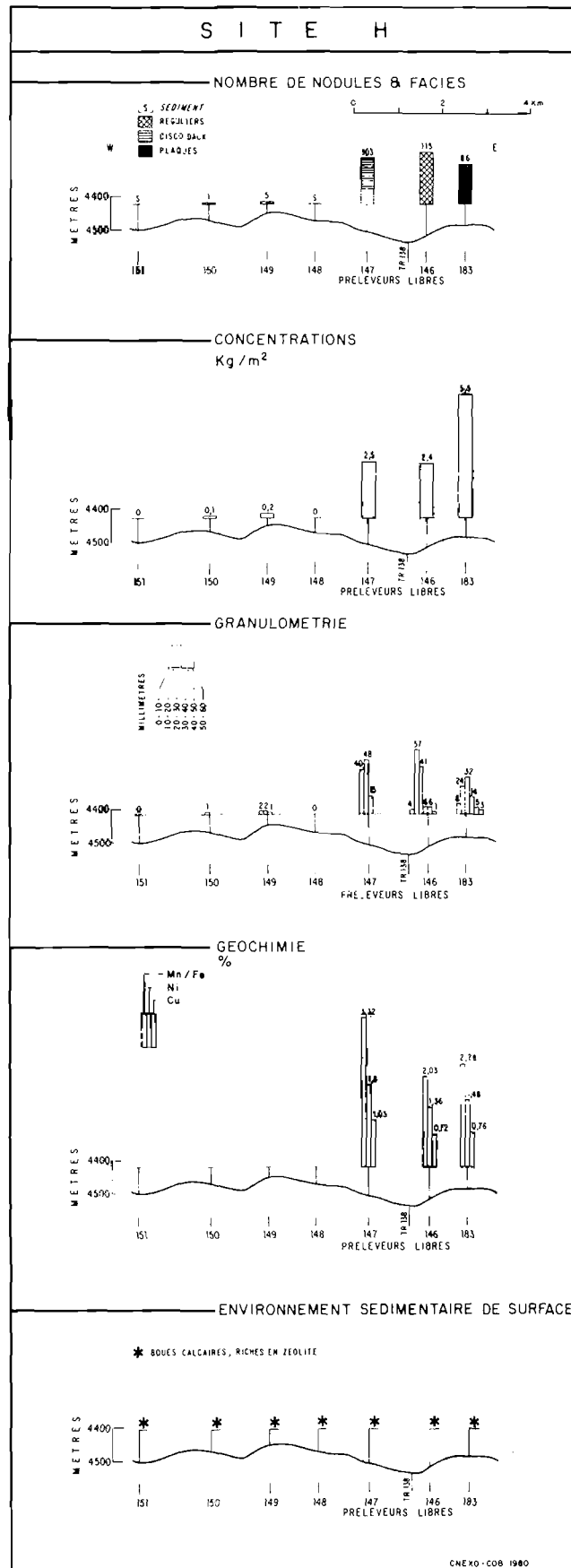


FIGURE 65: Profil synthétique orienté E-W établi à partir des données des préleveurs libres et montrant les relations entre la bathymétrie et les caractéristiques des nodules.
Nodule-bathymetry correlation along a synthetic E-W profile based on data from free-fall grabs.

B. COMPOSITION CHIMIQUE DES NODULES (tab. 35)

TABLEAU 35 : ANALYSES CHIMIQUES DE NODULES DU SITE
Nodule geochemistry
 (Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle)

n° station	Classe de taille (mm)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	Fe (%)	Mn (%)	Cu (%)	Ni (%)	Co (%)	Zn (%)	Si/Al	Mn/Fe	Cu Ni Co (%)	Ba (%)	U (ppm)
PL.146 A	10 - 20	14.69	5.50	3.88	1.13	2.20	0.91	0.48	11.42	21.80	0.62	1.28	0.13	0.114	2.35	1.90	2.03	nd	nd
PL.146 B	10 - 20	14.87	7.40	nd	nd	nd	nd	nd	12.37	24.87	0.77	1.41	0.15	0.114	1.77	2.00	2.33	0.15	3.91
PL.146 A	20 - 30	9.50	4.60	3.88	1.13	2.35	0.67	0.79	10.43	28.34	0.79	1.55	0.15	0.141	1.82	2.70	2.49	nd	nd
PL.146 B	20 - 30	13.03	7.05	nd	nd	nd	nd	nd	11.78	26.28	0.79	1.49	0.15	0.134	1.74	2.20	2.43	0.16	3.56
PL.146 A	30 - 40	14.48	5.49	3.98	0.98	2.54	0.85	0.47	10.78	22.12	0.62	1.34	0.13	0.117	2.32	2.10	2.09	nd	nd
PL.146 B	30 - 40	8.56	5.95	nd	nd	nd	nd	nd	10.80	31.06	0.92	1.68	0.18	0.157	1.27	2.90	2.78	0.18	4.08
PL.146 B	40 - 50	30.28	11.05	nd	nd	nd	nd	nd	11.91	13.05	0.41	0.87	0.08	0.082	2.41	1.10	1.36	0.85	2.35
PL.147 A	10 - 20	9.37	5.06	4.73	0.82	2.25	0.65	0.57	9.56	28.71	0.90	1.73	0.14	0.136	1.63	3.00	2.77	nd	nd
PL.147 B	10 - 20	8.56	6.14	nd	nd	nd	nd	nd	9.88	31.20	1.03	1.81	0.16	0.153	1.23	3.20	3.00	0.21	3.63
PL.147 A	20-30	8.81	4.42	4.12	0.80	2.44	0.60	0.74	8.82	26.87	0.82	1.63	0.13	0.136	1.75	3.00	2.58	nd	nd
PL.147 B	20 - 30	7.62	5.50	nd	nd	nd	nd	nd	9.19	32.46	1.08	1.81	0.15	0.160	1.22	3.50	3.04	0.21	3.72
PL.147 A	30 - 40	9.51	4.83	4.44	0.86	2.45	0.62	0.67	9.40	28.86	0.86	1.69	0.14	0.139	1.73	3.10	2.68	nd	nd
PL.147 B	30 - 40	8.26	5.74	nd	nd	nd	nd	nd	9.53	31.20	0.99	1.79	0.16	0.155	1.27	3.10	2.69	0.22	3.85
PL.155 A	10 - 20	9.00	4.99	4.53	0.76	2.36	0.67	0.56	9.72	28.49	0.90	1.76	0.15	0.140	1.59	2.90	2.80	nd	nd
PL.155 B	10 - 20	7.94	5.91	nd	nd	nd	nd	nd	10.27	30.78	1.00	1.83	0.17	0.156	1.18	3.00	3.00	0.18	4.45
PL.155 A	20 - 30	9.45	4.94	4.43	0.88	2.45	0.69	0.61	9.84	28.34	0.88	1.68	0.15	0.138	1.68	2.90	2.71	nd	nd
PL.155 B	20 - 30	8.26	5.91	nd	nd	nd	nd	nd	10.40	30.63	0.98	1.75	0.18	0.153	1.23	2.90	2.91	0.19	4.38
PL.155 A	30 - 40	10.25	5.42	4.73	0.84	2.25	0.66	0.57	9.59	27.76	0.85	1.72	0.15	0.132	1.66	2.90	2.73	nd	nd
PL.155 B	30 - 40	8.88	6.31	nd	nd	nd	nd	nd	9.93	30.22	0.96	1.79	0.17	0.150	1.24	3.00	2.92	0.23	4.01
PL.157 A	10 - 20	10.25	5.02	4.37	0.87	2.59	0.62	0.54	8.47	29.25	0.92	1.74	0.12	0.148	1.80	3.50	2.78	nd	nd
PL.157 B	10 - 20	8.05	5.99	nd	nd	nd	nd	nd	8.72	31.76	1.04	1.79	0.14	0.163	1.18	3.60	2.97	0.19	4.22
PL.157 A	20 - 30	10.27	4.81	4.23	0.91	2.60	0.59	0.55	8.58	29.48	0.93	1.70	0.12	0.154	1.88	3.40	2.74	nd	nd
PL.157 B	20 - 30	9.21	5.67	nd	nd	nd	nd	nd	9.05	31.90	1.04	1.78	0.14	0.166	1.43	3.50	2.96	0.19	4.17
PL.180 A	10 - 20	17.21	6.01	4.52	1.07	1.96	0.79	0.47	12.14	22.11	0.62	1.46	0.15	0.113	2.52	1.80	2.23	nd	nd
PL.180 B	10 - 20	14.87	7.35	nd	nd	nd	nd	nd	12.49	24.31	0.73	1.49	0.17	0.124	1.78	1.90	2.39	0.15	3.93
PL.180 A	20 - 30	16.69	5.63	4.27	1.05	2.11	0.85	0.53	12.58	22.30	0.54	1.43	0.16	0.112	2.61	1.80	2.13	nd	nd
PL.180 B	20 - 30	14.87	6.93	nd	nd	nd	nd	nd	12.89	24.59	0.64	1.49	0.18	0.119	1.89	1.90	2.31	0.15	4.28
PL.180 A	30 - 40	25.27	7.09	4.90	1.28	1.44	0.89	0.28	11.74	18.07	0.51	1.46	0.11	0.112	3.14	1.50	2.08	nd	nd
PL.180 B	30 - 40	22.42	8.33	nd	nd	nd	nd	nd	12.15	20.37	0.58	1.42	0.12	0.112	2.37	1.70	2.12	0.10	2.82
PL.180 A	40 - 50	16.72	5.33	3.42	1.08	2.44	0.85	0.69	15.59	19.94	0.40	1.03	0.17	0.091	2.76	1.30	1.61	nd	nd
PL.180 B	40 - 50	14.87	6.80	nd	nd	nd	nd	nd	15.93	22.34	0.51	1.15	0.19	0.102	1.92	1.40	1.85	0.14	5.31
PL.180 A ^{face sup}	> 50	21.42	6.03	3.80	1.19	2.11	0.92	0.54	15.00	17.55	0.42	1.00	0.15	0.090	3.13	1.20	1.57	nd	nd
PL.180 B ^{face sup}	> 50	18.95	7.46	nd	nd	nd	nd	nd	15.46	19.94	0.52	1.07	0.16	0.097	2.24	1.30	1.75	0.11	3.75
PL.180 A ^{face int.}	> 50	27.19	8.00	3.97	1.56	1.76	0.79	0.45	12.59	15.45	0.45	1.01	0.11	0.089	2.99	1.20	1.58	nd	nd
PL.180 B ^{face int.}	> 50	23.67	9.39	nd	nd	nd	nd	nd	12.96	17.55	0.52	1.01	0.12	0.089	2.22	1.40	1.65	0.10	3.54
PL.182 B	10 - 20	12.98	7.14	nd	nd	nd	nd	nd	11.88	26.84	0.82	1.64	0.20	0.134	1.60	2.30	2.66	0.17	4.26
PL.182 A	20 - 30	11.71	5.52	4.54	0.88	2.25	0.82	0.56	11.36	25.31	0.72	1.51	0.19	0.126	1.87	2.20	2.42	nd	nd
PL.182 A'	20 - 30	23.63	7.03	4.97	1.03	1.53	0.85	0.34	12.27	18.02	0.50	1.48	0.13	0.110	2.96	1.50	2.11	nd	nd
PL.182 B	20 - 30	10.77	6.82	nd	nd	nd	nd	nd	11.94	27.80	0.83	1.63	0.21	0.136	1.39	2.30	2.67	0.18	4.65
PL.182 B'	20 - 30	2.90	7.25	nd	nd	nd	nd	nd	11.47	17.59	0.59	1.45	0.13	0.110	0.35	1.50	2.17	0.12	3.08
PL.182 B	> 50	29.33	10.46	nd	nd	nd	nd	nd	12.69	12.47	0.43	0.98	0.09	0.085	2.47	0.98	1.50	0.06	2.41
PL.183 B	10 - 20	8.05	6.27	nd	nd	nd	nd	nd	10.10	30.50	0.95	1.82	0.19	0.145	1.13	3.00	2.96	0.18	4.49
PL.183 A	20 - 30	13.54	5.69	4.82	0.97	2.01	0.73	0.47	10.34	25.77	0.75	1.68	0.14	0.133	2.09	2.50	2.57	nd	nd
PL.183 B	20 - 30	9.21	7.03	nd	nd	nd	nd	nd	10.33	28.39	0.86	1.35	0.15	0.140	1.15	2.70	2.36	0.18	3.81
PL.183 A	30 - 40	17.86	5.82	4.66	1.18	1.84	0.73	0.42	11.73	22.63	0.60	1.56	0.13	0.125	2.70	1.90	2.29	nd	nd
PL.183 B	30 - 40	15.49	7.08	nd	nd	nd	nd	nd	12.07	25.01	0.68	1.61	0.14	0.130	1.93	2.10	2.43	0.15	3.73
PL.183 A	> 50	25.06	7.35	4.21	1.49	1.82	0.80	0.50	12.17	16.85	0.46	1.13	0.11	0.100	3.00	1.40	1.70	nd	nd
PL.183 B	> 50	21.78	8.65	nd	nd	nd	nd	nd	12.75	19.10	0.53	1.14	0.11	0.100	2.22	1.50	1.78	0.10	3.52
PL.184 A	20 - 30	10.48	4.81	4.28	0.91	2.57	0.59	0.56	8.77	29.09	0.89	1.67	0.12	0.154	2.18	3.30	2.68	nd	nd
PL.184 B	20 - 30	9.83	6.06	nd	nd	nd	nd	nd	9.13	31.49	1.01	1.80	0.13	0.164	1.43	3.40	2.94	0.20	4.00
PL.184 A	30 - 40	9.95	4.92	4.31	0.82	2.57	0.62	0.61	9.40	28.44	0.93	1.69	0.13	0.145	1.78	3.00	2.75	nd	nd
PL.184 B	30 - 40	9.51	6.27	nd	nd	nd	nd	nd	9.88	31.07	1.05	1.82	0.15	0.156	1.33	3.14	3.02	0.19	4.02

VI. PHOTOGRAPHIES

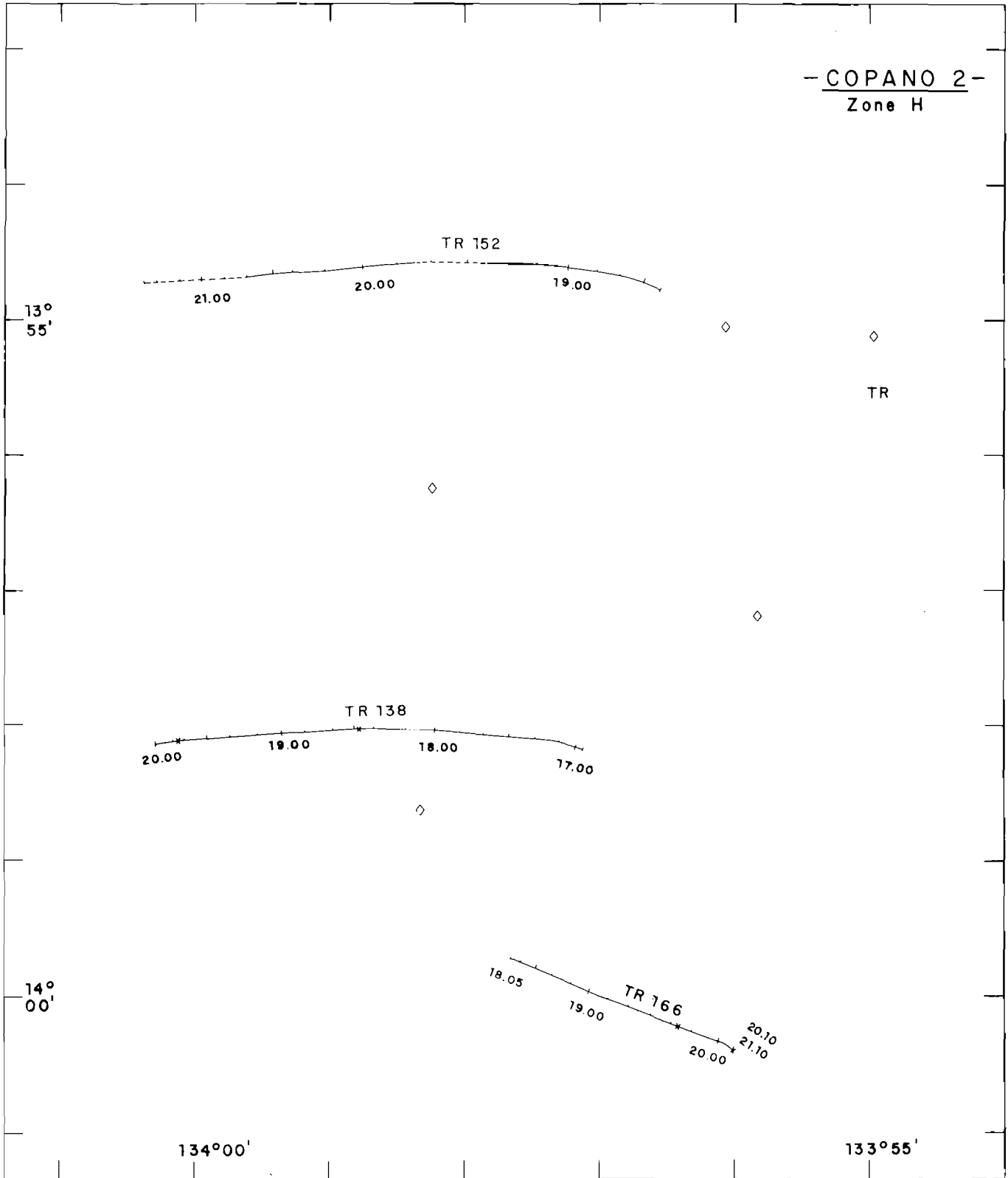


FIGURE 66: Trajets de la troïka (TR). Les heures sont indiquées sur les parcours.
Troïka runs. Hours indicated along the trajectories.

TROIKA TR.138

Ce profil de troïka est orienté E-W et dure environ 3 heures (fig. 66). La troïka a été posée sur le flanc est de la vallée à la jonction des deux principaux affluents. Le trait passe dans le thalweg de la vallée puis obliquement sur le prolongement méridional de la ride sédimentaire. L'édifice volcanique se trouve au sud de ce trait photographique (fig. 67).

Sur le flanc est de la vallée affleurent des roches arrondies légèrement recouvertes de sédiment et de nature vraisemblablement basaltique (pl. XX). Sous ces affleurements rocheux on distingue des amas de dalles de taille décimétrique à métrique. Entre ces dalles se situent des fragments rocheux anguleux ou aplatis de taille centimétrique. Le tout est recouvert d'une pellicule sédimentaire. Entre les affleurements de basalte et les dalles le fond est recouvert de fragments rocheux, de plaques et de nodules, le tout formant une couverture dense mais partiellement drapée de sédiment.

Dans le thalweg de la vallée la population de nodules reste aussi abondante mais devient plus homogène et de taille centimétrique. Le sédiment comble les interstices entre les nodules et recouvre partiellement ceux-ci (pl. XXI). Dans le fond de la vallée la bioturbation est modérée.

Lorsque la troïka quitte le fond de la vallée et gravit le flanc méridional de la ride sédimentaire la population de nodules diminue graduellement et les marques de bioturbation avec tumuli augmentent (pl. XXII).

Dans le dernier tiers du parcours le sédiment a un faciès grumeleux et on ne peut déterminer si cet aspect est dû à la bioturbation ou à la présence de nodules enfouis.

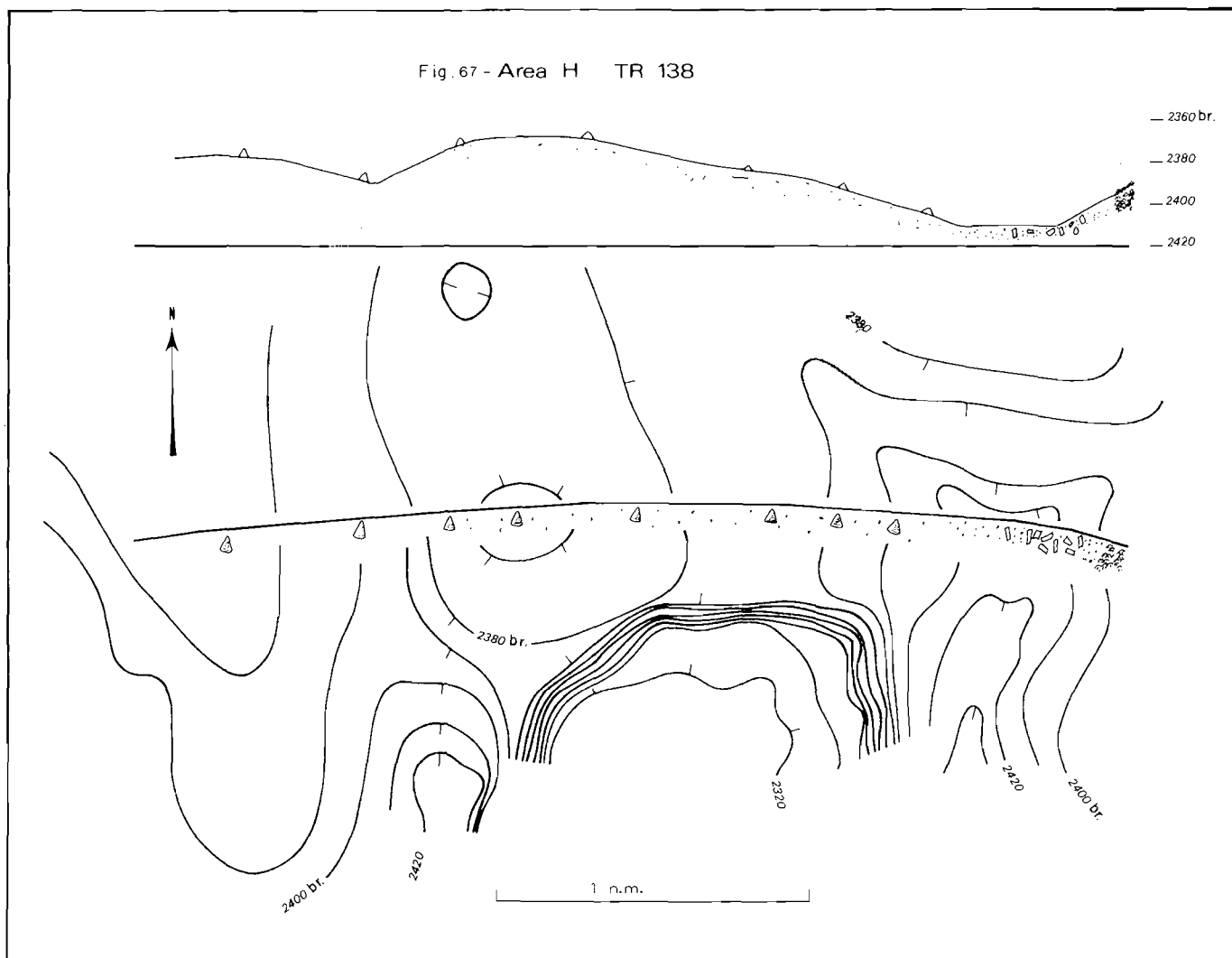
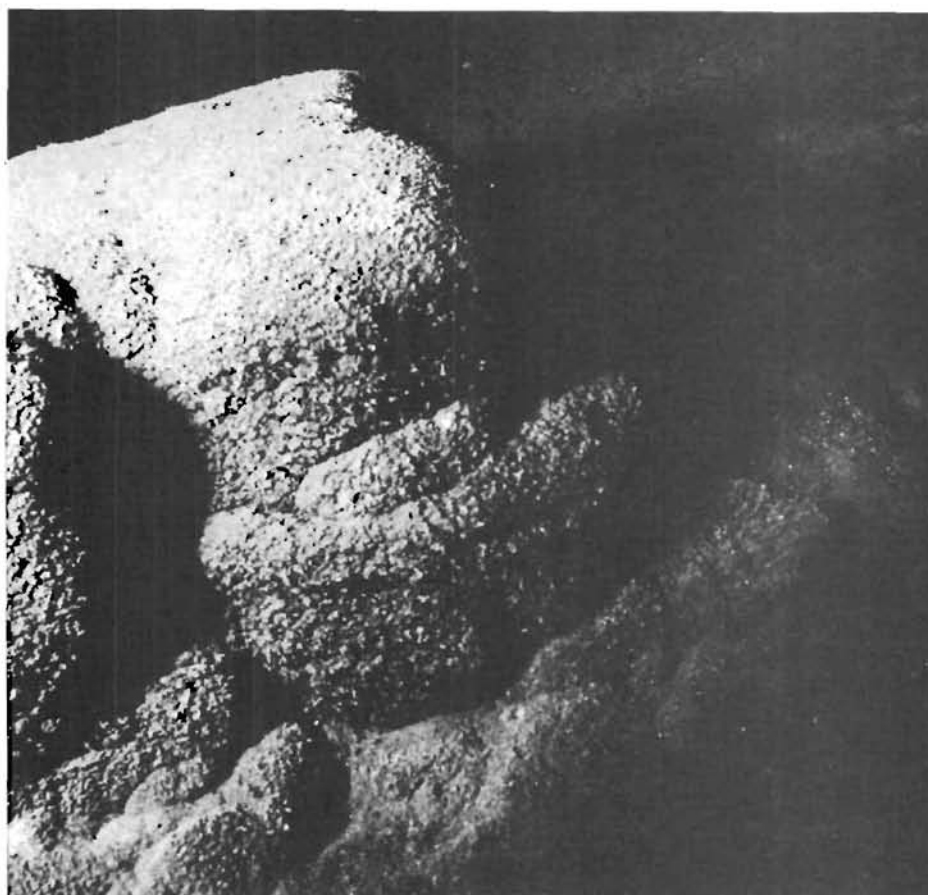
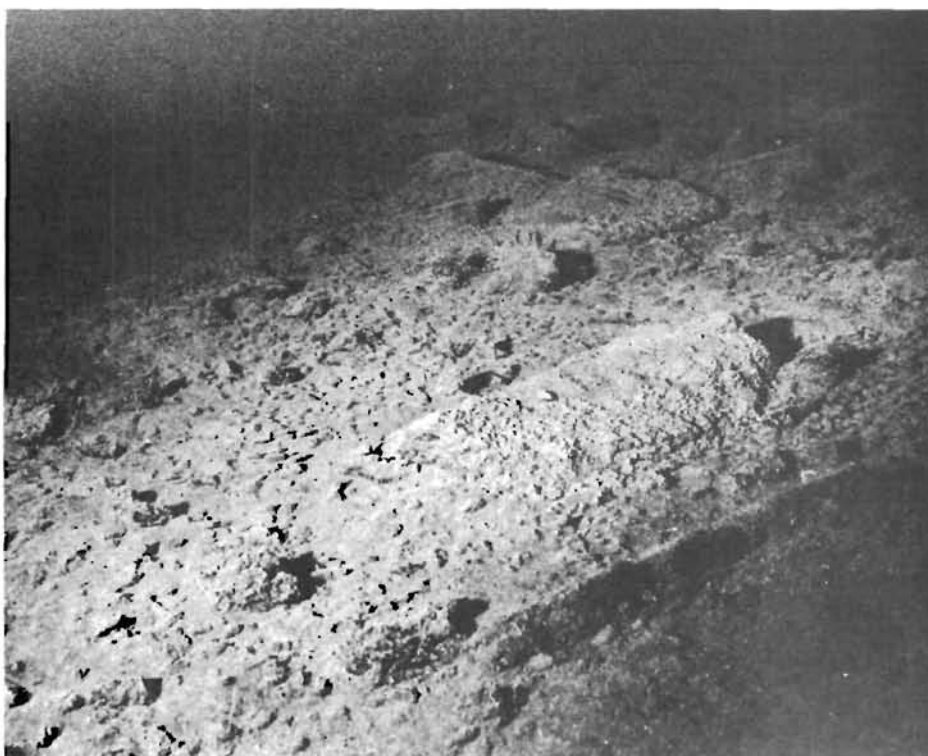


FIGURE 67: Représentation en plan et en coupe du trajet de la troïka TR.138. A l'extrémité est du profil il y a affleurement de basalte. Dans la vallée présence de dalles, plaques et nodules. Les cônes représentent des tumuli.
 Map and cross-section of troika run TR.138. Rounded masses = basalt outcrops; rectangle . slabs and plates; black dots = nodules; cone = benthic dome-shaped mound.



a



b

Planche XX: Photographies prises sur le flanc oriental de la vallée principale: TR.138.

a. affleurement de basalte recouvert d'une mince pellicule sédimentaire.

b. dalles de bas de pente avec fragments rocheux et nodules. Le tout est recouvert d'une fine pellicule sédimentaire.

Pictures made on the eastern flank of the valley.

a. basalt outcrops moderately covered by sediment.

b. accumulation of slabs and rock fragments with thin veneer of sediments and patchy nodule coverage.

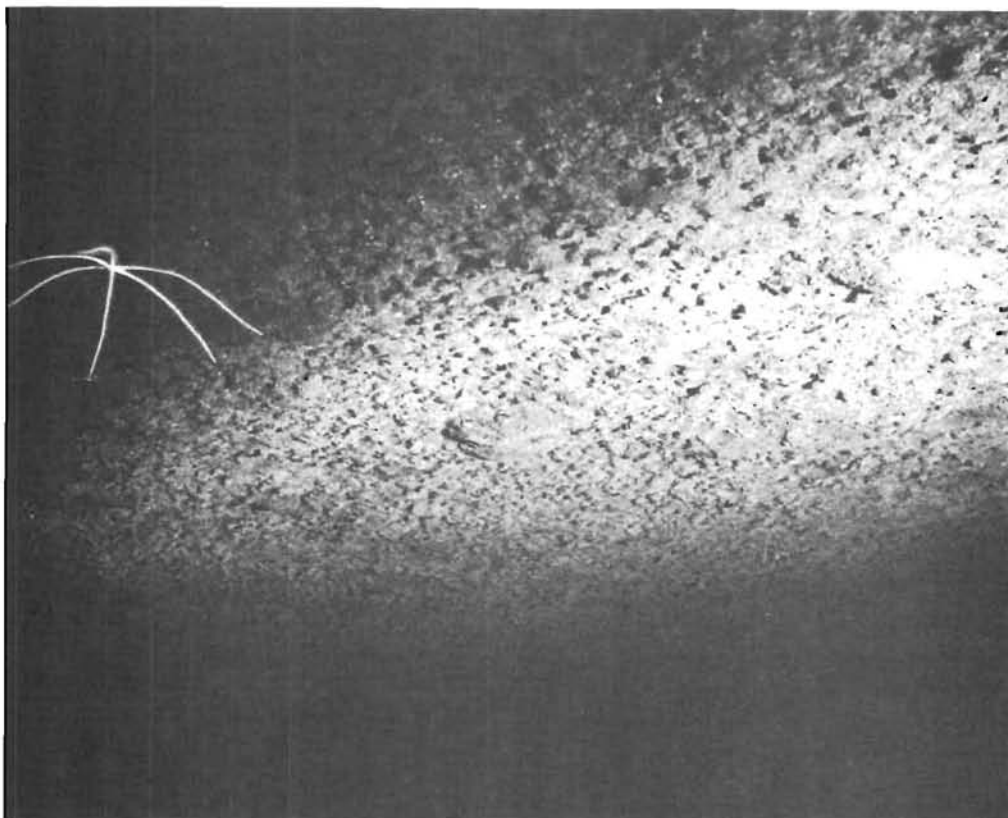


a

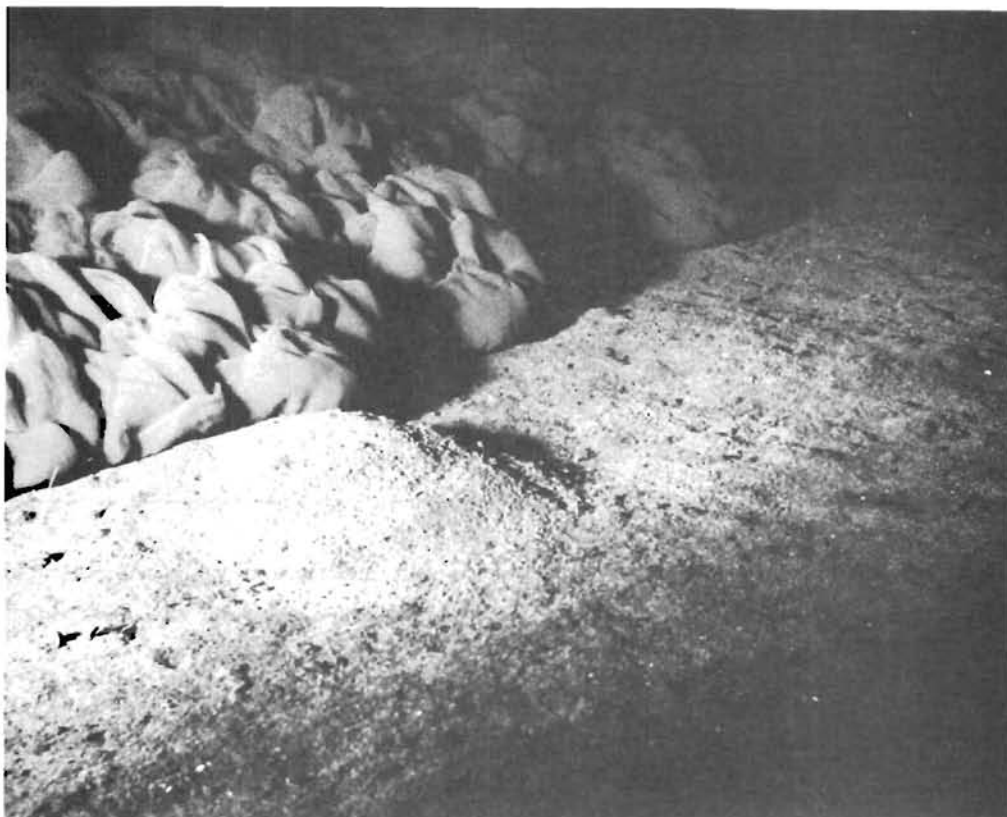


b

Planche XXI: Photographies prises dans la vallée principale: TR.138.
a. mélange de fragments rocheux et de nodules.
b. nodules abondants et recouverts de sédiment.
Pictures made in the main valley.
a. nodules and rock fragments.
b. abundant nodule coverage apparently buried.



a



b

Planche XXII: Troïka TR.138

a. flanc occidental de la vallée : nodules partiellement enfouis, marques de bioturbation et organismes fixés.
 b. flanc sud de la ride sédimentaire : tumulus, éponges et courant turbide déclenché par le câble de la troïka.

Troïka TR.138

a. western flank of the main valley : buried nodules, benthic activity, crinoids.

b. southern gentle slope of the sedimentary ridge : conical mound, sponges and turbidity plume triggered by troïka cable.

TROIKA TR.152

Le profil TR.152 a été effectué perpendiculairement à la ride sédimentaire de l'est vers l'ouest (fig. 66). Une série de photographies ont été ratées par défaut d'éclairage au centre du profil. Durant deux heures, des photographies ont été cependant obtenues sur ce trajet qui gravit la ride sédimentaire et traverse la dépression bordant la ride à l'ouest (fig. 68). L'examen des photographies montre un faciès du fond assez homogène durant toute la traversée. On ne distingue pas de nodules à l'affleurement mais on devine parfois de petites protubérances du sédiment qui peuvent annoncer la présence de nodules enfouis. On observe très peu d'épifaune mobile sur le fond mais quelques organismes fixés (Octocoralliaires, Spongiaires). L'activité biologique visible sur le fond est cependant extrêmement abondante sous forme de pistes, tumuli, terriers. Les organismes enfouis sont sans doute nombreux (pl. XXIII).

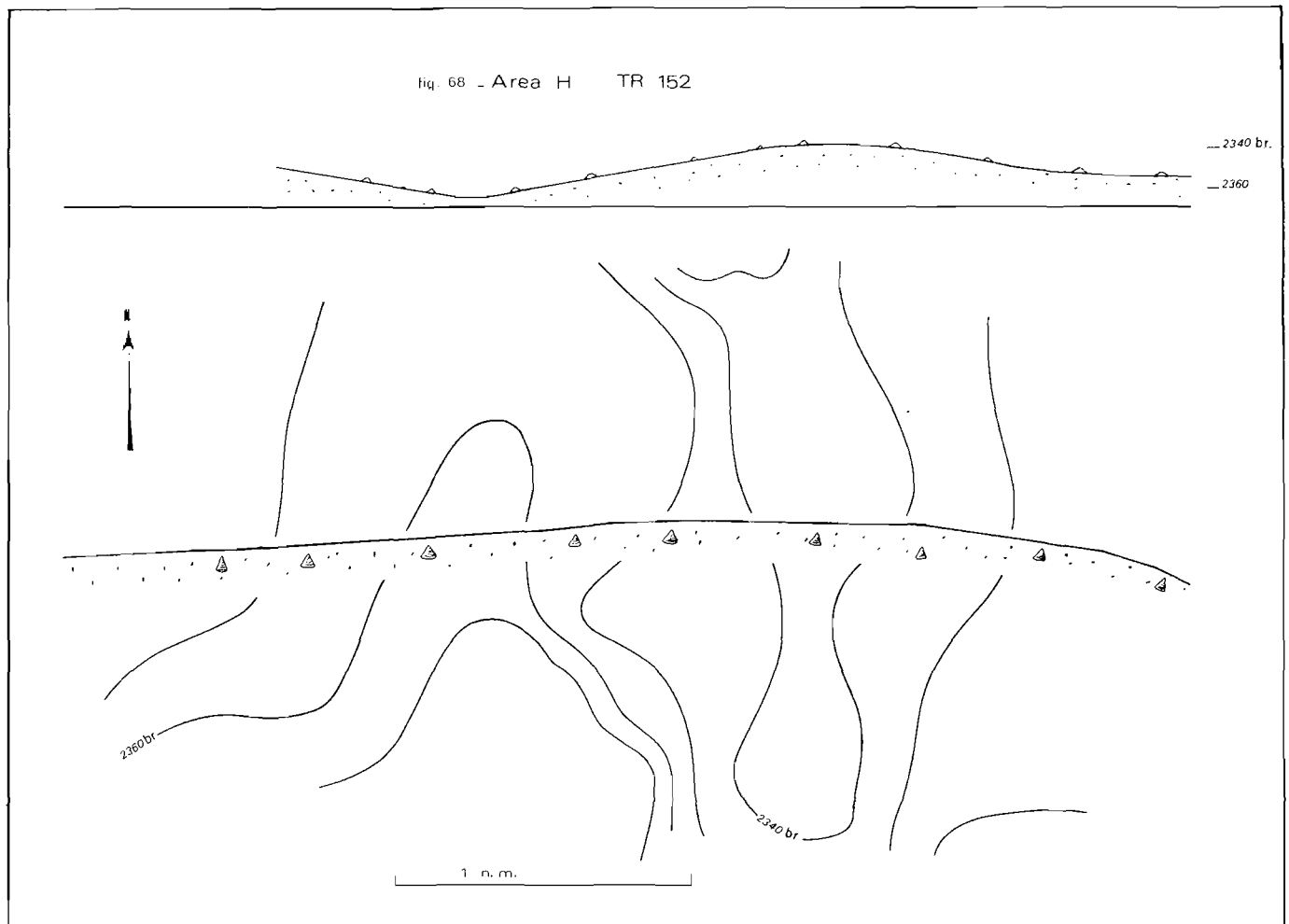


FIGURE 68 : Profil troïka TR.152 orienté E-W sur la ride sédimentaire. Les points représentent les rares nodules enfouis et les cônes des tumuli.

Map and cross-section of troika run TR.152 on the sedimentary ridge. Black dots = rare buried nodules; cores = conical mounds.

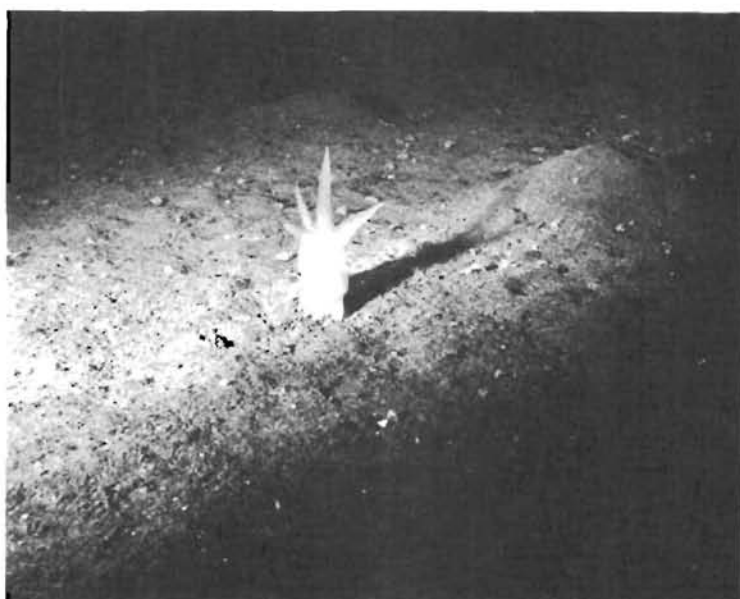
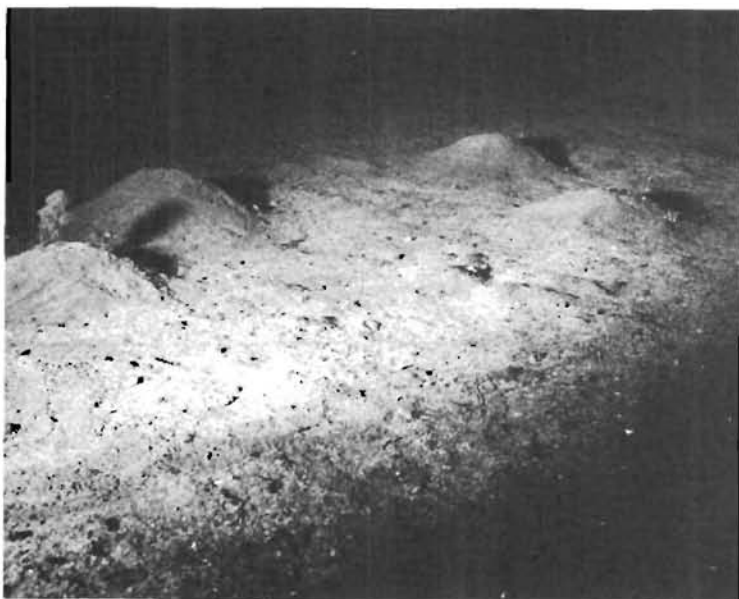


Planche XXIII: Marques d'activité benthique: TR.152.
Benthic activity marks and fauna: TR.152

TROIKA TR.166

Ce parcours de troïka a été choisi pour analyser le bassin d'épandage situé entre les deux reliefs au sud de la zone H et ses relations avec le massif bordant la zone vers l'est (fig. 66). Le profil a été effectué de l'W-NW à l'E-SE en traversant le bassin (pl. XXIV) puis en gravissant le flanc du massif à substratum basaltique. Le profil s'est terminé par un accrochage de la troïka sur la partie la plus abrupte du flanc ouest du relief (fig. 69 et pl. XXV).

Le long du profil l'épifaune n'est pas abondante mais elle est représentée par de nombreuses espèces : Xénophores, Octocoralliaires, Spongiaires, Actiniaires, Echinodermes. Les Anémones et les Holothuries sont les organismes les plus souvent observés. L'activité biologique dans ce secteur est importante (empreintes, pistes, tumuli et terriers) et suggère la présence d'une endofaune riche (pl. XXIV).

Les affleurements basaltiques sont soit des des pillow-lavas quelquefois recouverts d'un encroûtement Mn-Fe et associés à leurs produits de fragmentation (pl. XXV), soit des plaques. Par endroit, la couverture sédimentaire quaternaire d'argiles rouges est très faible. En effet l'action de la bioturbation ou de courants suffit pour mettre à l'affleurement des vases carbonatées tertiaires (pl. XXIV et photo de couverture).

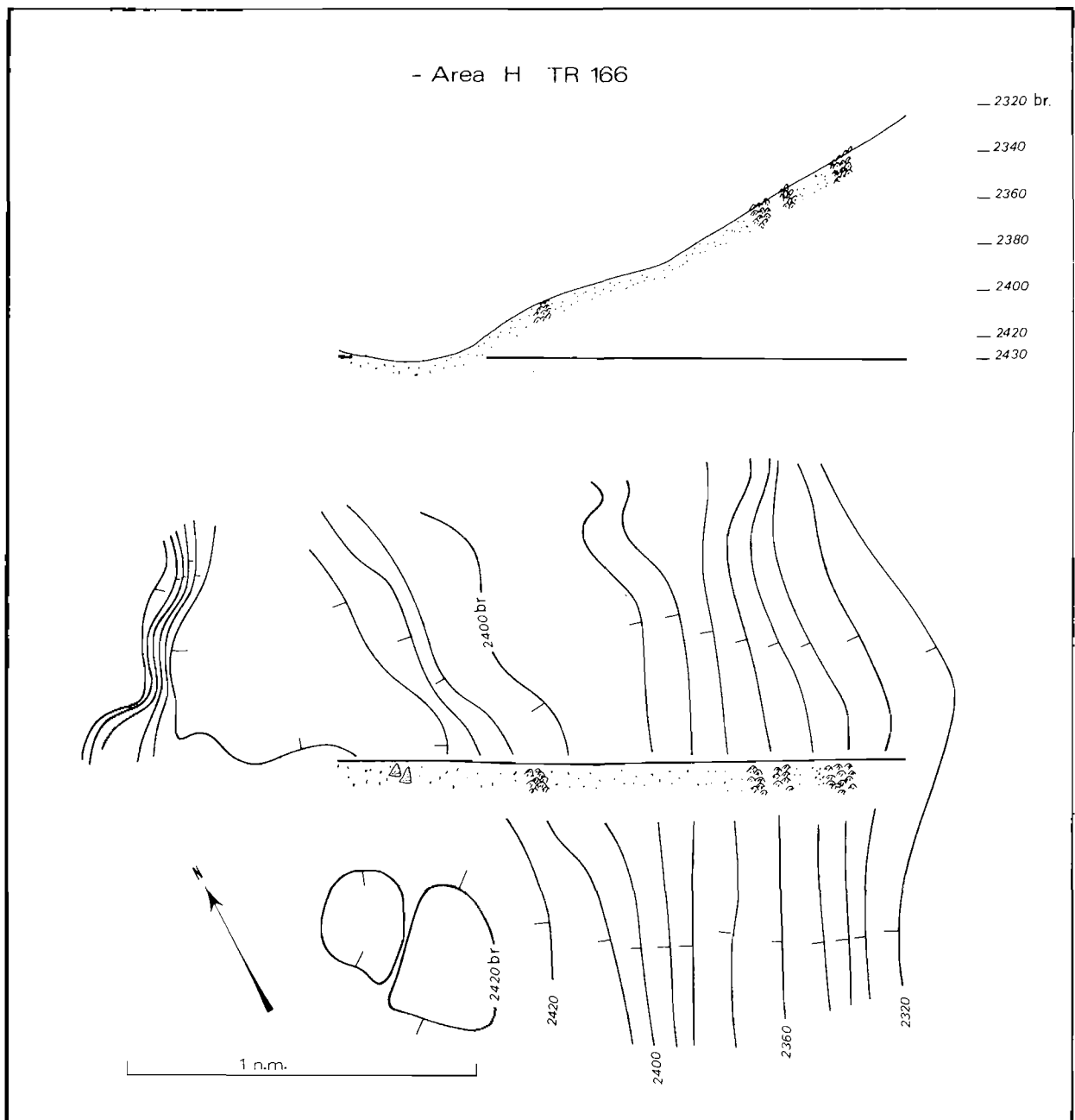


FIGURE 69: Profil troïka TR.166 situé sur le flanc est de la vallée principale. On a représenté les affleurements de basalte, les nodules et les tumuli. Map and cross-section of troïka run TR.166 on the eastern flank of the main valley. Rounded masses = basalt outcrops; black dots = nodules; cones = tumuli.



a.



b.

Planche XXIV: Photographies prises dans la vallée et le bas de pente: TR.166.

a. activité organique intense. Les nodules sont disposés à la périphérie des tumuli. La couche d'argiles rouges est fine puisque apparaissent, en blanc, les vases carbonatées tertiaires sous-jacentes.

b. les nodules et fragments rocheux sont recouverts d'une fine pellicule d'argiles rouges.

Pictures taken in the deep-sea valley and lower slope.

a. important benthic activity. Nodules are located around the conical mounds. The red clay cover is thin and below, by place and with white color, outcrop the tertiary nannozes.

b. nodules and rock fragments are partially covered by a thin veneer of red clays.



Planche XXV: Photographies prises sur la partie haute de la pente: TR.166. Affleurements de basaltes en coussins.
Pictures taken on the upper part of the slope TR.166. Outcrops of pillow-lavas.

VI. HYDROLOGIE

température de l'eau

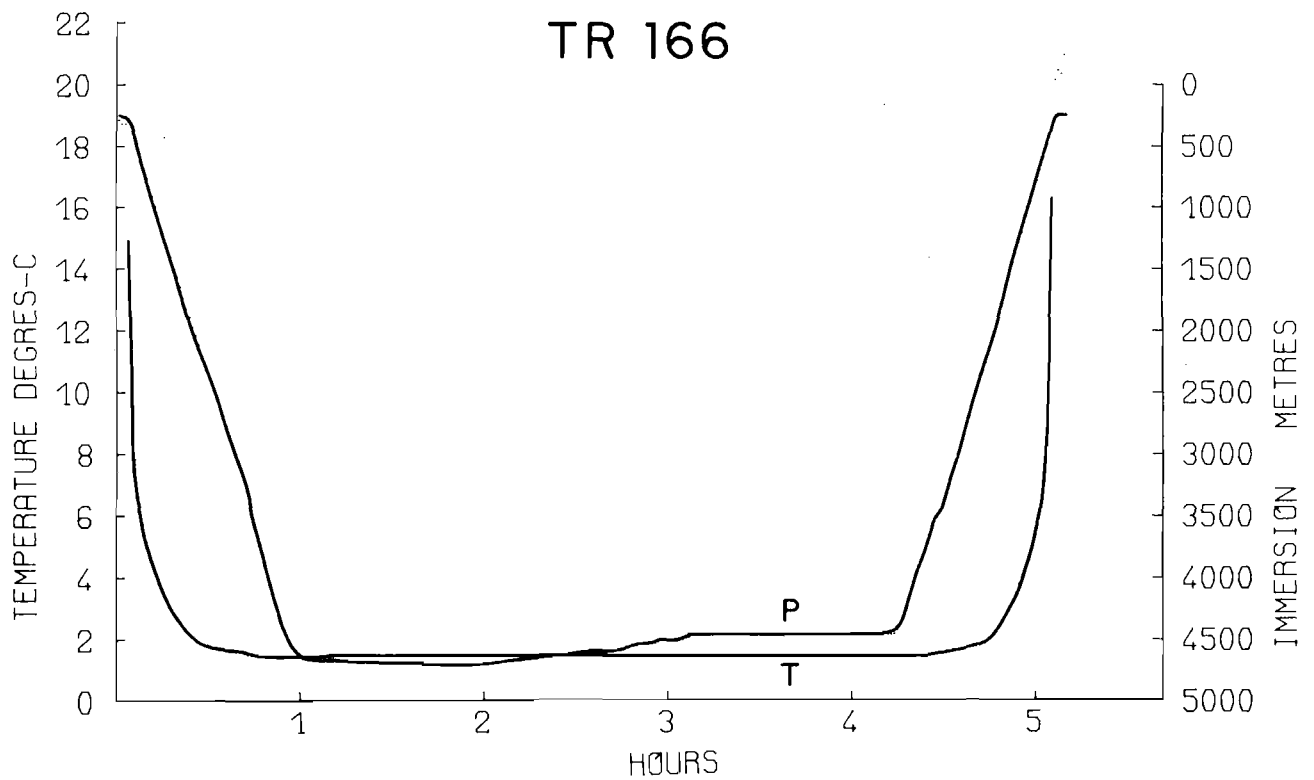
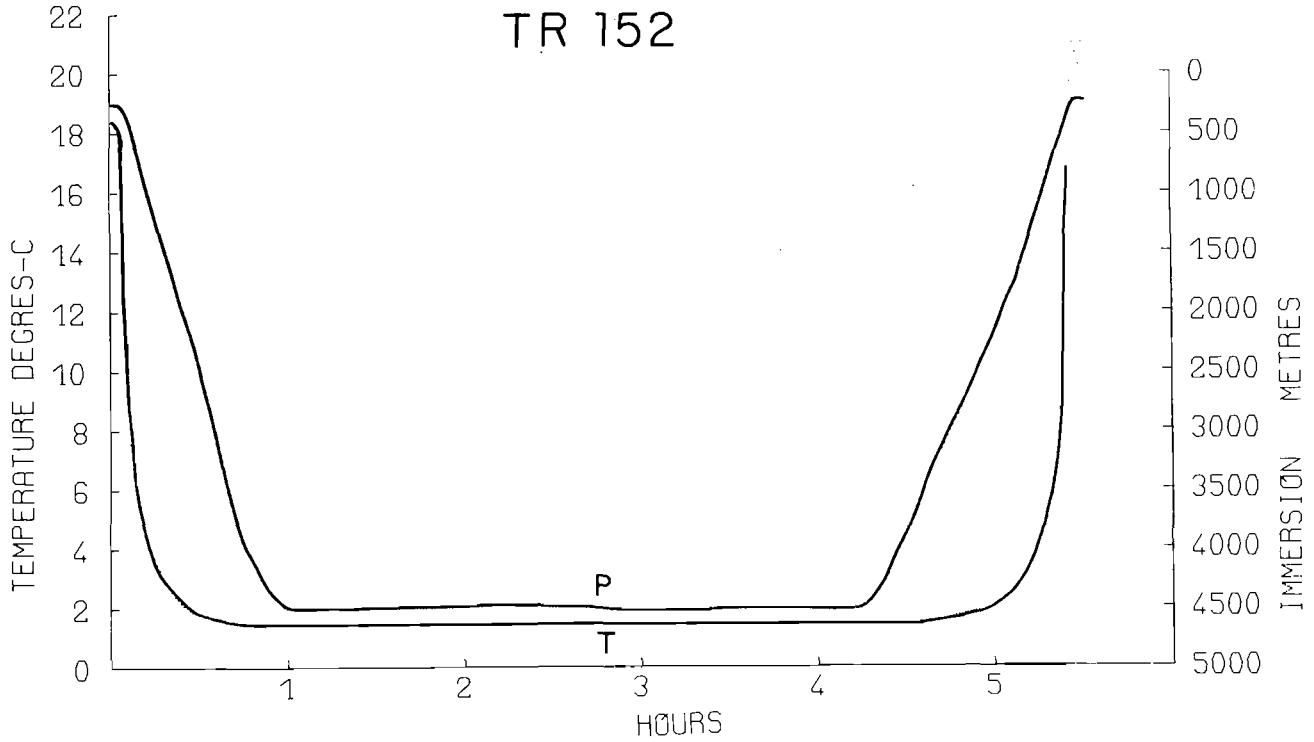
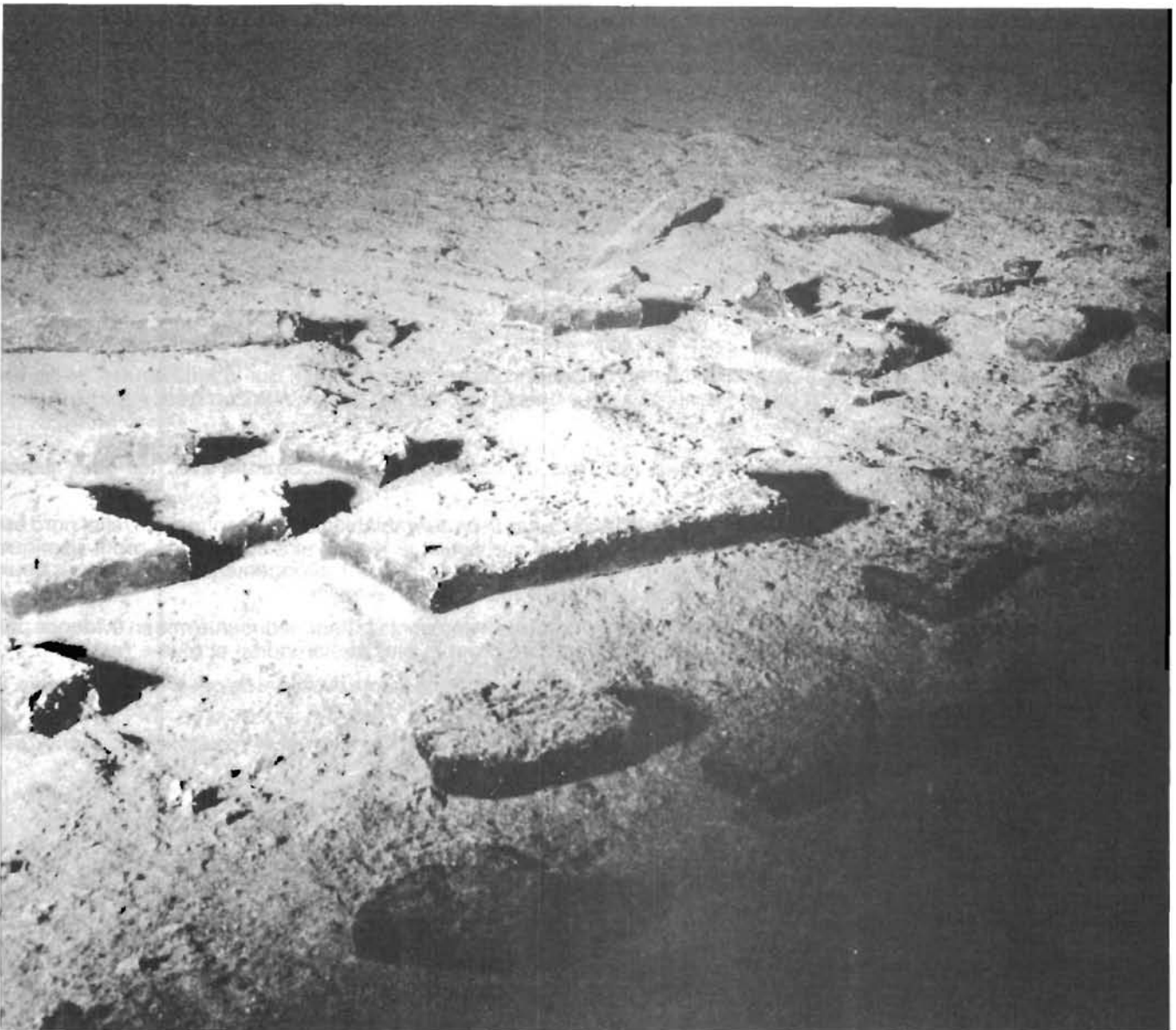


FIGURE 69 bis: TR.152: Courbe profondeur - température potentielle. Profondeur: 4.300 m, température: 1°48C.
 TR.166: Courbe profondeur - température potentielle. Profondeur: 4.400 m, température: 1°48C.
 TR.152: Depth-potential temperature diagram. Depth: 4.300 m, potential temperature: 1°48C.
 TR.166: Depth-potential temperature diagram. Depth: 4.400 m, potential temperature: 1°48C.

SITE I

SITE I



Photographie prise au cours du trajet de la troïka TR.88 et montrant le faciès particulier de plaques de nature volcano-sédimentaire.
Picture taken during troïka TR.88 on site I and showing large volcano-sedimentary slabs lying on sediment.

I. CADRE MORPHOSTRUCTURAL

A. ANALYSE STRUCTURALE

Trois profils sismiques orientés E-W ont été réalisés entre les latitudes 15°17'S et 15°24'S et les longitudes 133°50'W et 134°06'W (fig. 70).

Ces profils sont présentés sur la fig. 71.

Le profil nord recoupe deux monts sous-marins adjacents dont le plus élevé correspond à une dénivelée d'environ 300 m. Ces monts sous-marins semblent dépourvus de couverture sédimentaire. La dépression entre les deux monts a un remplissage sédimentaire d'environ 50 m. De part et d'autre de ces reliefs, le substratum est moins accidenté et il est recouvert par une couverture sédimentaire de 80 mètres d'épaisseur moyenne.

Le profil médian montre au centre une remontée du substratum formant une arche. Au sommet de cette arche et sur son flanc occidental la couverture sédimentaire est absente. De part et d'autre de cette structure centrale le substratum s'enneige par paliers et est recouvert d'une couverture sédimentaire de 70 mètres d'épaisseur en moyenne avec des entailles érosives dans les parties profondes.

Le profil méridional présente le même type de structure que le précédent avec le substratum en forme d'arche, une érosion de la couverture sédimentaire sur le flanc ouest et une couverture sédimentaire d'environ 100 mètres d'épaisseur sur le flanc est.

Le bombement axial, parfois surmonté de monts d'origine volcanique, présente une direction générale N-S et représente vraisemblablement une hodochrone du socle océanique dont l'âge est d'environ 40 MA.

B. ANALYSE BATHYMÉTRIQUE

Le levé bathymétrique a été réalisé à partir d'un champ de balises disposées en triangle. Sur le fond, toutes les routes effectuées durant les travaux (fig. 72) ont été analysées pour dresser la carte en brasses non corrigées (lecture directe des bandes du sondeur).

Le choix de la zone, d'après les profils sismiques, est l'axe du bombement du substratum avec les deux flancs asymétriques (fig. 73).

Sur la ride centrale on a mis en évidence deux reliefs arrondis de nature vraisemblablement volcanique. Le relief nord est celui qui apparaît sur le profil sismique nord (fig. 71). Le relief sud est situé légèrement au nord du profil sismique méridional et n'apparaît sur celui-ci que sous forme d'un flanc sédimenté (fig. 71). L'allongement général de ces deux reliefs est NNW-SSE et suggère un décalage latéral entre deux structures en échelon.

Le flanc oriental présente une déclivité modeste et assez monotone. Il représente le flanc sédimenté mis en évidence par la sismique. Un troisième relief circulaire apparaît à la latitude du mont le plus septentrional et plus à l'est.

Le flanc occidental est plus accidenté avec une succession de dépressions de forme ovoïde et de petits reliefs arrondis. Il correspond au flanc décoiffé de sa couverture sédimentaire.

Un quatrième relief de forme arrondie apparaît à la latitude du mont septentrional et à l'ouest de celui-ci. C'est vraisemblablement le flanc du grand relief visible sur le profil sismique nord.

La longueur d'onde de la succession des reliefs orientés sensiblement N-S est d'environ 5 km.

C. ÉTUDE SEABEAM

Au cours de la campagne SEARISE (juin 1980) du « Jean Charcot », trois profils seabeam ont été réalisés sur la zone I. Ces profils ont permis de vérifier et de préciser le cadre morphologique précédent (fig. 74).

L'axe haut central est bien visible avec deux reliefs arrondis, à flancs escarpés. Cette morphologie est typique de volcans sous-marins. Le décalage latéral des deux rides portant les volcans est bien mis en évidence ici avec un déplacement de 3 à 4 km suggérant la présence d'une zone de fracture.

Le relief le plus occidental montre un allongement N-S assez net. La dissymétrie des flancs des structures volcaniques est bien mise en évidence avec un flanc oriental peu incliné et un flanc occidental plus escarpé.

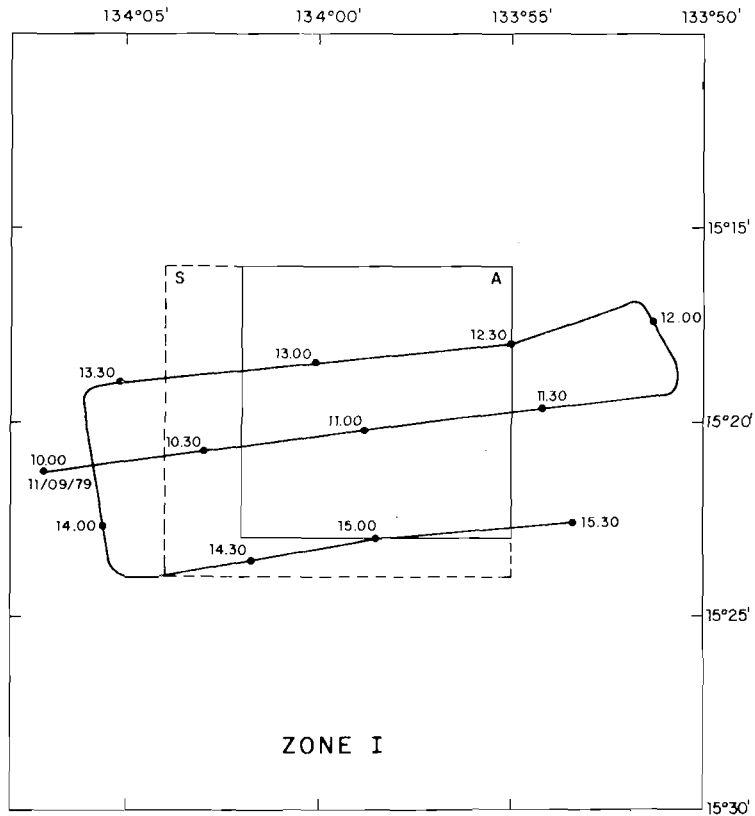


FIGURE 70. : Position des trois profils sismiques réalisés dans la zone I pour déterminer le site I. Le rectangle A est le site étudié durant COPANO 2, le rectangle S est la zone cartographiée à l'aide du Seabeam.
 Position of seismic profiles in area I. Rectangle A represents site I studied during cruise COPANO 2 and rectangle E the Seabeam survey area.

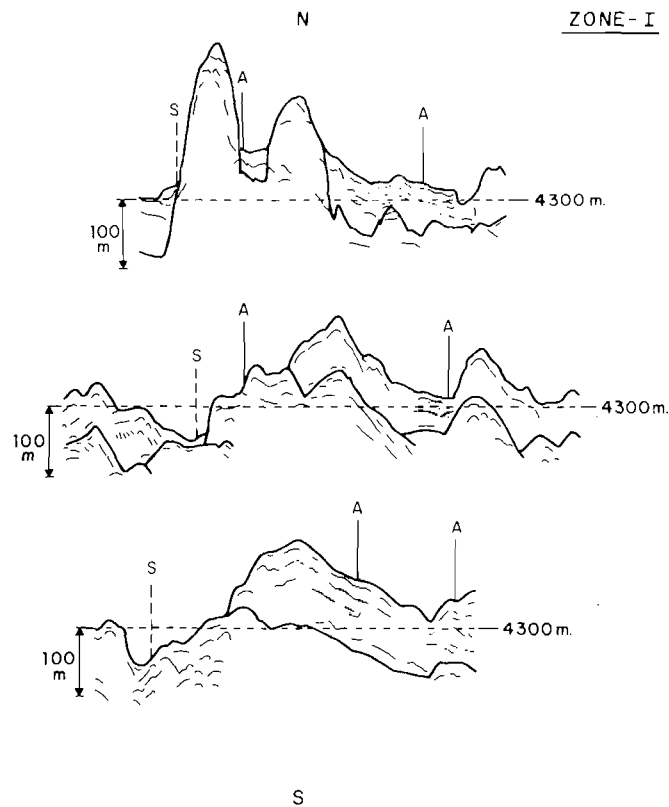


FIGURE 71. : Interprétation sommaire des trois profils sismiques avec représentation du substratum et de la couverture sédimentaire. A : limites du site I; S : limites du levé Seabeam.
 Interpretation of the three seismic profiles. Basement represented, and sedimentary cover approximately 100 m thick on eastern flank of the ridge. A : limits of site I; S : limits of Seabeam survey.

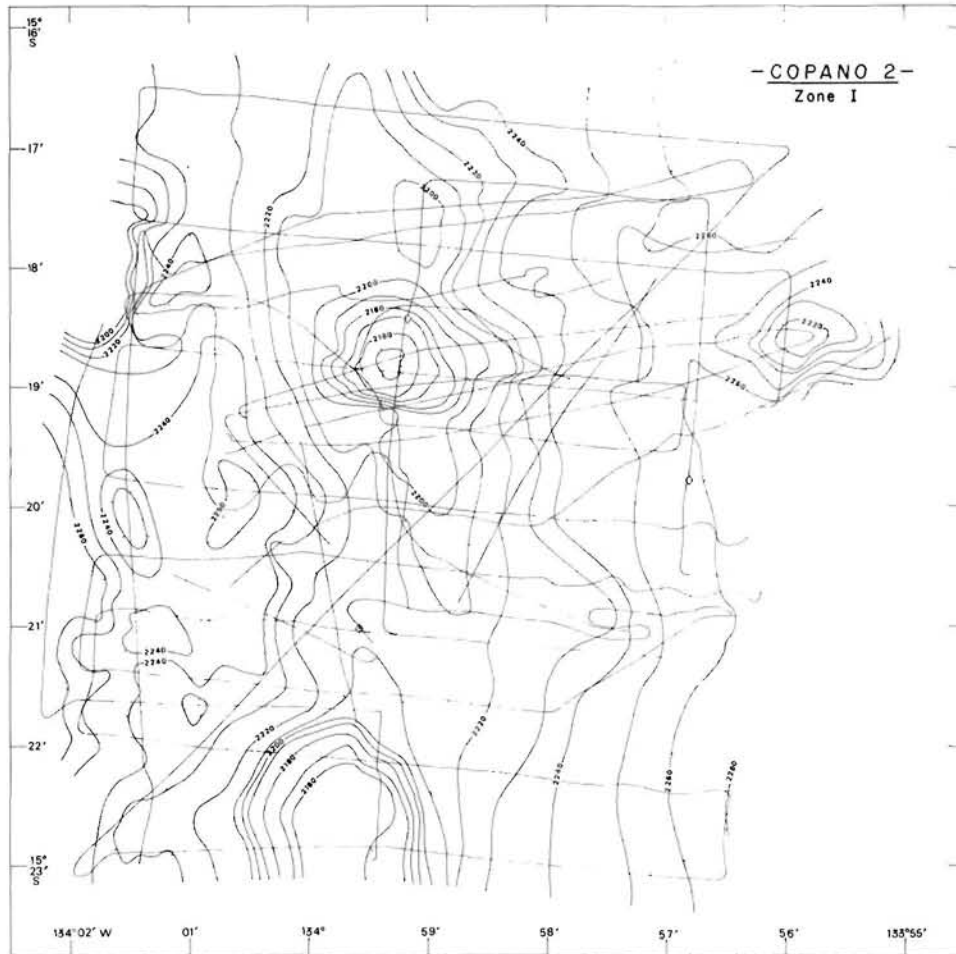


FIGURE 72 : Bathymétrie du site I. Les isobathes sont espacées de 10 brasses. Les trajets sont représentés. Les trois losanges indiquent la position des balises sur le fond.
Bathymetry of site I. Isobath interval: 10 fathoms. Ship's runs indicated. The three diamonds mark the position of sea-floor transponders.

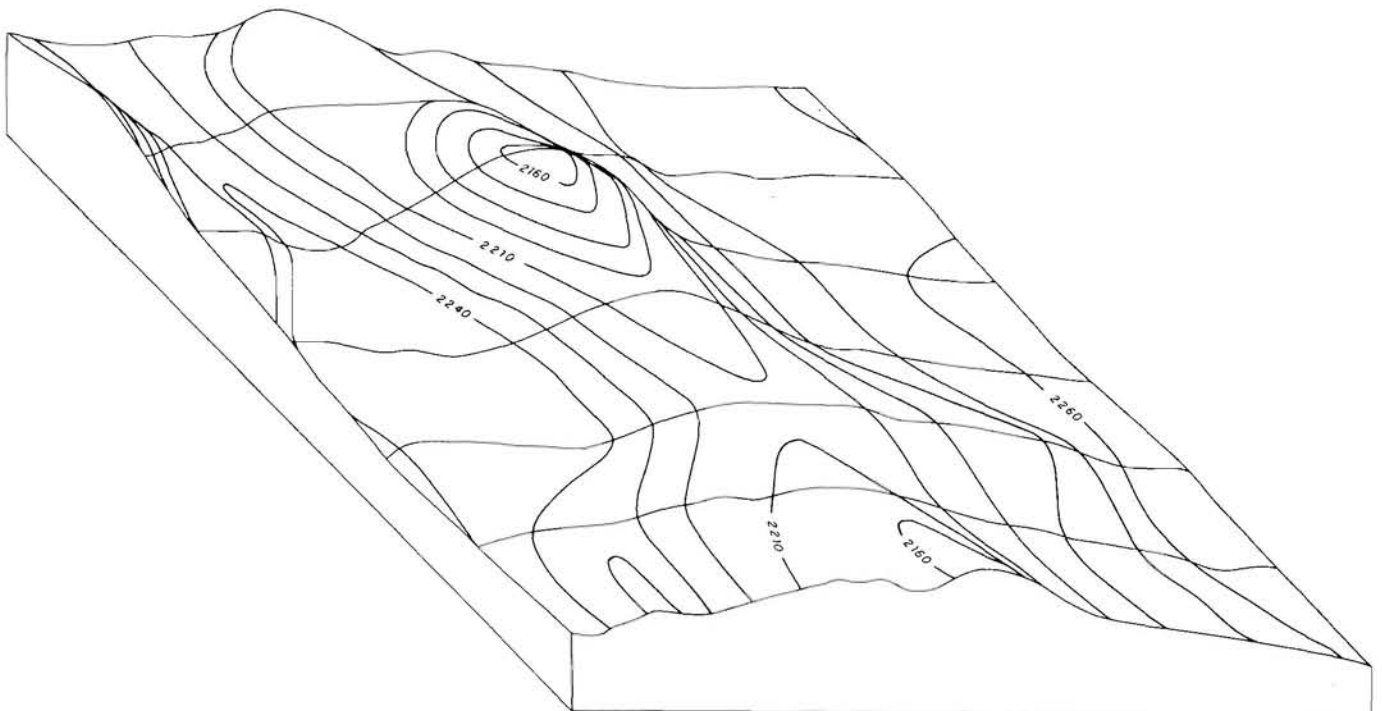


FIGURE 73 : Site I: bloc-diagramme.
Site I: block diagram.

COPANO 2 Zone I

COPANO ZONE I

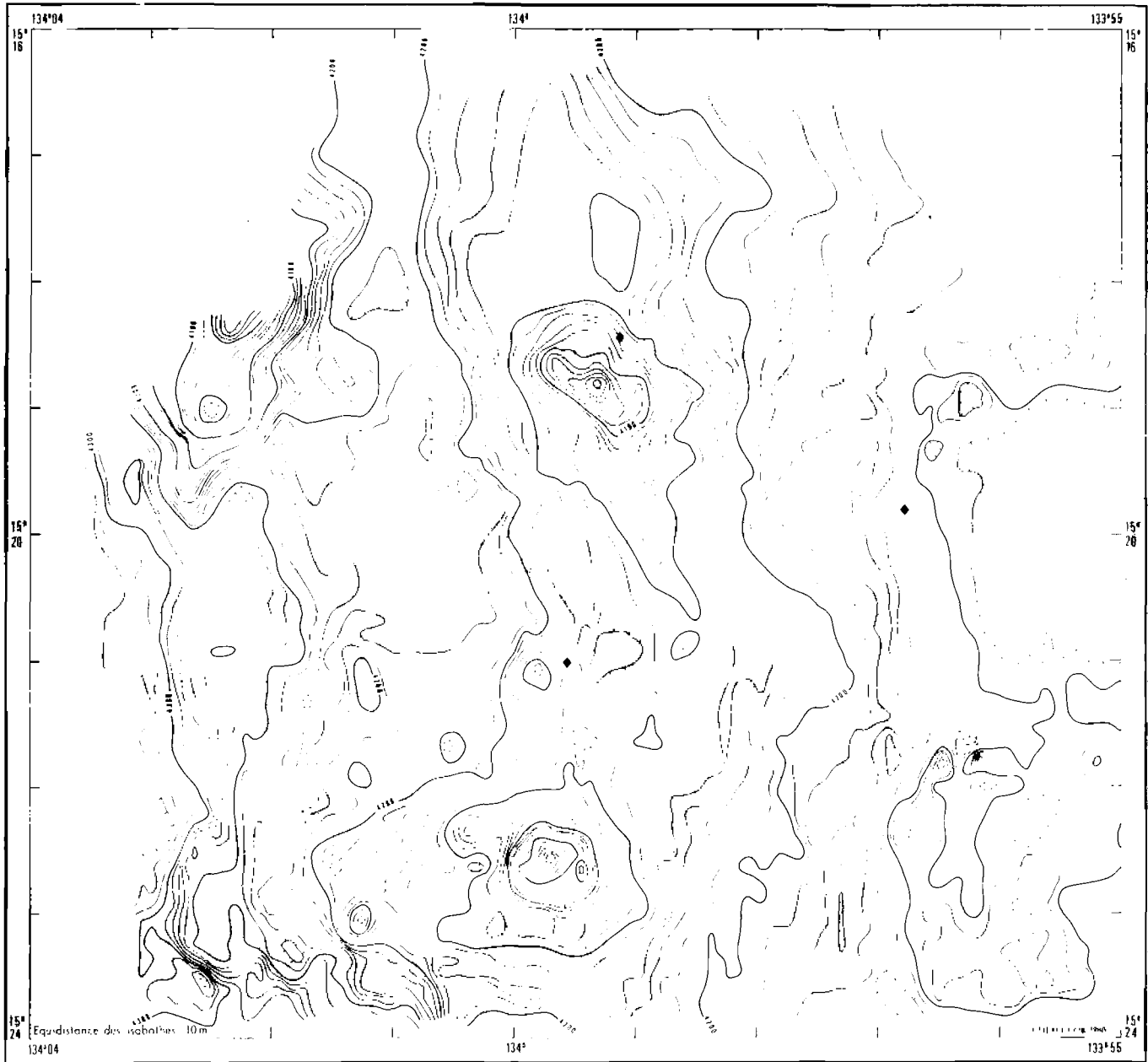


FIGURE 74. : Levé Seabeam du site I. Les profondeurs sont données en mètres non corrigés. L'équidistance des courbes est de 10 mètres. Seabeam survey map. Depths are in uncorrected meters. Isobath interval: 10 meters.

II. OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LE FOND

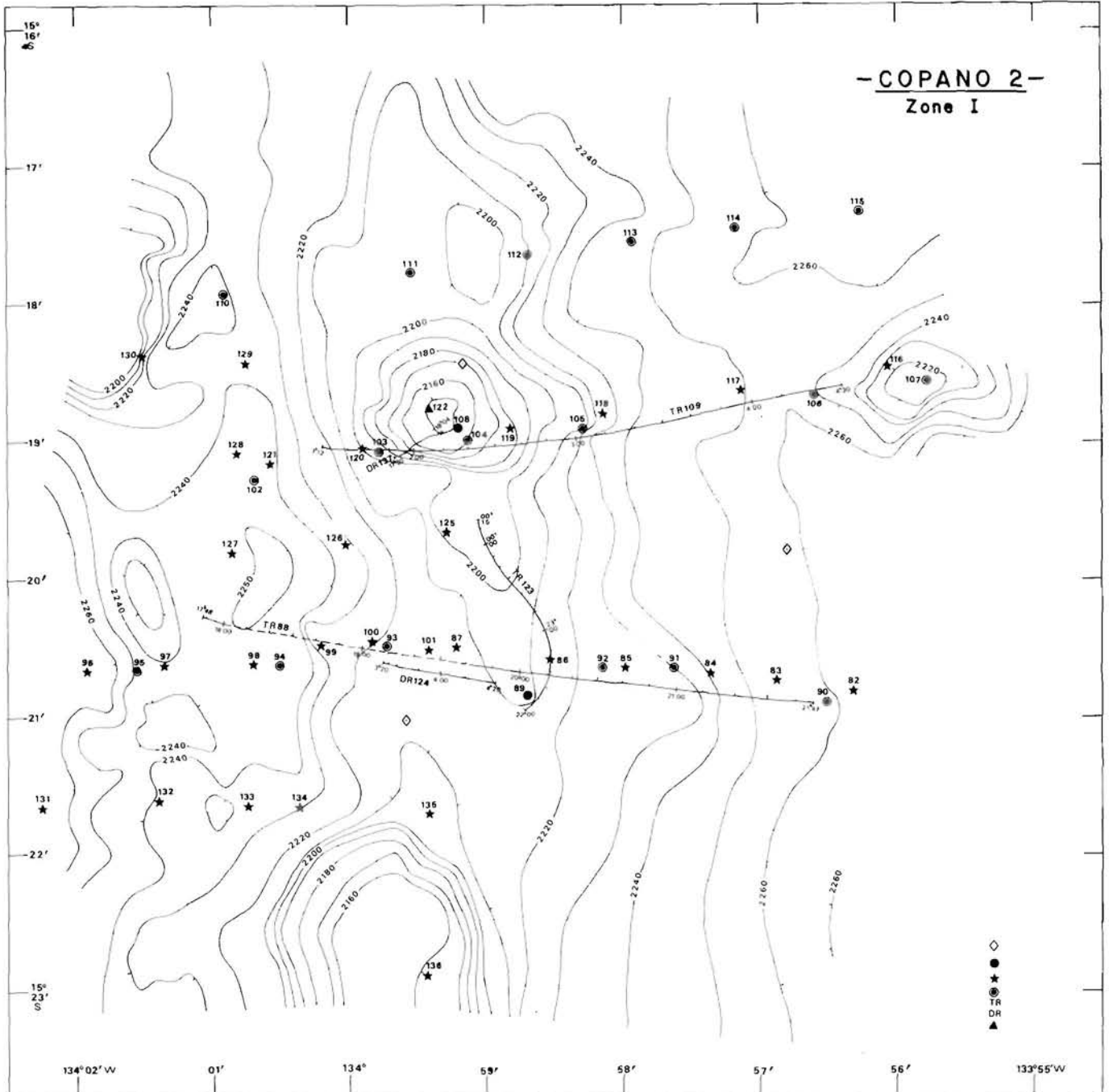


FIGURE 75. : Carte générale des opérations menées sur le site I.

Losange : balise sur le fond; cercle plein : carottage Küllenberg; étoile : prélèvement de nodules; point encerclé : carottage boomerang; TR : troïka; DR : dragage; triangle : prélèvement de plancton.

Deep operations on site I.

Diamond : transponder on the sea-floor; solid circle : Küllenberg corer (KL); star : nodule sample position (PL); circled solid circles : boomerang corer (BL); TR : troïka; DR : rock dredge; triangle : plankton net (PA).

III. DESCRIPTION DES SÉDIMENTS

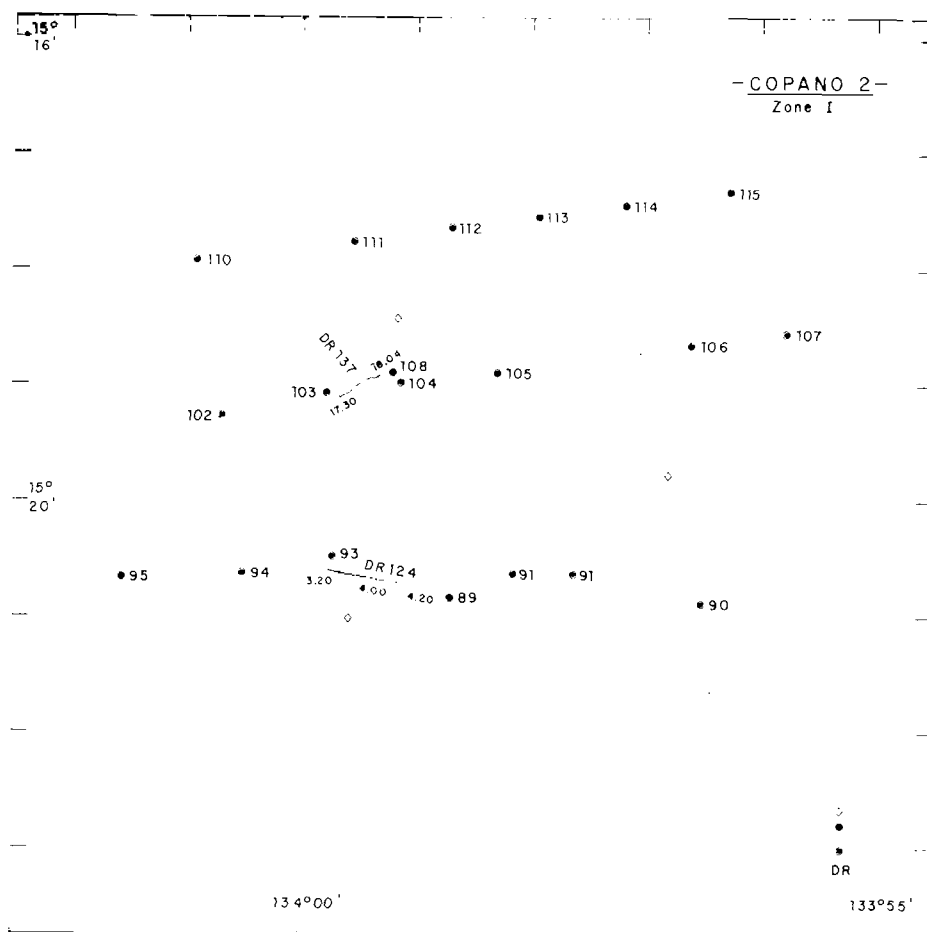


FIGURE 76 : Position des carottages et des dragages.
 Cercle plein: carottage Küllenberg; point encerclé: carottage boomerang; DR: dragage.
 Location of cores and dredgings.
 Solid circles: Küllenberg corer; circled solid circles: boomerang corer; DR: dredging.

TABLEAU 36 : POSITION ET PROFONDEUR DES PRÉLÈVEMENTS SÉDIMENTAIRES
Site H : position and depth of the cores

PRÉLÈVEMENTS	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (sud)	LONGITUDE (ouest)
KL 89	4.038	15° 20' 50"	133° 58' 42"
BL 90	4.132	15° 20' 55"	133° 56' 31"
BL 91	4.071	15° 20' 39"	133° 57' 38"
BL 92	4.071	15° 20' 39"	133° 58' 09"
BL 93	4.066	15° 20' 29"	133° 59' 43"
BL 94	4.106	15° 20' 37"	134° 00' 29"
BL 95	4.123	15° 20' 39"	134° 01' 33"
BL 102	4.108	15° 19' 16"	134° 00' 40"
BL 103	4.024	15° 19' 04"	133° 59' 46"
BL 104	3.951	15° 19' 00"	133° 59' 07"
BL 105	4.038	15° 18' 55"	133° 58' 17"
BL 106	4.119	15° 18' 41"	133° 56' 36"
BL 107	4.046	15° 18' 35"	133° 55' 46"
KL 108	4.003	15° 18' 54"	133° 59' 12"
BL 110	4.102	15° 17' 55"	134° 00' 55"
BL 111	4.071	15° 17' 46"	133° 59' 33"
BL 112	4.035	15° 17' 39"	133° 58' 41"
BL 113	4.108	15° 17' 34"	133° 57' 55"
BL 114	4.130	15° 17' 28"	133° 57' 09"
BL 115	4.141	15° 17' 21"	133° 56' 15"

A. DESCRIPTION DES CAROTTAGES

CAROTTE KL.89 position : 15° 20' 50" S profondeur : 2.208 br (4.038 m)
133° 58' 42" W longueur : 800 cm

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

La carotte est constituée sur toute sa longueur par une vase homogène fine. En surface le sédiment est brun foncé (7,5 YR 3/2) puis jusqu'à 300 cm brun clair (10 YR 5/4) avec des passées de sédiment un peu plus foncé (10 YR 4/4). Vers 300 cm se fait un passage progressif à une vase brun clair (10 YR 6/6).

- Description des frottis (tab. 37) :

TABLEAU 37 : DESCRIPTION DES FROTTIS
Description of smear slides (KL.89)

	0 cm	150 cm	300 cm	460 cm	610 cm	760 cm	800 cm
Foraminifères	20	—	—	—	—	—	—
Coccolithes	20	20	20	15	20	20	20
Discoasters	t	70	60	70	70	70	70
Org. siliceux	t	—	—	—	t (?)	—	—
Phillipsite	10	—	t (?)	t (?)	t (?)	t (?)	t (?)
Oxyhydroxydes Fe-Mn	15	t	10	5	t	t	t
Verres volc.	t	—	—	—	t	—	—
Argiles	35	10	10	10	10	10	10

t : traces — : absent

De 0 à 15 cm le sédiment est une vase à organismes calcaires, argiles avec des oxyhydroxydes et de la phillipsite. De 15 cm à la base de la carotte il s'agit d'un sédiment de discoasters avec des coccolithes et des argiles.

- Teneur en CaCO₃

Le sédiment de surface a une teneur en CaCO₃ de 43%. De 20 cm à la base de la carotte, cette teneur est très constante et proche de 70%.

- Teneur en eau

La teneur en eau est de 148% pour le sédiment de surface, puis très constante et faible dans le reste de la carotte : entre 44 et 65%.

B. Biostratigraphie

Le nannoplancton

- 0 - 15 cm : Quaternaire supérieur

- 15 - 780 cm : l'ensemble du sédiment peut être daté Oligocène supérieur-Miocène inférieur (base de la zone CN.1). Les mêmes espèces s'y retrouvent : *D. gr. deflandrei*, *D. adamanteus*, *D. gr. trinidadensis*, *D. dilatatus* HAY, *Coronocyclus serratus*, *Sphenolithus pacificus*, *S. predistentus*... Toutefois, cette flore n'est vraiment abondante et assez bien conservée qu'entre 89 cm et la base de la carotte.

CAROTTE KL.108 position : 15° 18' 54" S profondeur : 2.189 br (4.003 m)
133° 59' 12" W longueur : 40 cm

La carotte KL.108, longue de 40 cm, a été prélevée dans la partie la plus élevée du site I, au sommet d'une élévation d'orientation générale N-S, située dans la partie centrale du site (fig. 75).

I. L'échantillonnage

La carotte KL.108 est très courte car l'enfoncement a été stoppé dans un niveau dur de basalte.

Les 40 cm de sédiment sont en fait constitués par un sable fortement lavé durant la remontée du tube carottier. Lors de l'ouverture de la carotte, une partie du matériel sableux a été recueilli dans un seau. Ce matériel a été tamisé à 63 microns et le refus de tamis (fraction sableuse) placé dans un sachet à part.

II. Description du matériel prélevé

- *Le sédiment meuble* est un sable constitué par des fragments dont la taille va depuis le millimètre jusqu'à 3 cm environ. Il s'agit de fragments de verres volcaniques noirs, de fragments de basalte noir, de fragments de matériel volcano-sédimentaire induré de couleur beige à brun. De petites particules allongées et ovoïdes de 1 à 2 mm de long et 0,1 à 0,2 mm de diamètre, de couleur jaune sont disséminées dans ce matériel.

- *La base de la carotte* (32 à 40 cm environ) est constituée par 3 fragments de basalte vacuolaire présentant une direction préférentielle et fortement altérés. L'un des fragments de basalte est recouvert à sa partie supérieure et inférieure par un sédiment brun induré dans lequel un frottis a pu être réalisé.

- *Description du frottis (KL.108 - 40 cm)*

Foraminifères	30	Phillipsite	20
Coccolithes	30	Oxyhydroxydes Fe-Mn	5
Discoasters	t	Verre volcanique	t
Org. siliceux	t	Argiles	15

- *Observation d'une lame mince*

L'échantillon KL.108 est un basalte vitreux très vacuolaire à phénocristaux squelettiques d'olivine magnésienne. Les plus grandes cavités, ovoïdes, sont de diamètre centimétrique et sont tapissées de zéolites. La texture de l'échantillon montre une évolution d'un type fréquemment observé dans les pillow-lavas, depuis une périphérie vitreuse vers un cœur contenant des cristallites d'olivine, plagioclase et clinopyroxène, par l'intermédiaire de zones à texture sphérolithique. Cet échantillon correspond à un basalte de type tholéiite océanique brutalement refroidi au contact de l'eau de mer; la grande dimension des vacuoles est résolument anormale dans l'hypothèse où le basalte se serait mis en place sous plusieurs milliers de mètres d'eau.

III. Données biostratigraphiques

Le nanoplancton piégé entre les éléments sableux est très rare et mal conservé: il est d'âge quaternaire et tertiaire.

B. DESCRIPTION DES SÉDIMENTS PRÉLEVÉS PAR LES CAROTTIERS BENTHOS

CAROTTE BL.90	position : 15° 20' 55" S 133° 56' 31" W	profondeur : 2.259 br (4.132 m) longueur : 103 cm
----------------------	--	--

A. Sédimentologie

- *Texture et couleur*

Toute la carotte est constituée par une vase fine homogène brune (5 YR 2/2).

- *Description des frottis* (tab. 38)

Le sédiment de surface est une vase argileuse contenant des débris de foraminifères et des coccolithes. Le sédiment de base est une vase argileuse.

- *Teneur en eau et teneur en CaCO₃*

Sédiment de surface : CaCO₃ : 38% , teneur en eau : 186%
Sédiment à 103 cm : CaCO₃ : 0% , teneur en eau : 157%

B. Biostratigraphie

Le nanoplancton

- 0 à 20 cm: Quaternaire supérieur, pauvre à très pauvre, et très dissous; la pollution oligocène supérieur est sporadique et se manifeste sous la forme de quelques exemplaires de *Cyclicargolithus floridanus* et *Discoaster gr. deflandrei*.
- 20 à 103 cm: pas de nanoflore.

TABLEAU 38 : DESCRIPTION DES FROTTIS : PRÉLEVEURS BENTHOS (SITE I)
Description of smear slides : boomerang cores (BL)

BL	Foraminifères	Coccolithes	Discoasters	Org. siliceux	Zéolites	Oxy-hydroxydes Fe-Mn	Verre volcanique	Argiles
BL.90 - 0 cm	5 (f)	15	t	—	20	15	t	45
BL.90 - 103 cm	—	t	—	—	10	20	t	70
BL.91 - 0 cm	5 (f)	20	t	t	10	10	t	55
BL.91 - 100 cm	—	t	—	—	15	15	t	70
BL.92 - 0 cm	10 (f)	20	t	t	10	10	t	50
BL.92 - 97 cm	—	30	55	—	t	5	t (?)	10 (?)
BL.93 - 0 cm	10 (f)	20	t	t	15	20	t	35
BL.93 - 90 cm	—	20	65	—	?	5	t	10
BL.94 - 0 cm	5 (f)	15	t	t	15	20	t	45
BL.94 - 104 cm	—	t	—	—	20	15	t	65
BL.95 - 0 cm	10 (f)	20	t	t	15	15	t	40
BL.95 - 95 cm	—	t	—	—	15	20	t	65
BL.105 - 0 cm	5 (f)	15	t	t	10	15	t	55
BL.105 - 90 cm	—	t	—	—	5	15	t	80
BL.110 - 0 cm	5 (f)	10	t	—	5	10	t	70
BL.110 - 27 cm	—	t	—	—	10	15	t	75
BL.111 - 0 cm	20	10	10	—	10	15	t	35
BL.111 - 53 cm	—	30	60	—	—	5	—	10 (?)
BL.113 - 0 cm	15	10	t	—	15	20	t	40
BL.113 - 85 cm	—	t	—	—	15	20	t	65
BL.114 - 0 cm	5	10	t	—	10	10	t	65
BL.114 - 103 cm	—	t	—	—	15	15	t	70

t : traces - — : absent - (f) : fragments

CAROTTE BL.91

position : 15° 20' 39" S
 133° 57' 38" W

profondeur : 2.226 br (4.071 m)
 longueur : 100 cm

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

La carotte est constituée par une vase fine homogène qui passe du brun moyen en surface (7,5 YR 3/2) à un brun plus foncé (5 YR 2/2) à partir de 20 cm. Trois petits nodules arrondis de 15 mm environ de diamètre sont disposés à la surface.

- Description des frottis (tab. 38)

Le sédiment de surface est une vase d'argiles à organismes calcaires avec zéolites et oxyhydroxydes Fe-Mn. A partir de 20 cm, il s'agit d'une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites.

- Teneur en eau et teneur en CaCO₃

Sédiment de surface : CaCO₃ : 49% , teneur en eau : 167%
 Sédiment à 160 cm : CaCO₃ : 0% , teneur en eau : 158%

B. Biostratigraphie

Le nannoplancton

- 0 à 20 cm : Quaternaire supérieur, riche et bien conservé entre 0 et 10 cm, pauvre et très dissous entre 10 et 20 cm.
- 20 à 96 cm : pas de nannoflore.

CAROTTE BL.92position : 15° 20' 39" S
133° 58' 09" Wprofondeur : 2.226 br (4.071 m)
longueur : 97 cm

A. Sédimentologie*- Texture et couleur*

La carotte est constituée par une vase homogène fine brun foncé (5 YR 2/2) de 0 à 70 cm puis brun clair (7,5 YR 4/4) de 70 à 97 cm. En surface sont disposés quelques petits nodules identiques à ceux de BL.91. Le passage de la vase brun foncé à brun clair est flou et perturbé.

- Description des frottis (tab. 38)

Le sédiment de surface est une vase argileuse avec organismes calcaires, zéolites et oxyhydroxydes. Le sédiment de base est une vase de discoasters à coccolithes avec argiles.

- Teneur en eau et teneur en CaCO₃

Sédiment de surface : CaCO₃ : 51% , teneur en eau : 146%
Sédiment à 97 cm : teneur en eau : 87%

B. Biostratigraphie

Cette carotte fait pendant à BL.93. Elle offre des successions sédimentologiques et micropaléontologiques très proches. Seule différence: la vase beige de la partie basale de la coupe (70-97 cm) peut être datée, ici, de l'Oligocène supérieur-Miocène inférieur (association identique à celle de la base de KL.89).

CAROTTE BL.93position : 15° 20' 29" S
133° 59' 43" Wprofondeur : 2.223 br (4.066 m)
longueur : 90 cm

A. Sédimentologie*- Texture et couleur*

La carotte est constituée par une vase homogène fine brune (7,5 YR 3/2) de 0 à 55 cm environ, puis brun clair (7,5 YR 4/4) jusqu'à 90 cm.

- Description des frottis (tab. 38)

Le sédiment de surface est une vase argileuse à organismes calcaires avec zéolites et oxyhydroxydes. Le sédiment de base est une vase de discoasters avec coccolithes puis argiles.

- Teneur en eau et teneur en CaCO₃

Sédiment de surface : CaCO₃ : 49% , teneur en eau : 186%
Sédiment à 90 cm : teneur en eau : 90%

B. Biostratigraphie*Le nannoplancton*

- 0 à 10 cm: Quaternaire supérieur à nannoflore très abondante, sans dissolution apparente et sans pollution.
 - 10 à 45 cm: les éléments quaternaires sont rares et très dissous; ils sont mêlés à des discoasters du Miocène moyen, identiques à ceux des couches sous-jacentes.
 - 43 à 83 cm: très jolie flore, très abondante, de la zone CN.5 (Miocène moyen) avec peu de formes rondes/ovales et une majorité de discoasters (*D. gr. deflandrei*, *D. trinidadensis*, *D. variabilis pansus...*) et *Craspedolithus rotundus...*
-

CAROTTE BL.94position : 15° 20' 37" S
134° 00' 29" Wprofondeur : 2.245 br (4.106 m)
longueur : 104 cm

A. Sédimentologie*1. Texture et couleur*

Toute la carotte est constituée par une vase homogène fine brune (5 YR 2/2). Quelques petits nodules identiques à ceux de BL.91 et BL.92 sont disposés à la surface du sédiment.

- Description des frottis (tab. 38)

Le sédiment de surface est une vase argileuse avec organismes calcaires, zéolites, oxyhydroxydes. Le sédiment de base est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites.

- Teneur en eau et teneur en CaCO_3

Sédiment de surface : CaCO_3 : 48% , teneur en eau : 190%
Sédiment à 104 cm : teneur en eau : 152%

B. Biostratigraphie

Elle présente le même schéma que BL.95, tant pour l'aspect du sédiment que pour la nannoflore. Le passage entre le Quaternaire supérieur et l'argile inorganique se place vers 17 cm.

CAROTTE BL.95

position : 15° 20' 39" S
134° 01' 33" W

profondeur : 2.254 br (4.123 m)
longueur : 95 cm

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

La carotte est constituée par une vase fine homogène qui passe du brun moyen (7,5 YR 3/2) en surface à un brun plus foncé (5 YR 2/2) à la base. Quelques petits nodules sont disposés à la surface du sédiment.

- Description des frottis (tab. 38)

Le sédiment de surface est une vase argileuse à organismes calcaires avec oxyhydroxydes et zéolites. Le sédiment de base est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites.

- Teneur en eau et teneur en CaCO_3

Sédiment de surface : CaCO_3 : 53% , teneur en eau : 182%
Sédiment à 95 cm : teneur en eau : 154%

B. Biostratigraphie

Le nannoplancton

- 0 à 17 cm : Quaternaire supérieur riche et un peu dissous. Il s'y ajoute entre autre quelques *D. dilatatus* HAY, *D. trinidadensis* et *D. variabilis* (CN.5: Miocène moyen).
- 17 à 93 cm : pas de nannoflore.

CAROTTE BL.105

position : 15° 18' 55" S
133° 58' 17" W

profondeur : 2.208 br (4.038 m)
longueur : 90 cm

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

La carotte est constituée tout du long par une vase homogène fine brune (5 YR 3/2).

- Description des frottis (tab. 38)

Le sédiment de surface est une vase d'argiles avec organismes calcaires, oxyhydroxydes, zéolites. Le sédiment de base est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et traces de zéolites.

- Teneur en eau et teneur en CaCO_3

Sédiment de surface : CaCO_3 : 59% , teneur en eau : 162%
Sédiment à 90 cm : teneur en eau : 186%

B. Biostratigraphie

Le nannoplancton

- 0 à 12 cm : Quaternaire supérieur. La flore est abondante et bien conservée. Quelques très rares discoasters attestent d'une faible pollution tertiaire.

- 12 à 62 cm : sédiment presque totalement inorganique. Toutefois, quelques *Gephyrocapsa* permettent de le placer dans le Quaternaire.
- 62 à 90 cm : pas de nannoflore.

CAROTTE BL.110	position : 15° 17' 55" S 134° 00' 55" W	profondeur : 2.243 br (4.102 m) longueur : 27 cm
-----------------------	--	---

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

La carotte est constituée par une vase homogène fine brun foncé (7,5 YR 3/2) en surface qui passe progressivement vers 10 cm au brun foncé (5 YR 2/2). Quelques petits nodules sont disposés en surface de la colonne sédimentaire.

- Description des frottis (tab. 38)

Le sédiment de surface est une vase d'argiles avec organismes calcaires, oxyhydroxydes et traces de zéolites.

- Teneur en eau

Sédiment de surface :	teneur en eau : 83%
Sédiment à 27 cm :	teneur en eau : 168%

B. Biostratigraphie

Le nannoplancton

- 0 à 15 cm : nannoflore du Quaternaire supérieur diversifiée, assez abondante et moyennement dissoute (*Gephyrocapsa* gr. *oceanica*, *G. omega*, *G. protohuxleyi*, *G. gr. caribbeanica*, *Ceratolithus cristatus*, *Cyclococcolithus leptoporus* div. var., *Rhabdosphaera clavigera*, *Thoracosphaera* sp., *Umbilicosphaera mirabilis*). Cette association se retrouvera dans tous les sommets de carottes de l'aire I; seuls, l'état de conservation, les variations relatives des différentes espèces, et d'éventuelles pollutions tertiaires apporteront quelques variantes.
- 15 à 24 cm : pas de nannoflore.

CAROTTE BL.111	position : 15° 17' 46" S 133° 59' 33" W	profondeur : 2.226 br (4.071 m) longueur : 53 cm
-----------------------	--	---

A. Sédimentologie

- Texture et couleur

De 0 à 25 cm, la carotte est constituée par une vase homogène fine brune (5 YR 3/3); (de 0 à 3 cm des foraminifères sont visibles à l'œil nu). De 25 à 53 cm, la vase est homogène et brun clair (10 YR 5/6).

- Description des frottis (tab. 41)

Le sédiment de surface est une vase à organismes calcaires, argiles avec des oxyhydroxydes et des zéolites. La richesse en discoasters doit indiquer un remaniement sédimentaire important. Le sédiment de base est une vase de discoasters à coccolithes.

- Teneur en eau et teneur en CaCO₃

Sédiment de surface :	CaCO ₃ : 64%	teneur en eau : 150%
Sédiment à 53 cm :		teneur en eau : 60%

B. Biostratigraphie

Le nannoplancton

- 0 à 23 cm : quaternaire supérieur fortement pollué par une population miocène très bien conservée, semblable à celle de la base de la carotte.
- 23 à 49 cm : très jolie flore du Miocène moyen (zone CN.5 avec *Craspedolithus rotundus*, *Discoaster exilis*, *D. variabilis*, *D. variabilis pansus*, *D. deflandrei*, *D. trinidadensis*...) et de nombreuses formes rondes/ovales.

CAROTTE BL.113	position : 15° 17' 34" S 133° 57' 55" W	profondeur : 2.246 br (4.108 m) longueur : 85 cm
-----------------------	--	---

A. Sédimentologie

- *Texture et couleur*

La carotte est constituée par une vase homogène fine brun moyen (5 YR 3/3) de 0 à 30 cm, puis progressivement brun foncé (5 YR 2/2).

- *Description des frottis (tab. 38)*

Le sédiment de surface est une vase à argiles, organismes calcaires avec oxyhydroxydes puis zéolites. Le sédiment de base est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes puis zéolites.

- *Teneur en eau et teneur en CaCO₃*

Sédiment de surface : CaCO₃ : 18% , teneur en eau : 107%

B. Biostratigraphie

BL.113 est une des rares carottes du site I à présenter une nannoflore quaternaire pauvre et très dissoute, et cela tout au long de ses 82 cm. Une faible pollution tertiaire y est mélangée: elle est également très mal conservée.

CAROTTE BL.114	position : 15° 17' 28" S 133° 57' 09" W	profondeur : 2.258 br (4.130 m) longueur : 103 cm
-----------------------	--	--

A. Sédimentologie

- *Texture et couleur*

La carotte est constituée par une vase homogène fine brun moyen en surface (5 YR 3/3) qui passe progressivement vers 10 cm au brun foncé (5 YR 2/2).

- *Description des frottis (tab. 38)*

Le sédiment de surface est une vase d'argiles avec organismes calcaires puis oxyhydroxydes et zéolites. Le sédiment de base est une vase d'argiles avec oxyhydroxydes et zéolites.

- *Teneur en eau et teneur en CaCO₃*

Sédiment de surface : CaCO₃ : 36% , teneur en eau : 188%
Sédiment à 103 cm : teneur en eau : 155%

B. Biostratigraphie

Le nannoplancton

- 0 à 8 cm : flore quaternaire supérieur assez dissoute avec quelques coccolithes oligocène supérieur à miocène inférieur (*Sphenolithus ciperoensis*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Discoaster dilatus* HAY...).
- 8 à 15 cm : flore Quaternaire supérieur pauvre et dissoute. La pollution tertiaire est ici du Miocène moyen (avec entre autres: *Discoaster variabilis pansus*...).
- 15 à 95 cm : pas de nannoflore.

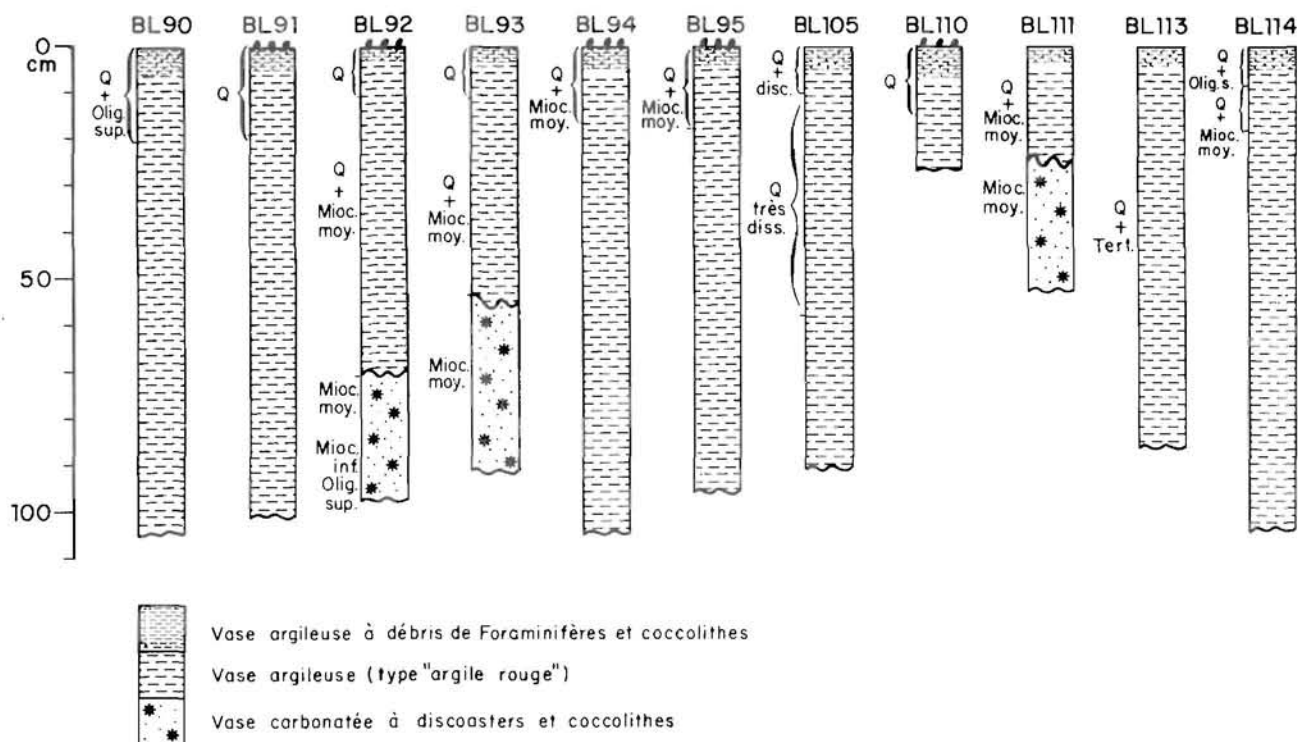


FIGURE 77.: Description sommaire des carottes.
 Summary of the boomerang cores.
 - forams and coccolithes bearing pelagic mud.
 - red clay.
 - discoasters bearing nanno-ooze.

C. DESCRIPTION DES SÉDIMENTS ISSUS DES PRÉLEVEURS LIBRES

PRÉLEVEUR PL.82 position : 15° 20' 49" S profondeur : 2.265 br (4.143 m)
 133° 56' 20" W

- vase fine homogène brun foncé (5 YR 2/2).
- frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
- teneur en eau : 138%.
- teneur en CaCO₃ : 36,5%.
- composition chimique (tab. 40.)
- aspect du fond d'après la photographie : vase homogène.

PRÉLEVEUR PL.83 position : 15° 20' 45" S profondeur : 2.258 br (4.130 m)
 133° 56' 53" W

- vase fine homogène brun foncé (5 YR 2/2).
- frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
- teneur en eau : 110%.
- teneur en CaCO₃ : 43,5%.
- composition chimique : (tab. 40)

PRÉLEVEUR PL.84 position : 15° 20' 41" S profondeur : 2.242 br (4.101 m)
 133° 57' 22" W

- vase fine homogène brun foncé (5 YR 3/2).
- frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
- teneur en eau : 150%.
- teneur en CaCO₃ : 44%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : vase homogène.

PRÉLEVEUR PL.85 position : 15° 20' 39" S profondeur : 2.227 br (4.073 m)
133° 57' 59" W

- vase fine homogène brune (10 YR 3/4) avec des foraminifères visibles à l'œil nu.
 - frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
 - teneur en eau : 144%.
 - teneur en CaCO₃ : 63%.
 - composition chimique : (tab. 40)
-

PRÉLEVEUR PL.86 position : 15° 20' 35" S profondeur : 2.213 br (4.048 m)
133° 58' 32" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/3).
 - frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
 - teneur en eau : 157%.
 - teneur en CaCO₃ : 50%.
 - composition chimique : (tab. 40)
-

PRÉLEVEUR PL.87 position : 15° 20' 29" S profondeur : 2.214 br (4.049 m)
133° 59' 13" W

- vase fine homogène brune (7,5 YR 3/2).
 - frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
 - teneur en eau : 120%.
 - teneur en CaCO₃ : 53%.
 - composition chimique : (tab. 40)
 - aspect du fond d'après la photographie : vase homogène.
-

PRÉLEVEUR PL.96 position : 15° 20' 39" S profondeur : 2.267 br (4.146 m)
134° 01' 55" W

- vase fine homogène brun foncé (5 YR 2/2).
 - frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
 - teneur en eau : 153%.
 - teneur en CaCO₃ : 40,5%.
 - composition chimique : (tab. 40)
 - aspect du fond d'après la photographie : vase à petits nodules à aspect envasé.
-

PRÉLEVEUR PL.97 position : 15° 20' 37" S profondeur : 2.239 br (4.095 m)
134° 01' 21" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/2).
 - frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
 - teneur en eau : 151%.
 - teneur en CaCO₃ : 52%.
 - composition chimique : (tab. 40)
 - aspect du fond d'après la photographie : vase associée à des plaques à aspect polygonal, non jointives (taille de quelques cm) semblant recouvertes d'une fine pellicule de sédiment meuble ainsi qu'à quelques petits nodules centimétriques.
-

PRÉLEVEUR PL.98 position : 15° 20' 36" S profondeur : 2.249 br (4.113 m)
134° 00' 40" W

- vase fine homogène brune (5 YR 2/2).
- frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
- teneur en eau : 195%.
- teneur en CaCO₃ : 42,5%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : quelques petits nodules paraissant recouverts d'une pellicule de sédiment.

PRÉLEVEUR PL.99 position : 15° 20' 28" S profondeur : 2.233 br (4.084 m)
134° 00' 12" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/2).
- frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
- teneur en eau : 177%.
- teneur en CaCO₃ : 58,5%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : nombreux fragments anguleux de différentes tailles (jusqu'à une dizaine de cm) et ne semblant pas recouverts de sédiment.

PRÉLEVEUR PL.100 position : 15° 20' 27" S profondeur : 2.223 br (4.066 m)
133° 59' 50" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/3).
- frottis (tab. 39) : vase argilocalcaire à zéolites et oxyhydroxydes.
- teneur en eau : 195%.
- teneur en CaCO₃ : 61%.
- composition chimique : (tab. 40)

PRÉLEVEUR PL.101 position : 15° 20' 31" S profondeur : 2.215 br (4.051 m)
133° 59' 24" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/2).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 106%.
- teneur en CaCO₃ : 58,5%.
- composition chimique : (tab. 40)

PRÉLEVEUR PL.116 position : 15° 18' 29" S profondeur : 2.230 br (4.079 m)
133° 56' 03" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/2).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 112%.
- teneur en CaCO₃ : 50%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : aspect de roche volcanique recouverte d'un encroûtement Fe-Mn (?). Très peu de sédiment.

PRÉLEVEUR PL.118 position : 15° 18' 49" S profondeur : 2.223 br (4.066 m)
133° 58' 09" W

- vase fine homogène brune (5 YR 2/2).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 159%.
- teneur en CaCO₃ : 47%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : vase à aspect mamelonné qui correspond à des petits nodules recouverts (?).

PRÉLEVEUR PL.119 position : 15° 18' 54" S profondeur : 2.172 br (3.973 m)
133° 58' 49" W

- vase fine homogène brun moyen (10 YR 3/4). Foraminifères visibles à l'œil nu.
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 104%.
- teneur en CaCO₃ : 72,5%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : 1/5 environ de la surface couverte de fragments anguleux de différentes tailles et ne semblant pas dépourvus de sédiment.

PRÉLEVEUR PL.120	position : 15° 19' 03" S 133° 59' 54" W	profondeur : 2.214 br (4.049 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Seule une photographie a été faite à cette station; elle montre de la vase semblant recouvrir quelques petits nodules.

PRÉLEVEUR PL.121	position : 15° 19' 10" S 134° 00' 33" W	profondeur : 2.244 br (4.104 m)
-------------------------	--	---------------------------------

Le préleveur est remonté vide, sans nodule ni sédiment.

PRÉLEVEUR PL.125	position : 15° 19' 40" S 133° 59' 17" W	profondeur : 2.204 br (4.027 m)
-------------------------	--	---------------------------------

- vase fine homogène brune (5 YR 3/3).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 120%.
- teneur en CaCO₃ : 63,5%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : environ la moitié de la surface est recouverte de fragments anguleux de différentes tailles et partiellement recouverts de sédiment.

PRÉLEVEUR PL.126	position : 15° 19' 44" S 134° 00' 01" W	profondeur : 2.243 br (4.086 m)
-------------------------	--	---------------------------------

- vase fine homogène brune (10 YR 3/4).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 135%.
- teneur en CaCO₃ : 53%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : même aspect que PL.125.

PRÉLEVEUR PL.127	position : 15° 19' 48" S 134° 00' 51" W	profondeur : 2.243 br (4.102 m)
-------------------------	--	---------------------------------

- vase fine homogène brune (5 YR 3/2).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 125%.
- teneur en CaCO₃ : 46,5%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : vase avec rares petits nodules d'aspect arrondi et partiellement recouverts de sédiments.

PRÉLEVEUR PL.128	position : 15° 19' 05" S 134° 00' 48" W	profondeur : 2.243 br (4.102 m)
-------------------------	--	---------------------------------

- le préleveur est revenu vide.
- d'après la photographie du fond, environ 1/10^e de la surface est constituée de roches volcaniques recouvertes par une fine pellicule sédimentaire.

PRÉLEVEUR PL.129	position : 15° 18' 26" S 134° 00' 44" W	profondeur : 2.236 br (4.090 m)
-------------------------	--	---------------------------------

- vase fine homogène brune (5 YR 3/2).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 137%.
- teneur en CaCO₃ : 59%.
- composition chimique : (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie : surface très irrégulière, nombreux petits nodules ou encroûtements partiellement recouverts de sédiment.

PRÉLEVEUR PL.130 position : 15° 18' 21" S profondeur : 2.200 br (4.024 m)
134° 01' 29" W

- vase fine homogène brune (10 YR 3/4).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 104%.
- teneur en CaCO₃ : 71,5%.
- composition chimique: (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie: environ 4/5 de la surface est représentée par des roches volcaniques semblant recouvertes d'une croûte de Fe-Mn (analogie avec la photographie PL.116).

PRÉLEVEUR PL.131 position : 15° 21' 39" S profondeur : 2.263 br (4.139 m)
134° 02' 15" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/2).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 155%.
- teneur en CaCO₃ : 53%.
- composition chimique: (tab. 40)

PRÉLEVEUR PL.133 position : 15° 21' 38" S profondeur : 2.236 br (4.090 m)
134° 00' 45" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/3) avec foraminifères visibles à l'œil nu.
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 163%.
- teneur en CaCO₃ : 47,5%.
- composition chimique: (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie: vase avec quelques petits nodules partiellement recouverts de sédiment.

PRÉLEVEUR PL.134 position : 15° 21' 40" S profondeur : 2.230 br (4.079 m)
134° 00' 22" W

- pas de sédiment prélevé.
- aspect du fond d'après la photographie: environ 9/10 de la surface représente des roches volcaniques qui semblent recouvertes d'un encroûtement de Fe-Mn. Le sédiment est très rare.

PRÉLEVEUR PL.135 position : 15° 21' 42" S profondeur : 2.208 br (4.038 m)
133° 59' 26" W

- vase fine homogène brune (5 YR 3/3).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 129%.
- teneur en CaCO₃ : 59%.
- composition chimique: (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie: environ 9/10 de la surface est faite d'encroûtements à contours irréguliers de quelques cm et ne semblant pas recouverts de sédiment.

PRÉLEVEUR PL.136 position : 15° 22' 53" S profondeur : 2.170 br (3.969 m)
133° 59' 27" W

- vase fine homogène brune (10 YR 4/3).
- frottis (tab. 39) : sédiment analogue à PL.100.
- teneur en eau : 109%.
- teneur en CaCO₃ : 80%.
- composition chimique: (tab. 40)
- aspect du fond d'après la photographie: environ 8/10 de la surface est faite d'encroûtements à contours irréguliers de taille très variable et ne semblant pas recouverts de sédiment.

TABLEAU 39 : DESCRIPTION DES FROTTIS DES SÉDIMENTS DE SURFACE : PRÉLEVEURS LIBRES (SITE I)
Description of smear slides from free fall grab sediments (PL)

PL	Foraminifères	Coccolithes	Discoasters	Org. siliceux	Zéolites	Oxy-hydroxydes Fe-Mn	Verre volcanique	Argiles
82	5 (f)	20	t	—	20	20	t (+)	35
83	10 (f)	20	t	—	20	20	t	30
84	10 (f)	20	t	—	10	20	t	40
85	15 (f)	25	t	t	10	10	t	40
86	10 (f)	20	t	—	5	15	t	50
87	10 (f)	20	t	—	20	10	t	40
96	5 (f)	10	t	—	15	20	t	50
97	10 (f)	15	t	—	10	10	t	55
98	5 (f)	15	t	—	15	20	t	45
99	5 (f)	20	t	—	10	15	t	40
100	15 (f)	20	t (+)	—	15	10	t (+)	40
101	15 (f)	20	t (+)	—	15	15	t	35
116	10 (f)	20	t (+)	—	10	15	t	45
118	5 (f)	10	t	—	15	10	t (+)	60
119	15	25	t	—	10	10	t (+)	40
125	10 (f)	15	t	—	15	15	t	45
126	5 (f)	15	t	—	15	15	t	50
127	5 (f)	15	t	—	15	20	t	45
129	10 (f)	20	t	—	15	20	t	35
130	15	25	t	—	10	15	t	35
131	5 (f)	15	t	—	15	15	t	50
133	15 (f)	25	t	—	15	25	t	20
135	10 (f)	15	t	—	15	15	t	45
136	15 (f)	20	t (+)	—	15	10	t (+)	40

t : traces - — : absent - (f) : fragments

TABLEAU 40 : ANALYSES CHIMIQUES DES SÉDIMENTS DE SURFACE DU SITE I
Surface sediment geochemistry
 (Institut de Géologie, Strasbourg)

ÉLÉMENTS MAJEURS - %	PL.82	PL.83	PL.84	PL.85	PL.86	PL.87	KL.89	HL.90	BL.91	BL.92	BL.93	BL.94	BL.95	PL.96	PL.97	PL.98	PL.99	PL.100	
SiO ₂	24,7	23,1	21,2	11,9	18,1	16,1	16,8	25,2	19,7	19,8	18,6	20,9	18,0	22,7	18,0	22,1	14,2	14,3	
Al ₂ O ₃	7,4	7,0	6,3	3,6	5,3	4,8	4,9	7,5	5,9	6,0	5,6	6,4	5,4	6,9	5,4	6,7	4,3	4,2	
MgO	1,36	1,30	1,34	0,97	1,22	1,08	1,25	1,49	1,32	1,30	1,32	1,41	1,25	1,48	1,19	1,38	1,12	1,03	
CaO	20,3	24,4	24,9	35,3	28,1	29,8	32,6	20,3	27,5	28,5	27,8	26,7	29,9	22,7	29,1	23,4	32,7	34,0	
Fe ₂ O ₃	8,6	8,3	9,2	5,3	7,5	7,2	7,3	8,8	7,7	7,9	8,4	8,1	7,3	9,2	7,1	8,6	6,2	6,6	
Mn ₃ O ₄	2,77	2,65	2,62	1,68	2,25	2,03	1,98	2,92	2,58	2,32	2,38	2,63	2,41	2,85	2,21	2,72	1,96	1,79	
TiO ₂	0,39	0,36	0,33	0,24	0,33	0,27	0,28	0,38	0,35	0,32	0,31	0,35	0,33	0,39	0,32	0,36	0,27	0,24	
BaO	0,24	0,24	0,23	0,24	0,23	0,20	0,19	0,24	0,27	0,23	0,23	0,26	0,29	0,26	0,21	0,25	0,25	0,18	
SrO	0,10	0,12	0,11	0,15	0,12	0,12	0,13	0,09	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,11	0,12	0,11	0,14	0,13	
Na ₂ O	3,22	2,78	2,10	0,53	1,86	1,77	1,54	3,16	2,10	2,08	1,99	2,39	1,82	2,82	1,84	2,61	1,14	1,20	
K ₂ O	0,88	0,73	0,45	0,14	0,31	0,25	0,22	0,84	0,25	0,39	0,27	0,35	0,22	0,60	0,34	0,56	0,18	0,22	
Perte à 1000°C	25,71	27,29	28,66	37,22	31,26	37,22	31,97	32,96	26,84	31,91	31,80	30,80	32,44	27,36	31,68	28,00	35,03	34,07	
Somme	95,75	98,20	97,49	97,23	96,63	95,59	100,12	98,13	99,68	99,69	98,94	100,43	99,57	97,35	97,50	96,80	97,43	97,95	
Perte à 110°C	6,29	5,36	4,92	2,83	4,01	3,74	2,88	4,76	3,80	3,52	3,28	3,59	3,61	5,64	4,05	4,92	3,31	3,08	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,33	3,30	3,36	3,30	3,41	3,35	3,42	3,36	3,33	3,30	3,32	3,26	3,33	3,28	3,33	3,29	3,30	3,40	
Fe ₂ O ₃ /Mn ₃ O ₄	3,10	3,13	3,51	3,15	3,33	3,54	3,68	3,01	2,98	3,40	3,53	3,08	3,03	3,23	3,21	3,16	3,16	3,68	
ÉLÉMENTS EN TRACES (ppm)																			
Sr	8,58	1 000	935	1 316	1 199	1 088	1 127	836	1 098	1 024	957	1 009	1 060	999	1 192	1 033	1 151	1 334	
Ba	2 285	2 166	2 053	2 151	1 882	1 680	1 752	2 174	2 570	2 051	2 080	2 277	2 643	2 170	1 598	2 020	1 654	1 476	
V	124	121	130	75	122	122	93	128	108	102	110	102	98	139	117	144	104	111	
Ni	580	560	531	327	422	381	385	578	476	457	450	512	439	491	400	487	313	306	
Co	203	204	194	143	201	178	153	214	190	177	165	192	190	225	183	205	155	142	
Cr	23	23	27	18	19	15	23	21	20	19	19	21	23	22	16	24	16	16	
Zn	117	110	125	78	125	121	103	121	97	100	113	107	97	142	126	138	94	108	
Cu	383	391	476	292	344	345	285	388	320	371	356	318	312	356	307	378	302	320	
Y	542	502	455	244	440	479	363	527	371	444	498	436	346	559	424	547	296	386	
Zr	171	162	159	99	138	133	122	173	135	133	143	137	129	156	117	137	107	117	
ÉLÉMENTS MAJEURS - %																			
PL.101	BL.105	BL.110	BL.111	BL.113	BL.114	PL.116	BL.118	PL.119	PL.125	PL.126	PL.127	PL.129	PL.130	PL.131	PL.133	PL.135	PL.136		
SiO ₂	16,1	20,2	17,7	13,1	35,6	24,7	18,9	20,2	7,7	12,5	16,5	19,8	15,5	9,6	18,3	18,9	14,5	7,1	
Al ₂ O ₃	5,0	6,0	5,2	4,0	10,1	7,5	5,8	6,1	2,4	3,8	5,0	6,0	4,6	2,9	5,6	5,7	4,4	2,1	
MgO	1,12	1,26	1,21	0,96	2,44	1,42	1,18	1,26	0,68	0,97	1,14	1,25	1,07	0,81	1,24	1,31	1,04	0,68	
CaO	32,7	28,7	29,0	35,5	3,4	20,4	28,1	26,3	40,5	35,5	29,6	26,0	33,0	40,0	29,7	26,7	33,0	45,0	
Fe ₂ O ₃	7,6	7,7	7,0	6,0	16,9	8,2	7,7	7,9	3,6	5,3	6,9	7,9	6,3	4,3	7,5	7,8	6,0	3,5	
Mn ₃ O ₄	2,02	2,47	2,29	1,71	4,52	2,70	2,36	2,38	1,13	1,67	2,19	2,47	2,0	1,34	2,33	3,17	1,87	1,11	
TiO ₂	0,27	0,33	0,31	0,24	0,70	0,36	0,33	0,35	0,17	0,25	0,32	0,34	0,27	0,21	0,35	0,34	0,27	0,16	
BaO	0,20	0,25	0,24	0,19	0,17	0,24	0,24	0,24	0,16	0,21	0,29	0,25	0,23	0,17	0,25	0,27	0,21	0,19	
SrO	0,14	0,13	0,12	0,14	0,04	0,10	0,13	0,12	0,15	0,14	0,14	0,11	0,13	0,15	0,13	0,12	0,13	0,16	
Na ₂ O	1,61	2,14	1,96	1,21	5,17	3,34	2,11	2,28	0,55	1,07	1,40	2,33	1,58	0,80	2,04	2,14	1,39	0,42	
K ₂ O	0,27	0,34	0,28	0,27	2,97	0,78	0,44	0,43	0,12	0,19	0,21	0,47	0,24	0,18	0,30	0,37	0,24	0,10	
Perte à 1000°C	32,27	31,40	32,37	34,68	12,61	26,35	30,24	29,93	39,12	36,08	33,52	28,99	33,20	37,45	31,31	30,08	34,14	39,57	
Somme	99,24	100,60	97,74	98,01	94,61	96,02	97,52	97,40	96,18	97,63	97,17	95,94	98,08	97,94	99,07	96,95	97,12	100,05	
Perte à 110°C	3,55	3,46	4,38	3,39	9,47	6,41	4,38	4,24	1,91	3,08	3,35	4,66	3,91	2,56	4,40	5,21	3,38	1,91	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,22	3,36	3,40	3,29	3,52	3,29	3,25	3,31	3,20	3,29	3,30	3,30	3,36	3,31	3,26	3,31	3,29	3,38	
Fe ₂ O ₃ /Mn ₃ O ₄	3,76	3,11	3,05	3,50	3,73	3,03	3,26	3,31	3,18	3,17	3,15	3,19	3,15	3,20	3,21	2,46	3,20	3,15	
ÉLÉMENTS EN TRACES (ppm)																			
Sr	1 110	956	1 128	1 128	418	816	1 173	985	1 413	1 336	1 184	999	1 263	1 350	1 154	1 122	1 193	1 474	
Ba	1 787	2 111	2 440	1 685	1 161	2 031	1 923	1 850	1 318	1 789	2 527	1 768	1 984	1 469	2 150	2 121	1 654	1 438	
V	122	103	103	86	280	120	121	127	55	89	118	129	106	74	120	129	98	56	
Ni	329	486	446	346	830	548	401	387	198	280	336	338	314	220	373	680	313	117	
Co	152	188	177	135	316	210	170	175	66	138	162	178	152	109	168	214	137	66	
Cr	18	21	11	12	124	24	17	22	6	16	19	20	15	8	19	18	17	10	
Zn	123	104	100	82	227	110	126	137	61	101	122	135	99	75	124	162	104	60	
Cu	332	345	301	295	900	328	403	386	194	268	308	361	314	244	343	524	282	205	
Y	414	459	392	313	411	475	410	445	183	275	346	487	361	219	433	453	356	146	
Zr	123	134	139	103	259	153	147	134	64	97	128	151	115	72	133	147	106	60	

TABLEAU 41 : ANALYSE GÉOCHIMIQUE DE SÉDIMENTS DE SURFACE
Surface sediment geochemistry
 (Imperial College, Londres)

Station	Ca %	Fe %	Mn %	Al %	Cu ppm	Co ppm	Ni ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ti ppm	Mn/Fe
KL.89	21,88	9,68	2,61	5,26	728	289	774	280	132	4 210	0,27
BL.90	12,89	8,36	2,66	5,50	742	286	802	229	111	3 623	0,32
BL.91	20,07	8,98	2,89	5,06	781	318	789	242	95	3 919	0,32
BL.92	19,00	9,54	2,97	5,85	830	323	884	264	96	4 142	0,31
BL.93	19,55	11,22	3,13	5,62	929	350	905	282	97	4 181	0,28
BL.94	16,92	9,06	2,84	5,46	793	321	824	243	107	3 970	0,31
BL.95	19,34	9,98	3,30	5,55	887	365	875	281	95	4 435	0,33
BL.105	19,71	9,37	2,93	5,62	817	337	868	289	105	3 835	0,31
BL.110	20,08	9,84	3,12	5,49	833	362	842	287	103	4 445	0,32
BL.111	24,39	10,37	2,85	5,01	846	352	818	342	114	3 698	0,27

IV. DESCRIPTION DES NODULES

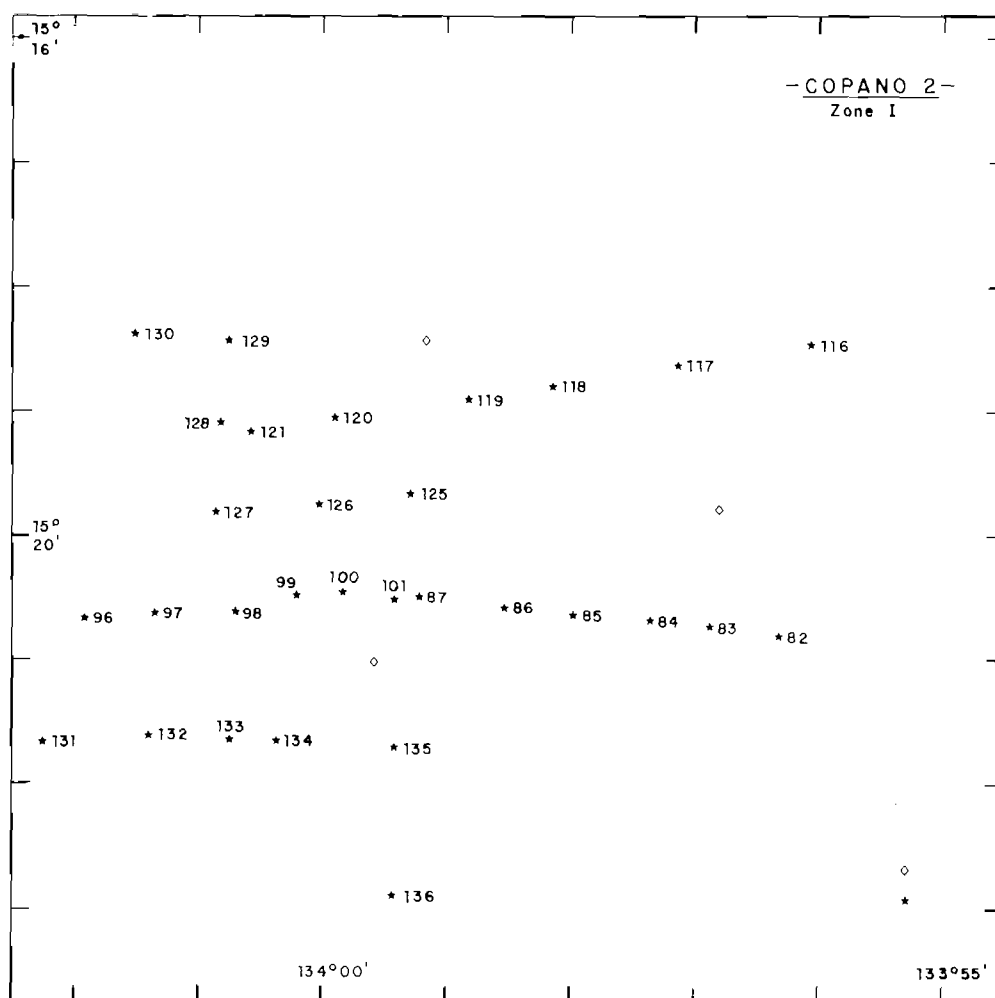


FIGURE 78. : Position des prélèvements de nodules.
 Nodule sample positions.

TABLEAU 42 : POSITION ET PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENTS DE NODULES SUR LE SITE I
Position and depth of the nodule samplings

LOCALITÉ	PL	PROFONDEUR (mètres)	LATITUDE (sud)	LONGITUDE (ouest)
Loc. 1	PL 82	4.143	15° 20' 49"	133° 56' 20"
	PL 83	4.130	15° 20' 45"	133° 56' 53"
	PL 84	4.101	15° 20' 41"	133° 57' 22"
	PL 85	4.073	15° 20' 39"	133° 57' 59"
	PL 86	4.048	15° 20' 35"	133° 58' 32"
	PL 87	4.049	15° 20' 29"	133° 59' 13"
Loc. 2	PL 96	4.146	15° 20' 39"	134° 01' 55"
	PL 97	4.095	15° 20' 37"	134° 01' 21"
	PL 98	4.113	15° 20' 36"	134° 00' 40"
	PL 99	4.084	15° 20' 28"	134° 00' 12"
	PL 100	4.066	15° 20' 27"	133° 59' 50"
	PL 101	4.051	15° 20' 31"	133° 59' 24"
Loc. 3	PL 116	4.079	15° 18' 29"	133° 56' 03"
	PL 117	4.113	15° 18' 39"	133° 57' 09"
	PL 118	4.066	15° 18' 49"	133° 58' 09"
	PL 119	3.973	15° 18' 54"	133° 58' 49"
	PL 120	4.049	15° 19' 03"	133° 59' 54"
	PL 121	4.104	15° 19' 10"	134° 00' 33"
Loc. 4	PL 125	4.027	15° 19' 40"	133° 59' 17"
	PL 126	4.086	15° 19' 44"	134° 00' 01"
	PL 127	4.102	15° 19' 48"	134° 00' 51"
	PL 128	4.102	15° 19' 05"	134° 00' 48"
	PL 129	4.090	15° 18' 26"	134° 00' 44"
	PL 130	4.024	15° 18' 21"	134° 01' 29"
Loc. 5	PL 131	4.139	15° 21' 39"	134° 02' 15"
	PL 132	4.093	15° 21' 36"	134° 01' 24"
	PL 133	4.090	15° 21' 38"	134° 00' 45"
	PL 134	4.078	15° 21' 40"	134° 00' 22"
	PL 135	4.038	15° 21' 42"	133° 59' 26"
	PL 136	3.969	15° 22' 53"	133° 59' 27"

A. DESCRIPTION DES PRÉLÈVEMENTS (tab. 42)

Le premier profil réalisé (PL.82 à PL.87) est orienté E-W dans la partie médiane du site et sur le flanc oriental du col entre les deux structures volcaniques centrales (fig. 78). Sur six lâchers quatre préleveurs sont remontés vides, PL.83 a échantillonné 3 nodules de type régulier et accolé et PL.85, situé au pied du flanc de la ride centrale, a prélevé 195 plaques de petite taille représentant une concentration de 3,2 kg/m² (planche XXVII).

Le second profil de prélèvements de nodules (PL.96 à PL.101) est orienté W-E dans le prolongement du profil précédent c'est-à-dire du bassin ouest vers le col. Sur la ride sédimentaire constituant le col PL.101 n'a rien prélevé et PL.100, deux nodules de type régulier. Au pied de cette ride, à l'approche du bassin occidental, PL.99 a rapporté 148 fragments de stérile c'est-à-dire de fragments volcaniques avec une couche mince d'oxydes de fer et manganèse (planche XXVII). Vers le centre du bassin les nodules apparaissent avec une faible concentration (inférieure à 1 kg/m²) et sous forme de plaques (PL.97) et de nodules réguliers (PL.98 et PL.96).

Le troisième profil est situé au nord du précédent, avec la même orientation E-W et au niveau de la structure volcanique septentrionale. Sur cette série de 6 préleveurs, 2 ont été perdus; et seuls 18 nodules ont été prélevés. Sur les deux reliefs volcaniques (PL.116 et PL.119) on n'a récupéré que deux nodules coalescents. PL.118, situé sur le flanc est de la structure volcanique principale, a prélevé 15 nodules de type régulier dominant. Sur le flanc ouest, PL.121 n'a rapporté qu'un nodule coalescent.

La quatrième série de préleveurs a été larguée dans le quadrant N-W du site pour explorer le bassin occidental. (PL.125 à PL.130) (planche XXVI). PL.125 et PL.126, situés sur le flanc de la structure volcanique septentrionale, ont rapporté respectivement 79 et 145 plaques de petite taille (planche XXIX). PL.130, situé au pied du relief allongé dans le quadrant N-W, a également prélevé des plaques (11 spécimens) sur du basalte. Dans le bassin, les préleveurs PL.127 et PL.129 ont rapporté des nodules de type régulier dominant (planche XXVIII). Le préleveur PL.128 est remonté sans panier mais la photographie associée montre des plaques.

La dernière série de prélèvements a été envoyée sur un profil orienté W-E dans le quart S-W du site et en allant du centre du bassin occidental vers la ride centrale (PL.131 à PL.136) (planche XXVIII). Les quatre prélèvements largués dans le bassin occidental présentent des résultats différents : PL.131 et PL.133 ont rapporté des nodules peu abondants de type régulier ; PL.132 et PL.134, situés à proximité de petits reliefs, n'ont rien prélevé. PL.135, situé sur la ride, a prélevé quelques petits nodules réguliers et PL.136, sur le flanc de la structure volcanique, a échantillonné des plaques.

L'analyse de ces prélèvements couplée avec l'observation des photographies des prélèvements permet de proposer la cartographie du sol sous-marin suivante qui sera affinée à l'aide des profils troïka :

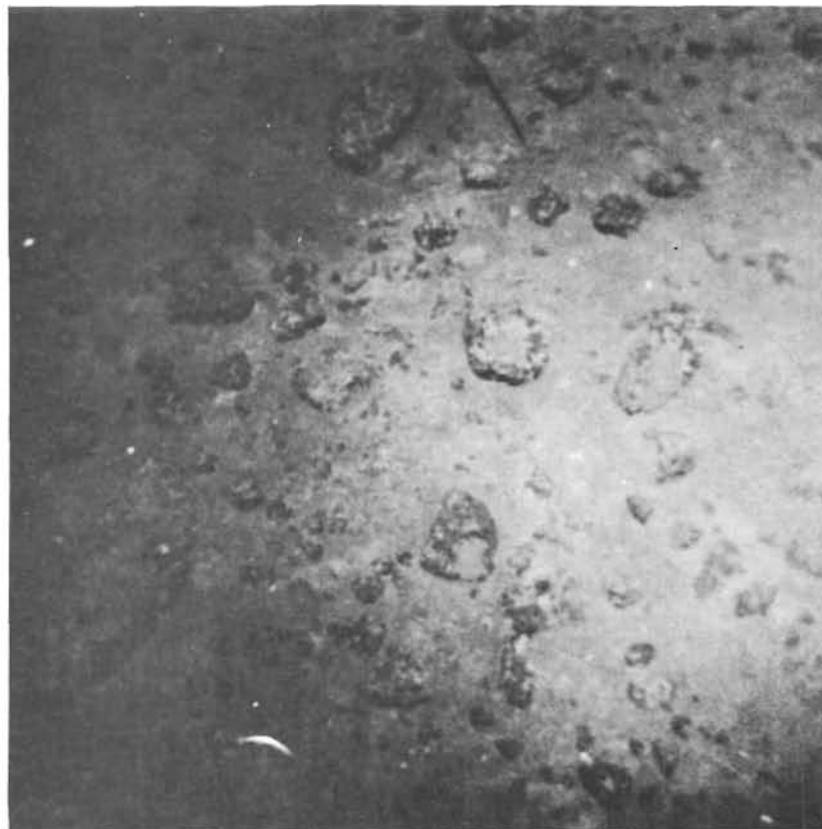
- sur les reliefs volcaniques et sur leurs flancs il y a affleurement de roches basaltiques ;
- au pied des affleurements basaltiques et sur les flancs de la ride sédimentaire centrale on note la présence de dalles et de plaques de nature volcano-sédimentaire ;
- dans le bassin occidental se situent des affleurements basaltiques dans des dépressions allongées de nature vraisemblablement érosive et des nodules réguliers intimement mêlés au sédiment ;
- sur le flanc est, plus sédimenté et à pente moins accentuée, on ne distingue que de la vase et les nodules sont rares ou absents.

TABLEAU 43 : MORPHOLOGIE DES NODULES PAR PRÉLÈVEMENT, EN POURCENTAGE
Nodule morphology in percentage

STATION	ACC.	COAL.	RÉG.	DISC.	STÉR.	PLAQ.	TOTAL NODS.	TOTAL STÉRILE	Concent. kg/m ²
PL.82	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.83	33	—	67	—	—	—	3	0	0,1
PL.84	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.85	—	—	—	—	—	100	195	0	3,2
PL.86	—	—	—	—	100	—	0	4	0
PL.87	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.96	10	8	65	5	—	12	78	0	0,7
PL.97	—	—	—	—	1	99	28	1	0,4
PL.98	4	4	48	22	4	18	26	1	0,5
PL.99	—	—	—	—	100	—	0	148	0
PL.100	—	—	100	—	—	—	2	0	0
PL.101	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.116	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.117	perdu	—	—	—	—	—	—	—	—
PL.118	13	20	60	—	—	7	15	0	0,2
PL.119	—	100	—	—	—	—	2	0	0
PL.120	perdu	—	—	—	—	—	—	—	—
PL.121	—	100	—	—	—	—	1	0	0
PL.125	—	—	—	—	—	100	79	0	2,9
PL.126	—	—	—	—	—	100	145	0	5,8
PL.127	10	5	36	23	—	26	39	0	1
PL.128	—	—	—	—	—	photo	0	0	0
PL.129	10	1	54	4	1	30	127	0	1,6
PL.130	—	—	9	9	—	82	11	0	0,1
PL.131	14	4	76	5	—	1	98	0	1,1
PL.132	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.133	19	—	62	6	—	13	32	0	0,4
PL.134	—	—	—	—	—	—	0	0	0
PL.135	14	—	54	—	22	—	39	11	0,3
PL.136	—	—	16	—	—	84	30	0	0,7



PL 130



PL 125

Planche XXVI : Photographies associées aux prélèvements de nodules. PL.130 : affleurement de basalte avec encroûtement, PL.125 : plaques de tailles variées. Échelle approximative : 1,50 x 1,50 m.
Pictures obtained with camera on free-fall grab.
PL.130: basalt outcrops with encrustations, PL.125: plates and rock fragments. Approximative scale: 1,50 x 1,50 m.

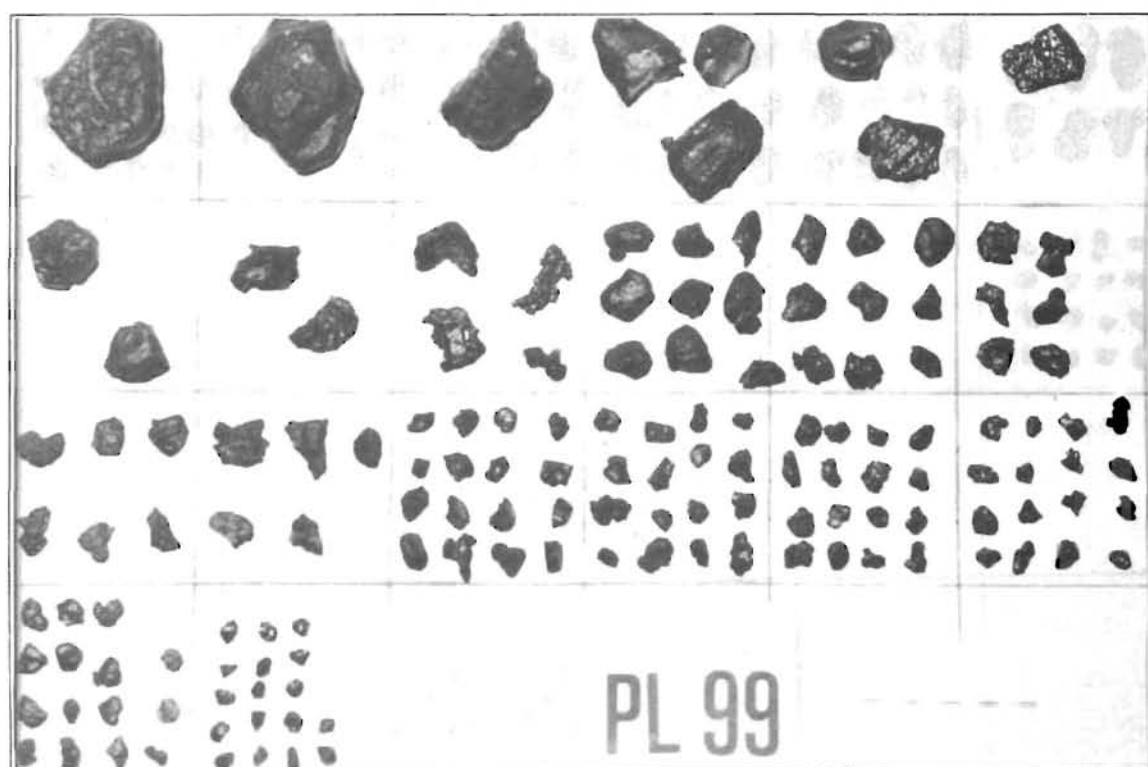


Planche XXVII: Exemples de prélèvements de nodules.
 PL.85: échantillon homogène de plaques à reflet lustré.
 PL.99: échantillon homogène de stériles (fragments de basalte).
Nodule samples.
PL.85: only plates with glossy lustre.
PL.99: only rock fragments with Fe-Mn film.

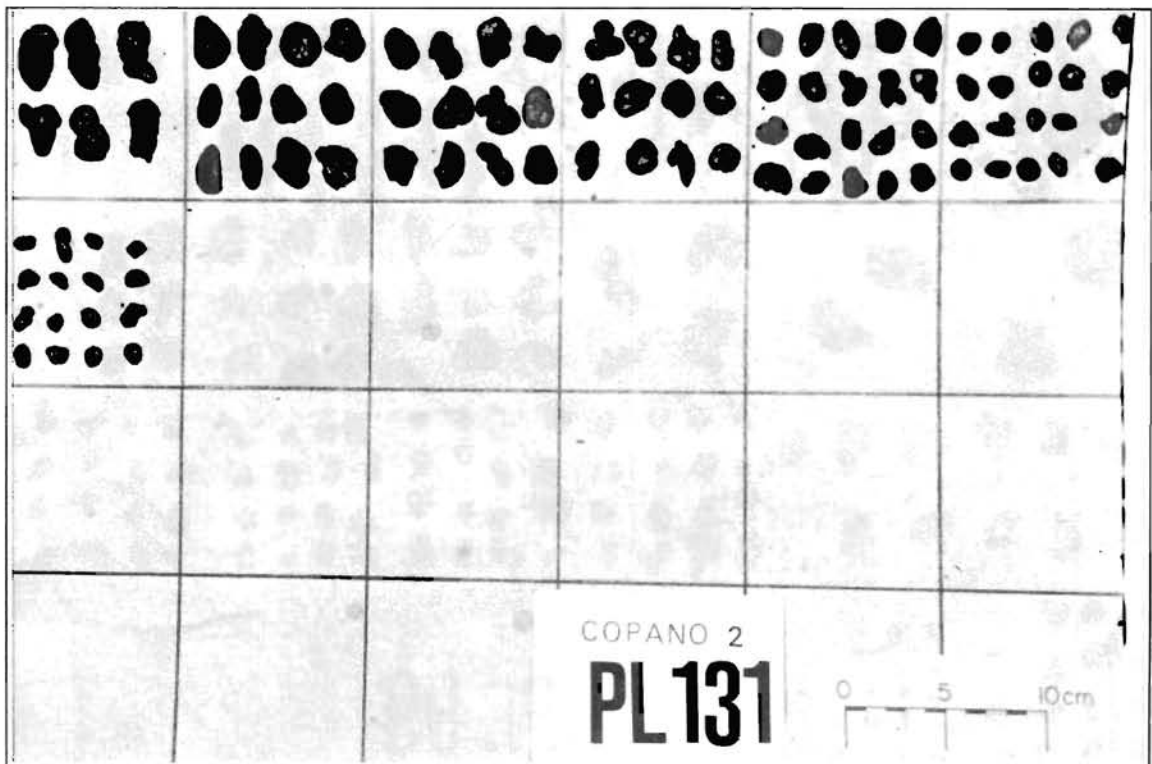
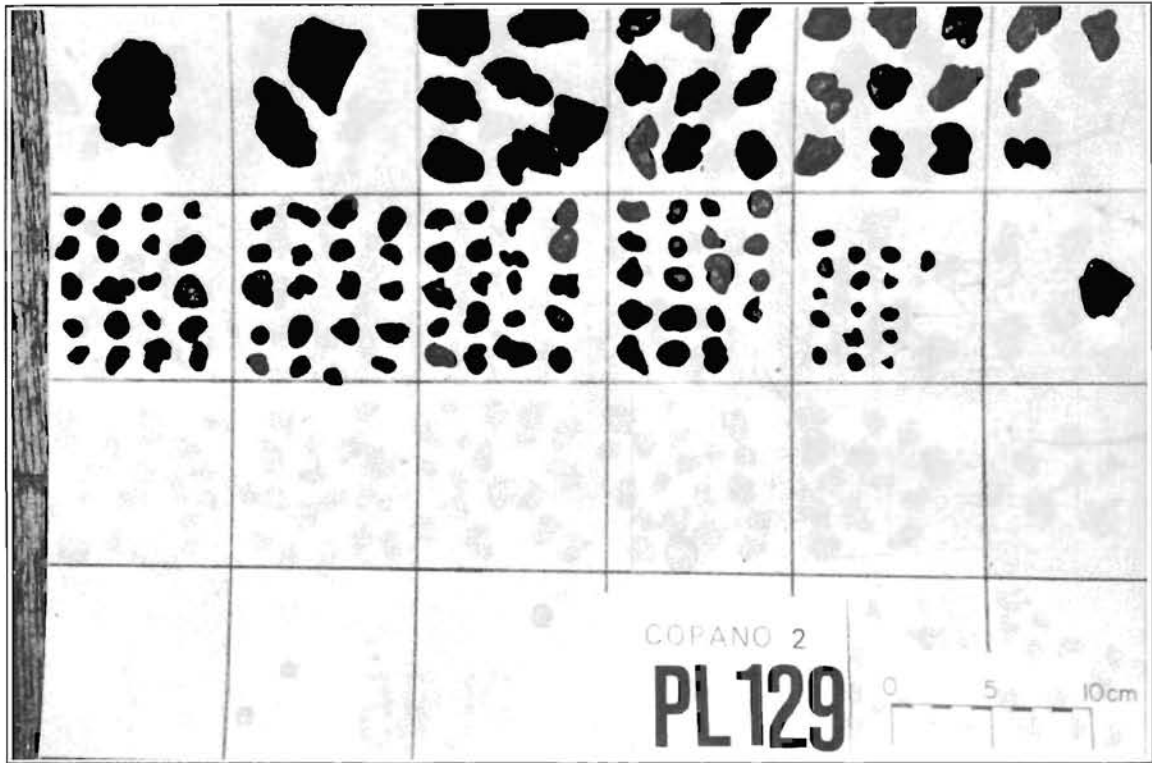


Planche XXVIII: Exemples de prélèvements de nodules.
 PL.129: dominante de nodules réguliers avec des plaques.
 PL.131: dominante de nodules réguliers avec des accolés.
Nodule samples.
 PL.129: *dominant regular nodules with plates.*
 PL.131: *dominant regular nodules with attached nodules.*

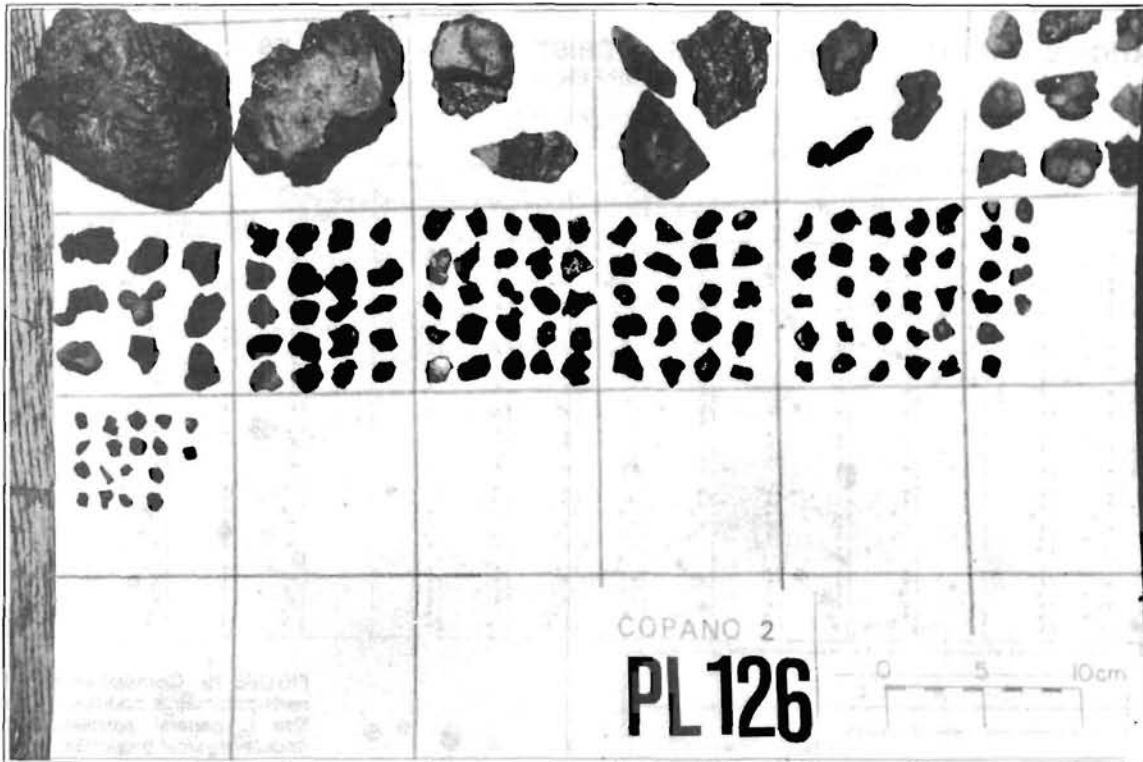


Planche XXIX: Site I.

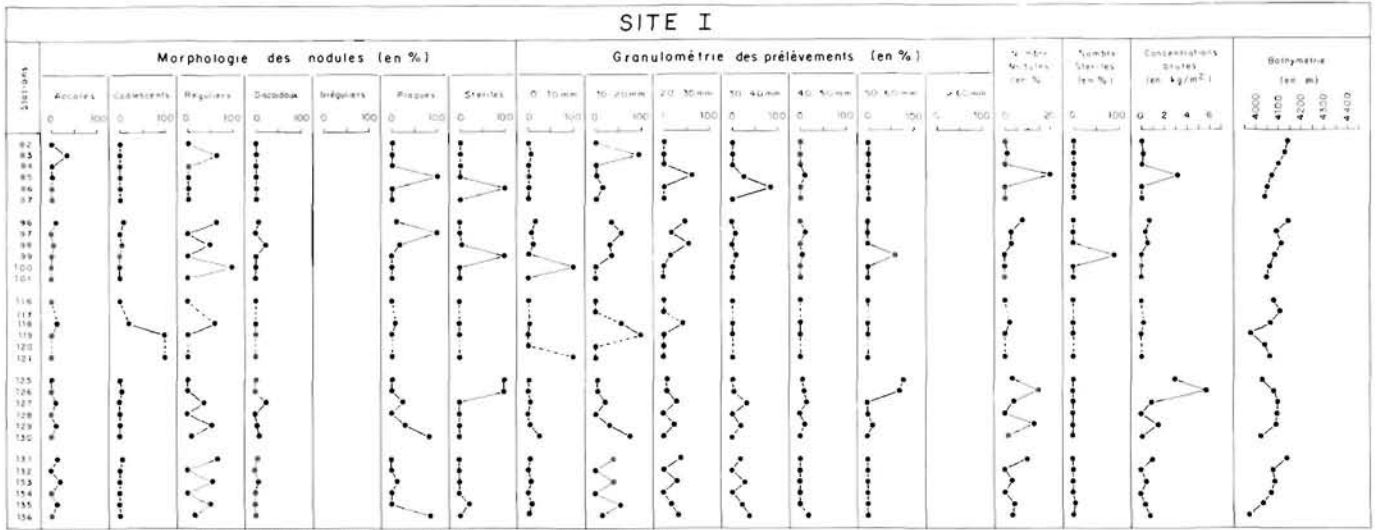
PL.126: plaques et fragments de roches.

DR.137: dragage. Fragments de basalte encroûté et de croûte de Fe et Mn.

PL.126: plates and rock fragments.

DR.137: dredging. Basalt fragments with Fe-Mn crust and encrustations.

B. CORRÉLATION ENTRE LES DIFFÉRENTES CARACTÉRISTIQUES DES NODULES (fig. 79 et 80)
 COPANO 2- CORRELATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES NODULES



Les données obtenues n'ont pas été prises en compte. Elles correspondent à des faciès biogéniques distincts (DA de plusieurs, voir en I)

FIGURE 79. : Corrélations entre les différents paramètres nodules du site I.
 Site I: general correlations between nodule physical properties.

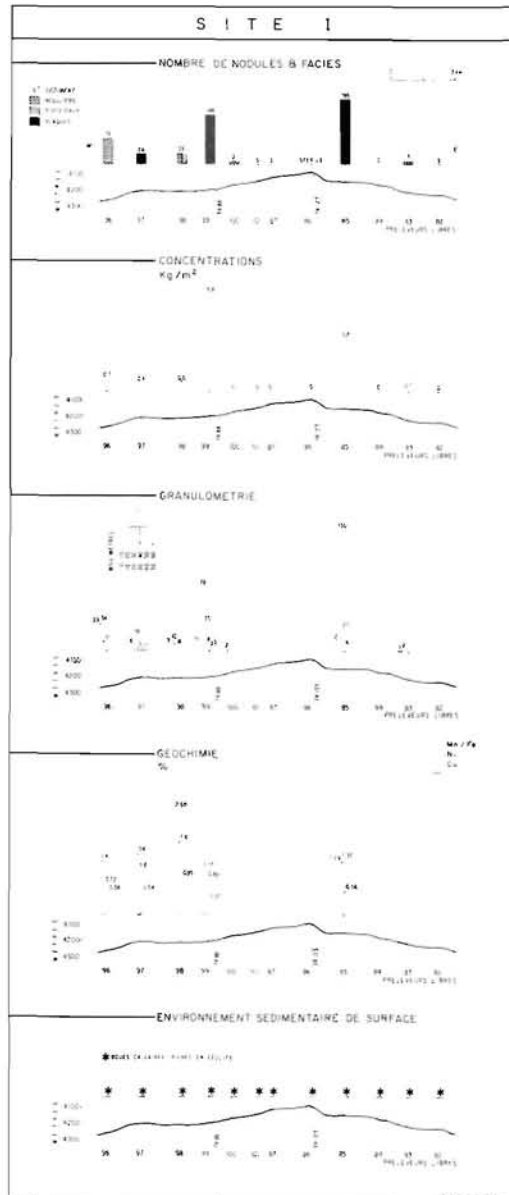


FIGURE 80. : Profil synthétique orienté E-W établi à l'aide des données des prélèvements libres et montrant les relations entre la bathymétrie et les caractéristiques physico-chimiques.
 Nodule-bathymetry correlation along a synthetic E-W profile based on data from free-fall grabs.

C. ANALYSE GÉOCHIMIQUE DE NODULES

TABLEAU 45 : ANALYSES CHIMIQUES DE NODULES
Nodule geochemistry
 (Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle)

n° station	Classe de taille (mm)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	Fe (%)	Mn (%)	Cu (%)	Ni (%)	Co (%)	Zn (%)	Si/Al	Mn/Fe	Cu + Ni + Co (%)	Ba (%)	U (ppm)
PL.85 A	20 - 30	23.86	6.32	5.17	1.50	1.42	1.14	0.31	13.42	17.53	0.50	1.45	0.15	0.115	3.32	1.3	2.10	nd	nd
PL.85 B	20 - 30	20.54	7.50	nd	nd	nd	nd	nd	13.75	19.65	0.60	1.45	0.16	0.117	2.41	1.4	2.21	0.11	3.31
PL.85 B	30 - 40	20.54	7.44	nd	nd	nd	nd	nd	13.86	19.79	0.60	1.43	0.15	0.118	2.43	1.4	2.18	0.10	3.33
PL.85 B	40 - 50	26.50	7.90	nd	nd	nd	nd	nd	14.51	14.98	0.47	1.08	0.12	0.099	2.95	1.0	1.67	0.06	2.89
PL.96 A	10 - 20	20.15	7.10	5.37	1.50	1.42	1.14	0.31	13.42	17.53	0.62	1.33	0.15	0.117	2.50	1.6	2.09	nd	nd
PL.96 B	10 - 20	18.00	8.46	nd	nd	nd	nd	nd	12.58	21.02	0.70	1.35	0.16	0.117	2.42	1.7	2.21	0.14	3.72
PL.96 B	20 - 30	26.20	10.54	nd	nd	nd	nd	nd	12.31	14.16	0.46	?	0.12	0.087	2.19	1.1	?	0.10	2.86
PL.97 B	10 - 20	24.94	9.37	nd	nd	nd	nd	nd	10.90	16.77	0.54	1.20	0.13	0.102	2.34	1.5	1.87	0.10	3.34
PL.98 B	10 - 20	9.83	6.78	nd	nd	nd	nd	nd	10.77	28.88	0.95	1.80	0.20	0.144	1.28	2.3	2.95	0.17	4.44
PL.99 B	10 - 20	29.23	11.18	nd	nd	nd	nd	nd	10.65	13.68	0.45	1.01	0.12	0.087	2.30	1.3	1.58	0.10	2.50
PL.99 B	20 - 30	28.71	10.71	nd	nd	nd	nd	nd	12.27	10.87	0.31	0.78	0.10	0.082	2.36	0.9	1.19	1.07	2.92
PL.118 B	10 - 20	17.38	7.10	nd	nd	nd	nd	nd	13.49	22.12	0.74	1.41	0.14	0.134	2.15	1.6	2.29	0.13	3.93
PL.125 A	10 - 20	26.63	6.31	5.10	1.42	1.52	1.54	0.27	12.53	16.45	0.13	1.27	0.13	0.104	3.71	1.3	1.87	nd	nd
PL.125 B	10 - 20	23.37	7.59	nd	nd	nd	nd	nd	13.04	18.61	0.54	1.27	0.14	0.109	2.71	1.4	1.95	0.11	3.42
PL.125 B	20 - 30	27.45	8.07	nd	nd	nd	nd	nd	12.72	15.37	0.43	1.09	0.12	0.090	2.99	1.2	1.64	0.07	3.36
PL.126 A	10 - 20	32.99	8.75	4.77	1.63	1.21	2.06	0.21	12.41	12.22	0.36	0.90	0.11	0.091	3.32	1.0	1.38	nd	nd
PL.126 B	10 - 20	28.09	9.97	nd	nd	nd	nd	nd	12.53	13.68	0.41	0.88	0.12	0.092	2.48	1.09	1.41	0.10	3.03
PL.129 A	10 - 20	9.62	4.57	3.86	0.73	2.63	0.76	0.68	12.75	25.96	0.66	1.42	0.22	0.120	1.85	2.0	2.30	nd	nd
PL.129 B	10 - 20	9.21	5.86	nd	nd	nd	nd	nd	13.36	28.74	0.79	1.58	0.26	0.138	1.38	2.15	2.63	0.18	5.18
PL.129 A	20 - 30	18.98	6.49	4.43	1.01	3.06	0.89	0.62	15.72	17.66	0.40	0.90	0.17	0.094	2.57	2.0	1.48	nd	nd
PL.129 B	20 - 30	17.38	6.67	nd	nd	nd	nd	nd	17.16	19.52	—	0.94	0.18	0.105	2.29	1.1	?	0.13	4.48
PL.129 A	30 - 40	11.95	4.19	2.68	0.78	2.77	0.70	0.80	18.57	20.54	0.38	0.77	0.21	0.091	2.51	1.1	1.36	nd	nd
PL.129 B	30 - 40	11.09	5.67	nd	nd	nd	nd	nd	20.98	23.18	0.51	0.96	0.25	0.107	1.72	1.1	1.72	0.17	5.81
PL.129 A	40 - 50	13.18	4.34	2.51	0.85	2.99	0.74	0.87	19.36	19.25	0.31	0.62	0.20	0.075	2.67	1.0	1.12	nd	nd
PL.129 B	40 - 50	12.34	6.59	nd	nd	nd	nd	nd	22.14	22.05	0.41	0.77	0.24	0.091	1.65	1.0	1.42	0.15	6.46
PL.131 A	10 - 20	15.53	5.93	4.34	1.21	2.21	0.83	0.54	10.05	23.75	0.72	1.60	0.16	0.127	2.30	2.4	2.48	nd	nd
PL.131 B	10 - 20	13.61	7.40	nd	nd	nd	nd	nd	10.60	26.70	0.83	1.65	0.18	0.139	1.62	2.5	2.66	0.15	4.03
PL.131 A	20 - 30	12.09	5.41	4.26	1.07	2.44	0.67	0.64	10.68	25.63	0.77	1.54	0.17	0.128	1.97	2.4	2.48	nd	nd
PL.131 B	20 - 30	10.34	6.78	nd	nd	nd	nd	nd	11.26	28.67	0.89	1.65	0.20	0.140	1.34	2.5	2.74	0.19	4.29
PL.131 A	30 - 40	23.58	7.71	5.42	1.02	3.85	1.01	0.45	12.77	15.91	0.41	0.92	0.15	0.087	2.69	1.2	1.48	nd	nd
PL.131 B	30 - 40	20.54	9.33	nd	nd	nd	nd	nd	13.09	23.88	0.47	0.94	0.16	0.091	1.94	1.8	1.57	0.14	3.47
PL.133 A	10 - 20	16.25	5.71	4.74	1.08	2.35	0.88	0.54	12.72	20.71	0.61	1.32	0.17	0.114	2.50	1.6	2.10	nd	nd
PL.133 B	10 - 20	14.23	7.12	nd	nd	nd	nd	nd	12.15	17.83	0.74	1.43	0.20	0.129	1.76	1.47	2.37	0.15	3.89
PL.135 A	10 - 20	11.00	5.18	4.32	0.72	2.64	0.73	0.66	11.72	25.22	0.73	1.58	0.22	0.126	1.87	2.2	2.56	nd	nd
PL.135 B	10 - 20	10.34	6.63	nd	nd	nd	nd	nd	12.44	28.11	0.87	1.70	0.25	0.141	1.37	2.3	2.82	0.18	4.40
PL.136 A	20 - 30	16.43	6.42	4.03	1.47	2.20	0.79	0.60	11.31	21.46	0.63	1.31	0.20	0.121	2.25	1.9	2.14	nd	nd
PL.136 B	20 - 30	14.87	7.74	nd	nd	nd	nd	nd	11.91	24.17	0.74	1.38	0.22	0.131	1.69	2.0	2.34	0.14	4.10

V. DRAGAGES

Deux dragages ont été effectués sur le site I (voir fig. 75).

- La drague DR.124 est remontée vide.

- Le dragage DR.137 a été fait sur le flanc ouest du relief principal, parallèlement à la troïka TR.109. Lors de sa remontée, la drague contenait une vingtaine de kg de fragments basaltiques, d'encroûtements en plaques ou arrondis, beaucoup de roches volcano-sédimentaires encroûtées et bioturbées (planche XXIX).

Deux échantillons ont fait l'objet d'études plus particulières :

- *L'échantillon DR.137.a* est un fragment de basalte à aspect vacuolaire. En lame mince son aspect est identique à l'échantillon KL.108.

- *L'échantillon DR.137.d* a un aspect de verre volcanique en plaque entouré d'une couche palagonitique. En lame mince il comporte des plagioclases calciques en phénocristaux et en cristallites d'aspect «plumeux» au sein d'une matrice vitreuse : sa texture témoigne également d'un refroidissement très rapide, mais il s'agit d'une roche notablement moins basique que l'échantillon KL.108.

Les analyses chimiques des 2 échantillons sont les suivantes (éléments en %) :

TABLEAU 46 : ANALYSE CHIMIQUE DE DEUX ÉCHANTILLONS
Geochemical analysis of two samples

Échantillon	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Mn ₃ O ₄	Ti O ₂	BaO	SrO	Na ₂ O	K ₂ O	perte à 110°C	perte à 1000°C	somme
DR.137.a	41,5	12,3	9,50	9,9	13,2	0,373	3,50	0,01	0,02	1,90	1,03	2,99	3,49	100,12
DR.137.d	41,1	19,0	3,33	12,6	11,6	0,229	1,15	0,01	0,02	2,74	0,59	0,69	1,79	99,09

(éléments en %)

Par ailleurs, deux analyses de croûtes prélevées durant le dragage DR.137 ont été faites (Technische Hochschule, Aachen).

TABLEAU 47 : ANALYSES SUR DRAGAGE DR 137 SITE I
Geochemical analysis

n° station	classe de taille (mm)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	CaO	TiO ₂	P ₂ O ₅	Fe	Mn	Cu	Ni	Co	Zn	Mn/Fe	Cu + Ni + Co
DR.137	croûte	15.74	4.87	1.76	1.20	3.17	1.18	0.98	18.70	16.54	0.14	0.29	0.28	0.060	0.9	0.71
DR.137	croûte	17.49	5.20	4.05	1.55	2.25	0.56	0.82	11.38	22.33	0.68	1.26	0.13	0.128	2.0	2.07

Des observations au microscope électronique à balayage indiquent clairement la zonation «classique» du remplissage des vacuoles des basaltes (voir planche XXX). Le basalte est couvert par un liseré de minéraux argileux, eux-mêmes recouverts par des zéolites, la phillipsite, avec une croissance en «gerbe». Puis les phillipsites servent à leur tour de support à la croissance d'oxydes de Mn.

Des mesures isotopiques K-Ar ont été faites sur les deux échantillons (Centre de Sédimentologie et Géochimie de la Surface de Strasbourg):

TABLEAU 48 : K-Ar isotopic analysis

Échantillon	% K ₂ O	% Ar	⁴⁰ Ar (10 ⁻⁶ cc/g STP)	t (millions d'années)
DR.137.a (1)	1,03	12,5	0,22	6,5 ± 1,1
DR.137.a (2)		10,1	0,17	5,2 ± 1,1
DR.137.d (1)	0,59	26,9	0,17	9,1 ± 0,1
DR.137.d (2)		19,6	0,20	10,4 ± 1

remarque : (1) et (2) représentent deux extractions d'Ar du même échantillon.

Par leur nature et leur âge, ces roches volcaniques diffèrent donc nettement par leur jeunesse du substratum «normal» de cette zone de l'océan dont l'âge approximatif d'après les anomalies magnétiques et les forages JOIDES est d'environ 40 MA. L'hypothèse la plus vraisemblable pour l'origine de ce matériel est celle d'un volcanisme tardif intraplaque.

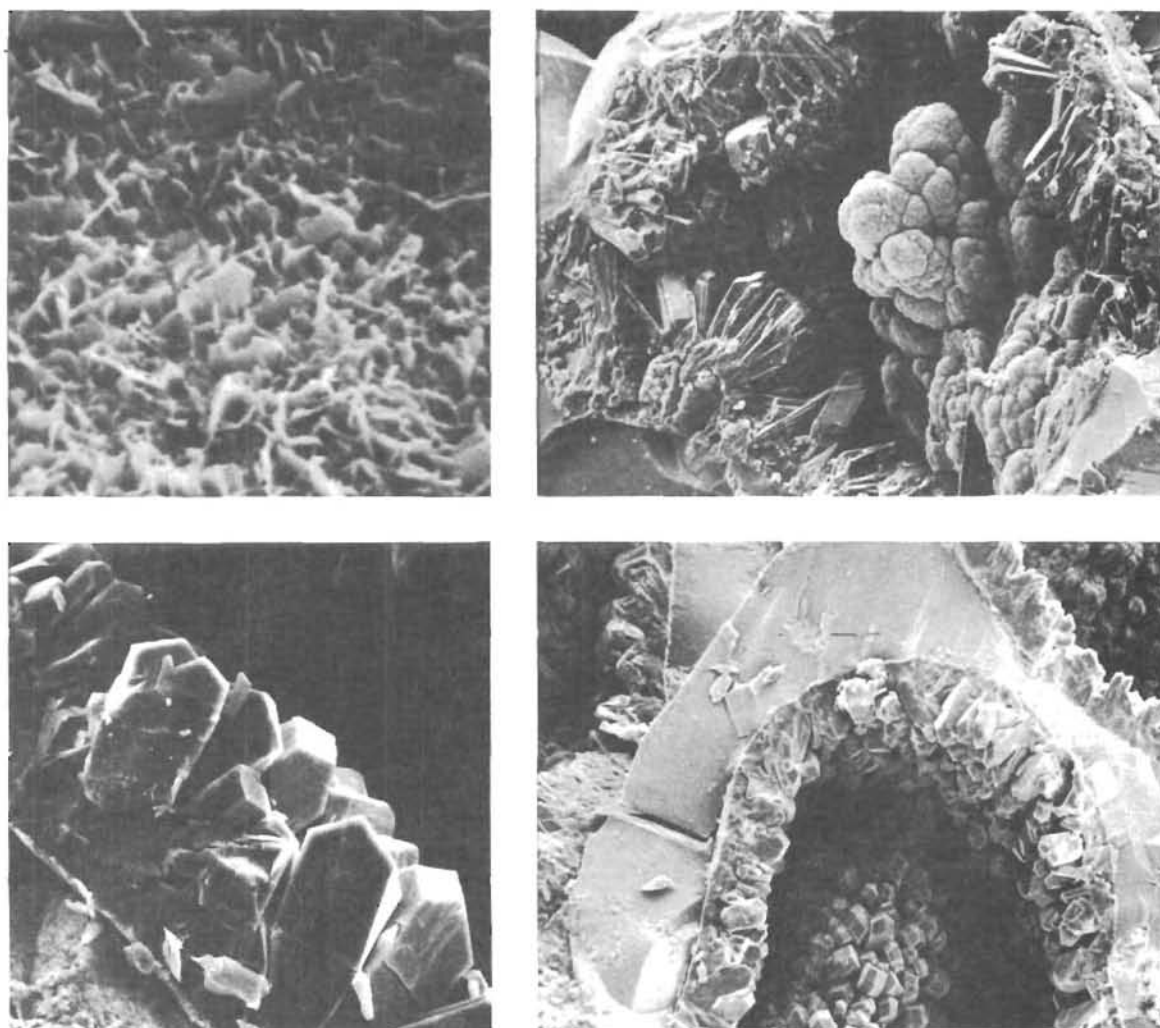


Planche XXX: Remplissage de vacuoles de basalte (DR.137) par des minéraux néoformés.

a|b
c|d

- Aspect des smectites.
 - Zonation des produits de remplissage des basaltes : phillipsite en gerbe puis oxydes de manganèse.
 - détail : la phillipsite en gerbe est séparée du basalte par une pellicule argileuse.
 - vacuoles de basalte tapissées de phillipsite en gerbe.
- Filling of basalt vacuoles (DR.137) by neoformed minerals.
- Smectites aspect.
 - Zonation of the products of the basalt filling : fibroradial aggregates of phillipsite and manganese oxides.
 - detail : fibroradial aggregates of phillipsite are separate from basalt by an smectite edge.
 - fibroradial aggregates of phillipsite in basalt vacuoles.

VI. PHOTOGRAPHIES

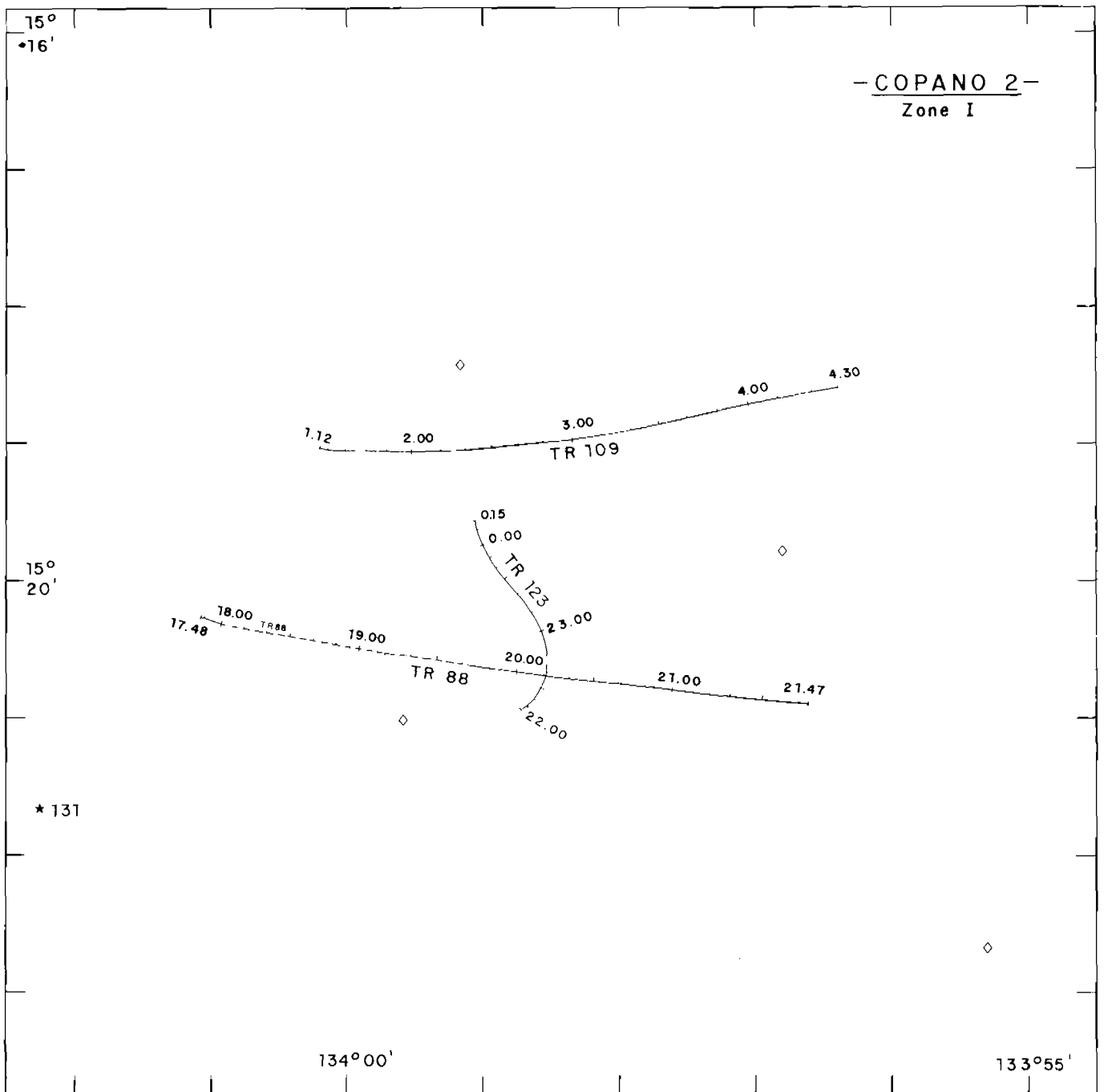


FIGURE 81.: Trajets de la troïka. Les heures sont indiquées sur les parcours.
Troika runs. Hours indicated along the trajectories.

LES PROFILS PHOTOGRAPHIQUES TROIKA

TROIKA TR.88

Ce trait de troïka a été effectué d'ouest en est dans la partie médiane de la zone I (fig. 81). Une photographie est faite toutes les 6 secondes. Trois heures et neuf minutes de photographies ont été réalisées sur une longueur d'environ 6,4 km.

Les principales informations apportées par TR.88 sont regroupées sur la figure 82. De petits nodules semblent relativement abondants dans les vallées situées de part et d'autre du relief central. Des fragments de croûtes et des dalles de grande taille sont abondants sur les pentes du relief central. La crête elle-même est caractérisée par l'absence de nodules, de croûtes ou de roches ainsi que par la rareté de traces d'activité d'organismes. Toutefois près de cette crête une série parallèle de tumuli d'origine biologique a été observée.

L'origine des larges plaques est indéterminée. Il s'agit, soit de matériaux volcaniques, soit de niveaux volcano-sédimentaires indurés. Les limites polygonales de ces plaques évoquent un phénomène de rétraction.

Tout le long du profil des indications de courants profonds actuels dirigés du nord vers le sud sont mises en évidence (inclinaison des organismes, migration des sédiments autour de substrats...).

Dans la vallée située à l'ouest de la ride se situent trois affleurements de lave de type pahœhœ. La coulée située dans l'axe de la vallée présente une structure d'écoulement rubannée et semble correspondre à une coulée très fine et très fluide (planche XXXI). L'un des autres affleurements situé plus haut sur la pente semble être une section d'un tube de lave. Toutes ces coulées sont parallèles à l'axe de la vallée et de la ride et elles présentent une fraîcheur inhabituelle sans recouvrement d'oxydes. De telles coulées, connues à l'axe des dorsales médio-océaniques, apparaissent rarement à de telles profondeurs (4.230 m).

Le trait est extrêmement pauvre en faune. Seuls des octocoralliaires et des spongiaires se remarquent. L'activité biologique se limite à quelques tumuli souvent entourés de terriers et quelques pistes.

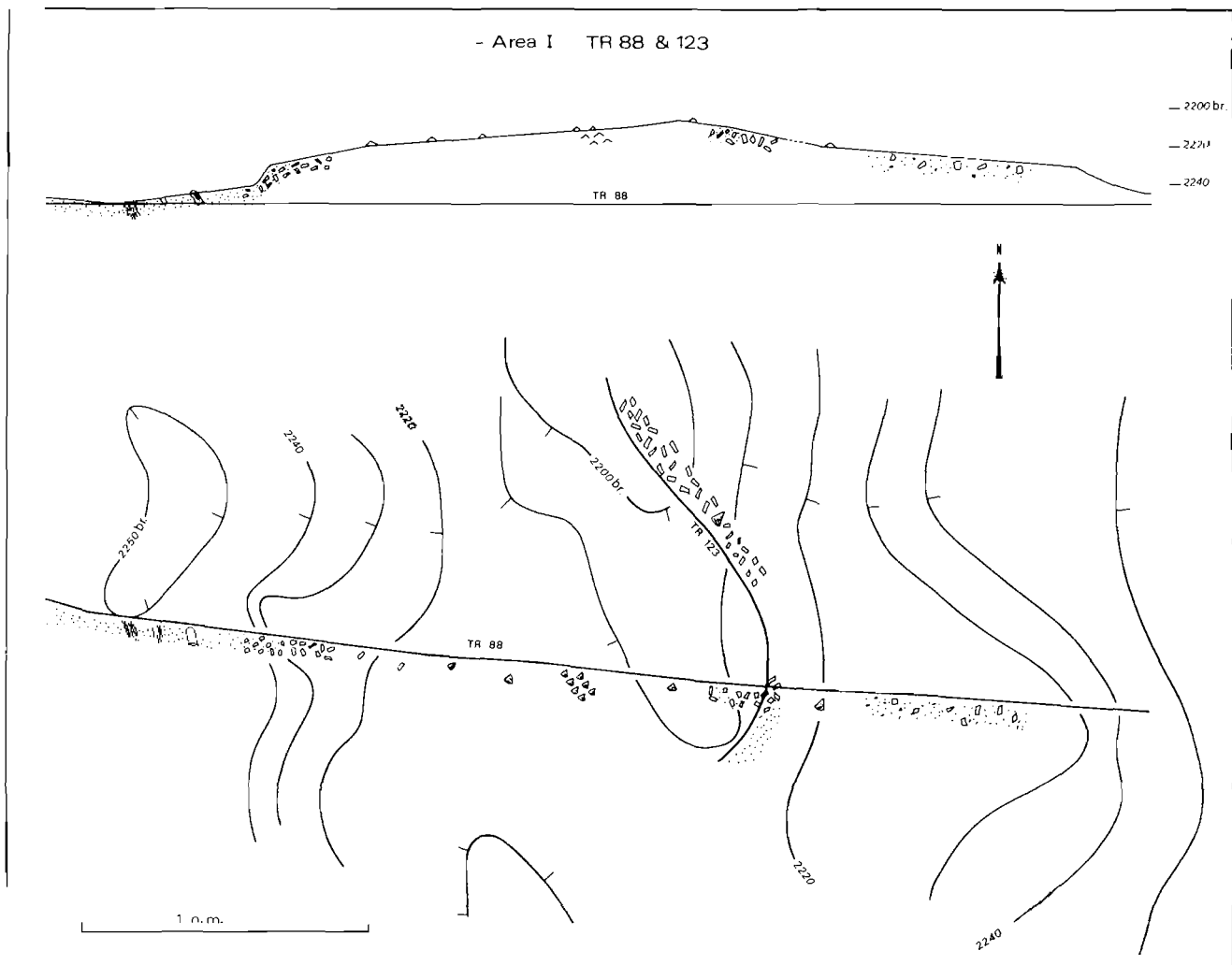
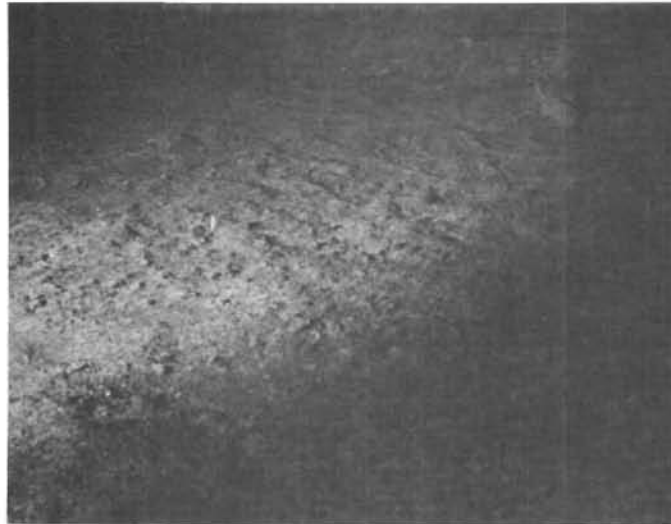


FIGURE 82. : Représentation en plan et en coupe des traits photographiques TR.88 et TR.123. Des affleurements de basalte sont visibles dans le bassin ouest. Les dalles sont disposées sur les flancs de la ride. Les nodules sont représentés par des points noirs.
Map and cross-section of troika runs TR.88 and TR.123. Rounded masses : basalt outcrops, rectangles : slabs and plates, black dots : nodules, cones : conical mounds.



a



b



c

Planche XXXI: Troika TR.88

- a. affleurement de lave fluide drapée situé dans le bassin ouest.
- b. segment de tube de lave situé dans le bassin ouest.
- c. plaques d'égale épaisseur évoquant un phénomène de rétraction après une coulée volcanique.
- a. *western basin: corded pahœhœ type flow.*
- b. *western basin: segment of a lava tube.*
- c. *dense coverage of thin regular plates evoking fragments of a very thin lava flow.*

TROIKA TR.109

Ce trait de troïka, long d'environ 0,6 km, correspond à une coupe ouest-est à travers le relief central d'orientation N-S. Par suite des chocs dus au relief accidenté, seules 223 prises de vue irrégulièrement espacées ont été faites dont 40 seulement permettent une observation du fond (voir sur la fig. 83 l'emplacement des photographies).

Ce profil est marqué par l'abondance de pillow-lavas, de fragments de laves plus ou moins recouverts de sédiment. Les photographies semblent indiquer que les matériaux volcaniques sont généralement recouverts par des oxydes Mn-Fe, par opposition aux laves observées durant TR.88 (planches XXXII et XXXIII).

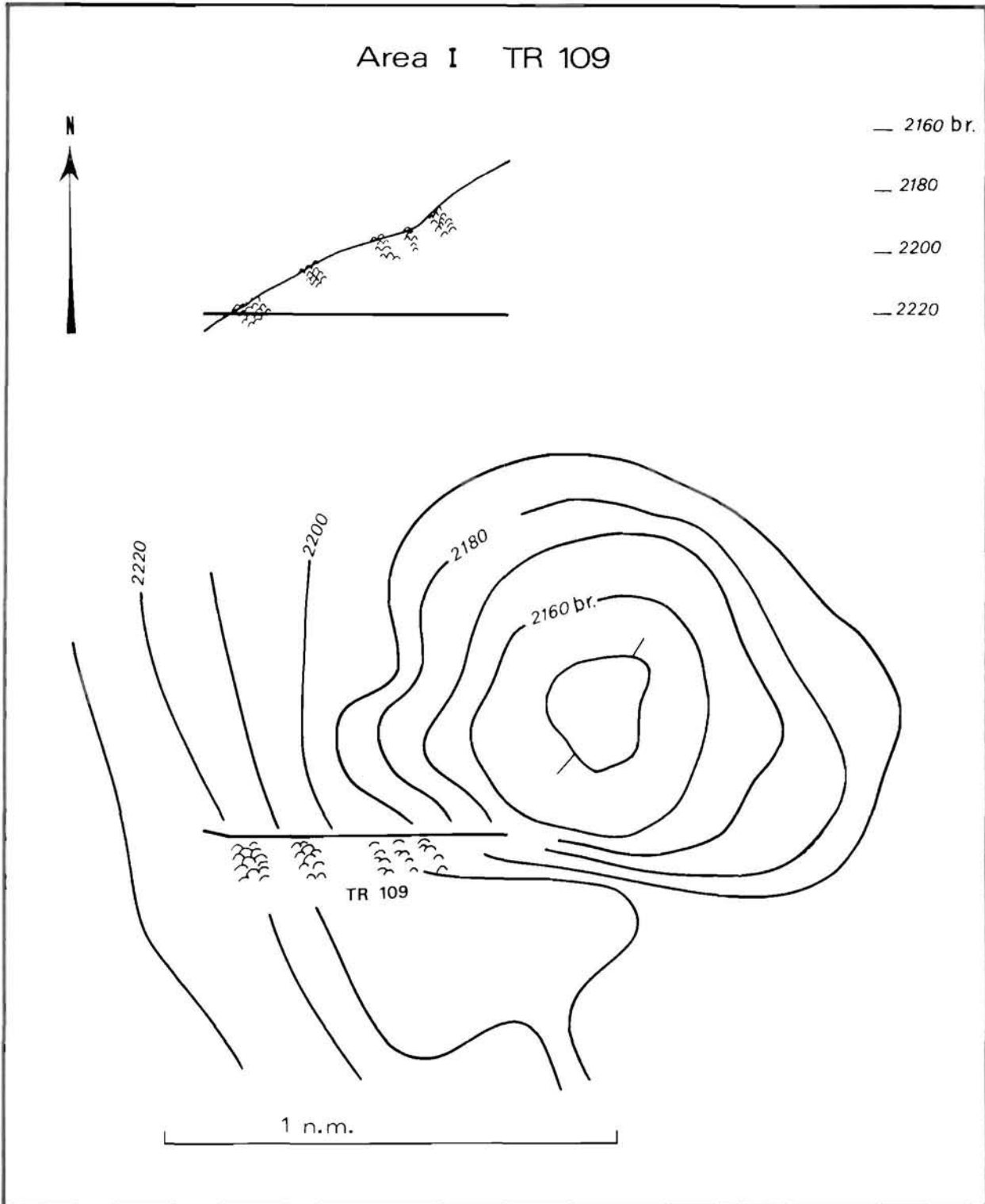


FIGURE 83 : Représentation en plan et en coupe du trait troïka TR.109. Le flanc de la colline est constitué de basaltes.
Map and cross-section of troika run TR.109. Rounded masses: basalt outcrops.

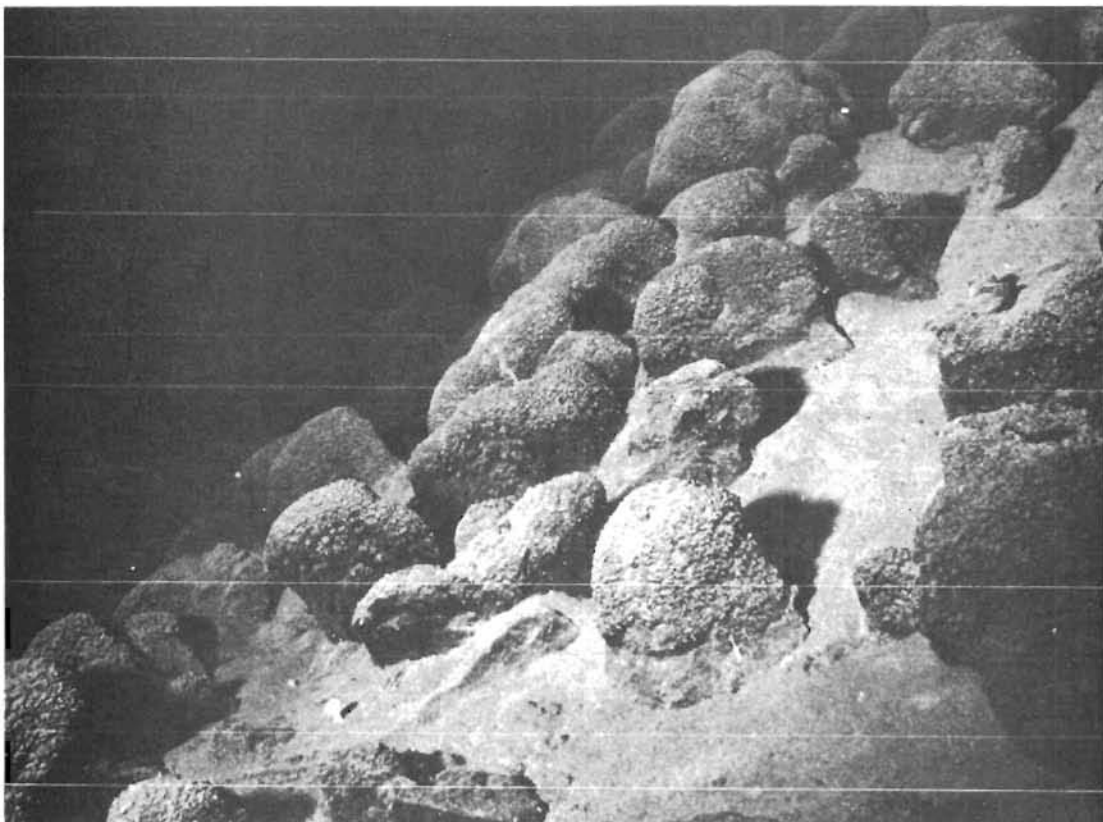
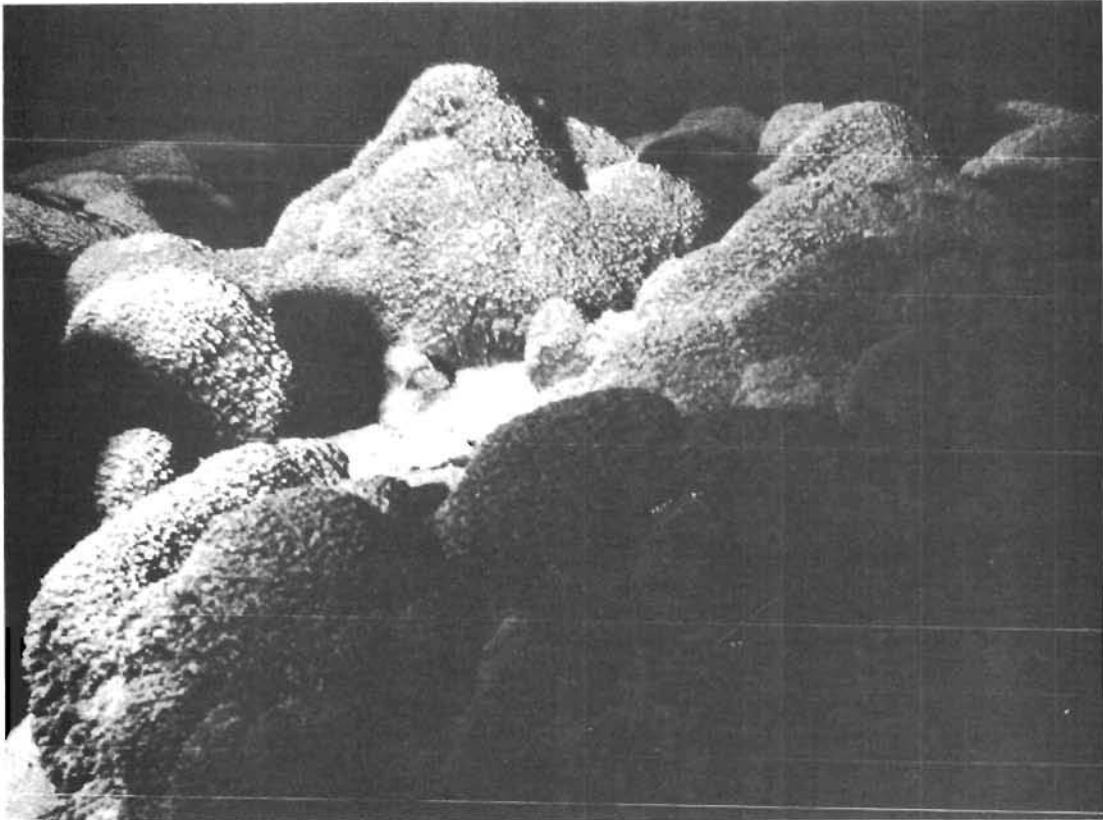


Planche XXXII: Troïka TR.109
Affleurements de basalte en coussin sur la pente du relief circulaire nord.
Troïka TR.109
Pillow-lava outcrops on the slope of the northern central hill.

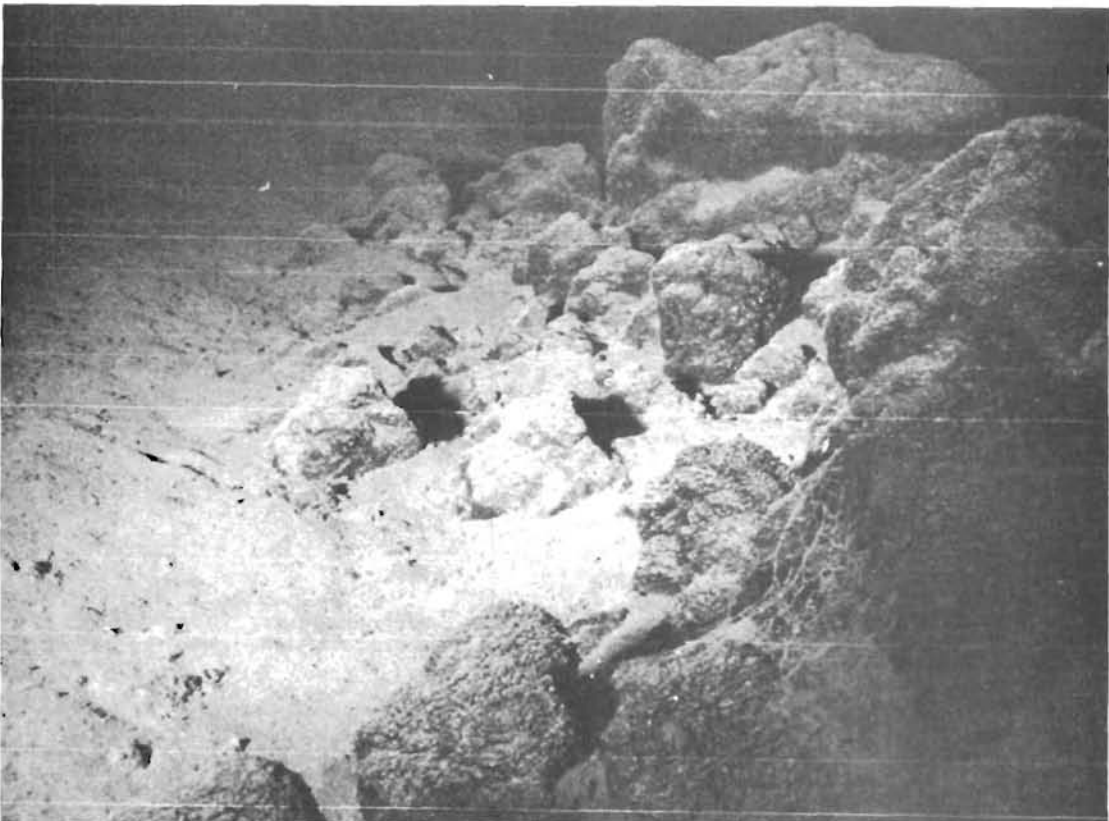
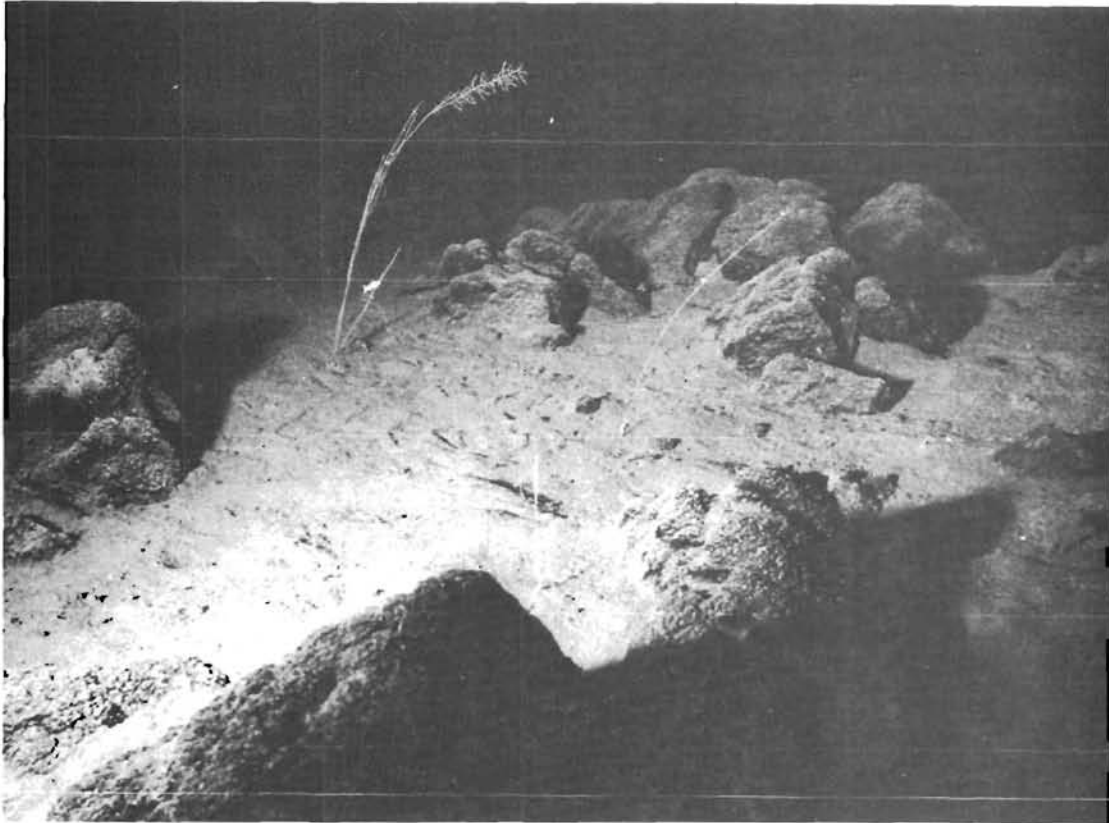


Planche XXXIII: Troïka TR.109
Affleurements de basalte et blocs en contact avec la couverture sédimentaire sur un replat de la pente.
Basalt outcrops and rock fragments emerging from the sedimentary cover on a step.

TROIKA TR.123

Ce trait de troïka, effectué à l'aide de photographies en couleur, correspond à une remontée sud-nord vers le relief volcanique situé dans la partie médiane du site. Ce trait de troïka recoupe le trait TR.88 (fig. 82).

Dans la partie sud, la plus basse, affleurent des sédiments, quelquefois bioturbés, auxquels sont associés de petits encroûtements ou nodules. La couverture sédimentaire quaternaire est extrêmement faible ; en effet les tumuli mettent à l'affleurement des sédiments tertiaires (planche XXXIV). Dans la partie plus au nord, les plaques déjà décrites dans TR.88 sont prédominantes (planche XXXV).

Les organismes sont peu nombreux et correspondent à un petit nombre d'espèces. Quelques octocoralliaires se remarquent mais les spongiaires (Anémones) sont les organismes les plus abondants. Ils sont mobiles sur le fond ou bien posés par un pédoncule généralement court. Les environnements de plaques et de pillows semblent favoriser les longs pédoncules. Les holothuries sont peu représentées. L'activité biologique est plus intense dans les zones où les plaques sont absentes. Ce trait de troïka est aussi caractérisé par l'abondance des pistes en méandres et par les tumuli.

Planche XXXIV : Troïka TR.123

- a. nombreuses plaques reposant sur les argiles rouges dans la partie nord du profil.
 - b. au premier plan, plaque soulevée par la construction d'un tumulus qui met à l'affleurement des vases carbonatées tertiaire de couleur blanche.
- a. *very dense plates coverage on red clays (upper part of the profile).*
b. *in the foreground a plate is raised by an organic tumulus showing outcrop of white tertiary nannoooze.*

Planche XXXV : Troïka TR.123

- a. plaques et nodules, tumuli constitué d'argiles rouges, affleurements de vases carbonatées tertiaire de couleur blanche.
 - b. nodules, fragments de plaques, tumulus (partie inférieure du profil).
- a. *plates and nodules, tumuli in red clays, outcrops of white tertiary nannoooze in the back ground.*
b. *nodules, plates fragments, tumulus (lower part of the profile).*



a



b



a



b

VII. HYDROLOGIE

Température de l'eau

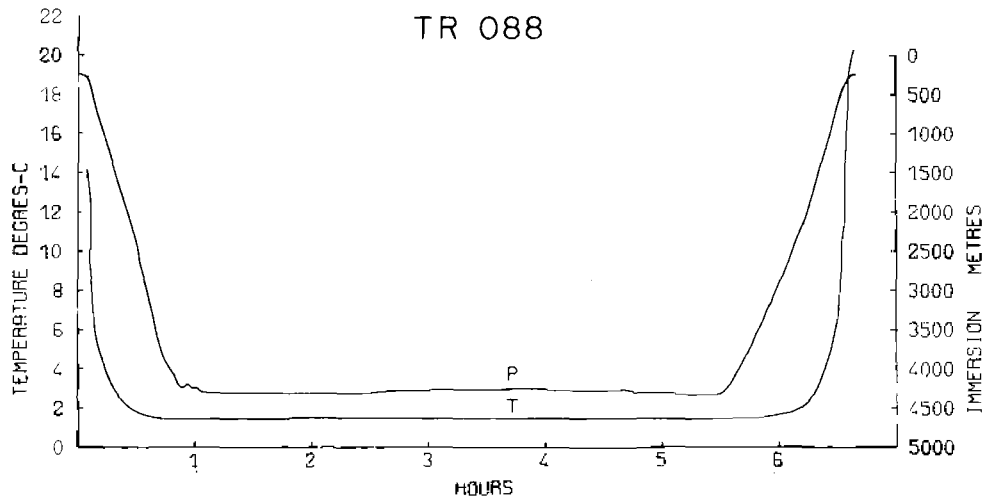


FIGURE 84.: TR.88. Courbe température potentielle-profondeur. Profondeur: 4.200 m, température potentielle: 1°48C.
 TR.88. Depth-potential temperature curve. Depth: 4.200 m, potential temperature: 1°48C.

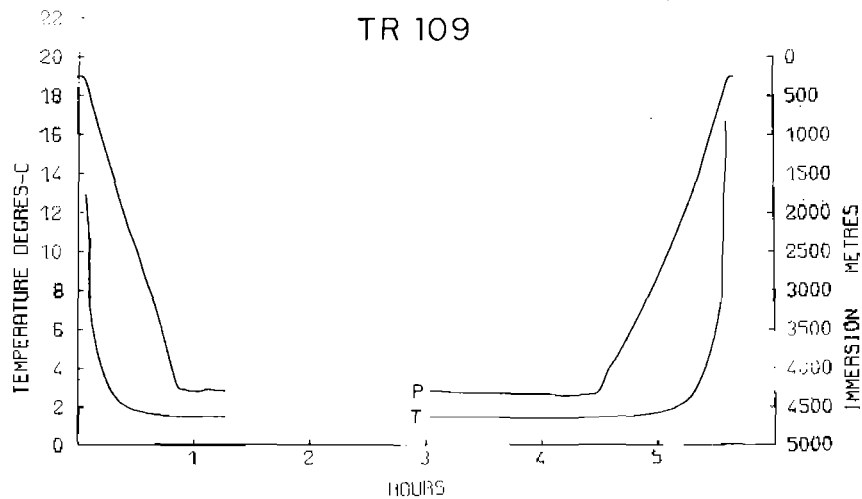


FIGURE 85.: TR.109. Courbe profondeur-température potentielle. Profondeur: 4.200 m, température potentielle: 1°48C.
 TR.109. Depth-potential temperature curve. Depth: 4.200 m, potential temperature: 1°48C.

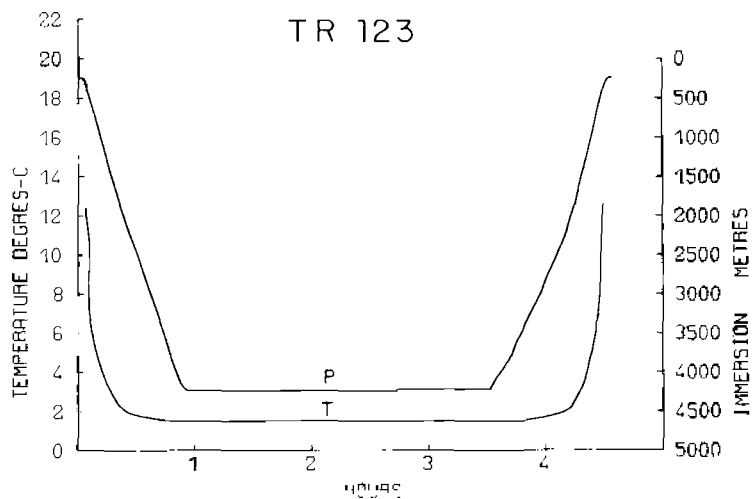


FIGURE 86.: TR.123. Courbe profondeur-température potentielle. Profondeur: 4.200 m, température potentielle: 1°475C.
 TR.123. Depth-potential temperature curve. Depth: 4.200 m, potential temperature: 1°475C.

LISTE DES FIGURES

Fig. 1	Parcours du N.O. SUROIT durant les missions COPANO I et II et emplacement des stations	p. 10
Fig. 2	Cadre général du Projet ICIME	p. 12
Fig. 3	Extension des hiatus sédimentaires érosionnels dans la zone d'étude ICIME	p. 14
Fig. 4	Épaisseur des sédiments dans la zone d'étude ICIME	p. 15
Fig. 5	Pénétration de l'eau antarctique profonde dans la zone d'étude ICIME	p. 16
Fig. 6	Interprétation des profils sismiques des campagnes COPANO montrant le bourrelet sédimentaire équatorial	p. 24
Fig. 7	Profil synthétique des données globales du projet ICIME	p. 26
Fig. 8	Diagramme des caractéristiques géochimiques du sédiment Mn/Fe	p. 27
Fig. 9	Diagramme des caractéristiques géochimiques du sédiment Mn/Cu	p. 27
Fig. 10	Diagramme des caractéristiques géochimiques du sédiment Mn/Ni	p. 27
Fig. 11	Diagramme des caractéristiques géochimiques des nodules Mn/Fe	p. 28
Fig. 12	Diagramme des caractéristiques géochimiques des nodules Mn/Cu	p. 28
Fig. 13	Représentation de la morphologie des nodules symétriques en fonction des indices de rotondité et d'aplatissement ...	p. 33
Fig. 14	Position des profils sismiques dans la zone A	p. 36
Fig. 15	Schéma morphologique de la zone A	p. 37
Fig. 16	Bathymétrie du site A	p. 38
Fig. 17	Ensemble des opérations effectuées sur le fond (site A)	p. 39
Fig. 18	Position des carottages (site A)	p. 40
Fig. 19	Représentation des carottes du site A	p. 48
Fig. 20	Représentation des carottes du site A	p. 49
Fig. 21	Répartition du nannoplancton calcaire dans la carotte KL.38	p. 50
Fig. 22	Interprétation biostratigraphique du site A	p. 51
Fig. 23	Position des prélèvements de nodules (site A)	p. 51
Fig. 24	Corrélations entre les différents paramètres nodules du site A	p. 56
Fig. 25	Relations entre la bathymétrie et les caractéristiques des nodules dans le site A	p. 57
Fig. 26	Trajets de la troïka et du cadre photographique (site A)	p. 59
Fig. 27	Représentation schématique en plan et en coupe du trait photographique PP.17	p. 60
Fig. 28	Représentation schématique en plan et en coupe des parcours de la troïka TR.39 et du cadre photographique PP.31.a	p. 62
Fig. 29	Profils sismiques réalisés dans la zone B	p. 68
Fig. 30	Détail des profils sismiques B.4, B.5 et B.8 sur le site B	p. 69
Fig. 31	Schéma morphologique de la région B	p. 69
Fig. 32	Carte bathymétrique du site B	p. 70
Fig. 33	Positions des opérations sur le fond dans le site B	p. 71
Fig. 34	Position des carottages sur le site B	p. 72
Fig. 35	Caractéristiques sédimentologiques des carottes KL.48 et KL.56	p. 73
Fig. 36	Répartition des faunes de radiolaires dans la carotte KL.56	p. 81
Fig. 37	L'assemblage miocène de KL.56 et BL.60 dans la chronologie de THEYER et al. (1978)	p. 81
Fig. 38	Caractéristiques sédimentologiques des carottes KL.57 et KL.70	p. 82
Fig. 39	Caractéristiques sédimentologiques des carottes BL.61, BL.62 et BL.72	p. 83
Fig. 40	Interprétation biostratigraphique du site B	p. 84
Fig. 41	Position des prélèvements de nodules sur le site B	p. 85
Fig. 42	Corrélations entre les différents paramètres nodules du site B	p. 91
Fig. 43	Relations entre la bathymétrie et les caractéristiques des nodules dans le site B	p. 92
Fig. 44	Tracé des parcours de la troïka TR.49 et TR.69 sur le site B	p. 94
Fig. 45	Description du parcours TR.49 en plan et en coupe et position des préleveurs libres proches du profil	p. 95
Fig. 46	Parcours de la troïka TR.69 représenté en plan et en coupe	p. 98
Fig. 47	Profils sismiques, bathymétriques et photographiques réalisés dans la zone E. Emplacement des prélèvements	p. 102
Fig. 48	Stratigraphie de la carotte KL.187 (site E)	p. 108
Fig. 49	Trois types de stratification du CO Ca dans le Pacifique oriental (d'après REVELLE et al., 1955)	p. 109
Fig. 50	Proportion relative de la population totale de nannoplancton dans la fraction inférieure à 63 microns des carottes BL.188, BL.189 et BL.192	p. 109
Fig. 51	Variations de la température des eaux sur le site E	p. 112
Fig. 52	Localisation des profils sismiques réalisés dans la zone H	p. 115
Fig. 53	Détails de profils sismiques sériés réalisés dans la zone H	p. 115

Fig. 54	Carte morphologique du site H	p. 116
Fig. 55	Bloc diagramme du site H	p. 116
Fig. 56	Tracé du réseau des entailles de la zone H	p. 117
Fig. 57	État d'érosion - Étude des profils en long de la zone H	p. 118
Fig. 58	Carte Seabeam de la zone H	p. 119
Fig. 59	Position des opérations sur le fond dans le site H	p. 120
Fig. 60	Position des carottages et dragages sur le site H	p. 121
Fig. 61	Interprétation stratigraphique du site H	p. 124
Fig. 62	Répartition du nannoplancton calcaire dans la carotte KL.140 (site H)	p. 125
Fig. 63	Position de prélèvements des nodules sur le site H	p. 135
Fig. 64	Corrélations entre les différents paramètres nodules du site H	p. 140
Fig. 65	Relations entre la bathymétrie et les caractéristiques des nodules dans le site H	p. 141
Fig. 66	Tracés des parcours troïka sur le site H	p. 143
Fig. 67	Représentation schématique du trajet de la troïka TR.138	p. 144
Fig. 68	Représentation schématique du trajet de la troïka TR.152	p. 148
Fig. 69	Représentation schématique du trajet de la troïka TR.166	p. 150
Fig. 69 bis	Température de l'eau : TR.152, TR.166	p. 153
Fig. 70	Position des profils sismiques sur la zone I	p. 157
Fig. 71	Interprétation des profils sismiques	p. 157
Fig. 72	Levé bathymétrique du site I	p. 158
Fig. 73	Bloc-diagramme du site I	p. 158
Fig. 74	Carte bathymétrique réalisée à l'aide du Seabeam	p. 159
Fig. 75	Situation des opérations sur le site I	p. 160
Fig. 76	Prélèvements de sédiments : carte de situation	p. 161
Fig. 77	Représentation des carottages Benthos réalisés sur le site I	p. 169
Fig. 78	Positions des prélèvements de nodules	p. 176
Fig. 79	Diagrammes de corrélation entre les différents paramètres des nodules	p. 184
Fig. 80	Profil synthétique orienté E-W au centre du site I et montrant les principales caractéristiques des nodules	p. 184
Fig. 81	Trajets de troïka sur le site I	p. 188
Fig. 82	Interprétation en coupe et en plan des parcours de troïka TR.88 et TR.123	p. 189
Fig. 83	Interprétation du parcours de la troïka TR.109	p. 191
Fig. 84	Courbe de température : TR.88	p. 197
Fig. 85	Courbe de température : TR.109	p. 197
Fig. 86	Courbe de température : TR.123	p. 197

LISTE DES TABLEAUX

Tab. 1	Déroulement des opérations	p. 17
Tab. 2	Liste des participants et responsabilités à bord	p. 17
Tab. 3	Bilan des opérations	p. 19
Tab. 4	Bilan des prélèvements par site	p. 19
Tab. 5	Liste des opérations sur site	p. 20
Tab. 6	Synthèse des caractéristiques géochimiques des nodules	p. 29
Tab. 7	Champ de balises sur le site A	p. 39
Tab. 8	Position et profondeur de prélèvement des carottages sur le site A	p. 40
Tab. 9	Analyses chimiques de quelques sédiments de surface du site A	p. 47
Tab. 10	Position et profondeur de prélèvement des nodules sur le site A	p. 52
Tab. 11	Morphologie des nodules du site A	p. 53
Tab. 12	Étude morphologique des nodules du site A par classes granulométriques	p. 54
Tab. 13	Analyses chimiques de nodules du site A (Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle)	p. 58
Tab. 14	Implantation du champ de balises sur le site B	p. 71
Tab. 15	Position et profondeur de prélèvement des carottages sur le site B	p. 72
Tab. 16	Analyses chimiques de quelques sédiments de surface du site B	p. 80
Tab. 17	Position et profondeur de prélèvement des nodules sur le site B	p. 85
Tab. 18	Morphologie des nodules du site B	p. 87
Tab. 19	Étude morphologique des nodules du site B par classes granulométriques	p. 88
Tab. 20	Analyses chimiques de nodules du site B (Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle)	p. 93
Tab. 21	Position et profondeur de prélèvement des carottages sur le site E	p. 104
Tab. 22	Description des frottis des prélèvements du site E	p. 104
Tab. 23	Analyse chimique du sédiment de surface KL.187 (Imperial College, Londres)	p. 106
Tab. 24	Analyse chimique du sédiment de surface KL.187 (Institut de Géologie, Strasbourg)	p. 106
Tab. 25	Analyses chimiques des sédiments de surface BL.188, BL.189 et BL.192 (Imperial College, Londres)	p. 107
Tab. 26	Position et profondeur de prélèvement des carottages sur le site H	p. 121
Tab. 27	Description des frottis de la carotte KL.139 (site H)	p. 122
Tab. 28	Analyses chimiques des sédiments de surface du site H (Institut de Géologie, Strasbourg)	p. 123
Tab. 29	Analyses chimiques des sédiments de surface du site H (Imperial College, Londres)	p. 124
Tab. 30	Description des frottis des carottiers Benthos du site H	p. 126
Tab. 31	Description des frottis des sédiments de surface : préleveurs libres du site H	p. 130
Tab. 32	Position et profondeur de prélèvement des nodules sur le site H	p. 135
Tab. 33	Morphologie des nodules du site H	p. 139
Tab. 34	Étude morphologique des nodules du site H par classes granulométriques	p. 140
Tab. 35	Analyses chimiques de nodules du site H (Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle)	p. 142
Tab. 36	Position et profondeur des prélèvements sédimentaires	p. 161
Tab. 37	Description des frottis de la carotte KL.89	p. 162
Tab. 38	Description des frottis effectués sur les prélèvements Benthos	p. 164
Tab. 39	Description des frottis effectués sur les sédiments issus des préleveurs libres	p. 174
Tab. 40	Analyses chimiques des sédiments de surface du site I (Institut de Géologie, Strasbourg)	p. 175
Tab. 41	Analyses chimiques de quelques sédiments de surface (Imperial College, Londres)	p. 176
Tab. 42	Position et profondeur des prélèvements de nodules	p. 177
Tab. 43	Morphologie des nodules des différentes stations	p. 178
Tab. 44	Morphologie des nodules présentée par classes granulométriques	p. 179
Tab. 45	Analyse géochimique de nodules (Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle)	p. 185
Tab. 46	Analyse géochimique de deux échantillons du dragage DR.137 (Institut de Géologie, Strasbourg)	p. 186
Tab. 47	Analyse géochimique de deux encroûtements du dragage DR.137 (Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle)	p. 186
Tab. 48	Mesures isotopiques K-Ar (Institut de Géologie de Strasbourg)	p. 187

LISTE DES PLANCHES

Pl. I	Aspect de deux prélèvements de nodules (site A)	p. 55
Pl. II	Aspect des «champs» de nodules du site A - trait PP.17	p. 61
Pl. III	Affleurements de basalte, partiellement recouverts de Mn - trait PP.31.a	p. 63
Pl. IV	Aspect des affleurements de basalte, recouverts de manganèse qui constituent la partie haute des reliefs de la zone A	p. 64
Pl. V	Aspect des «dalles» (Zone A)	p. 65
Pl. VI	Aspect des zones planes proches des affleurements basaltiques	p. 66
Pl. VII	Aspect de deux prélèvements de nodules : PL.68 et PL.79 (site B)	p. 89
Pl. VIII	Aspect de deux prélèvements de nodules : PL.52 et PL.58 (site B)	p. 90
Pl. IX	Nodules irréguliers sur les bordures de la vallée. Absence de nodules sur le bourrelet sédimentaire axial (site B)	p. 96
Pl. X	Chenaux latéraux et contacts avec les flancs des rides. Limites de «champs» de nodules (site B)	p. 97
Pl. XI	TR.69. Affleurements basaltiques et fragments	p. 99
Pl. XII	TR.69. Champ de nodules irréguliers	p. 100
Pl. XIII	Profil sismique S-N effectué sur le site E (profil E.1)	p. 103
Pl. XIV	Profil sismique S.SW-N.NE effectué sur le site E (profil E.2)	p. 103
Pl. XV	Site E : TR.185. Faune et traces de bioturbation	p. 110
Pl. XVI	Site E : TR.185. Faune benthique	p. 111
Pl. XVII	Détails de profils sismiques réalisés dans la zone H	p. 119
Pl. XVIII	Aspect de deux prélèvements de nodules du site H : PL.146 et PL.147	p. 137
Pl. XIX	Aspect de deux prélèvements de nodules du site H : PL.180 et PL.184	p. 138
Pl. XX	Photographies des pentes TR.138 avec affleurement de basalte et talus d'éboulis	p. 145
Pl. XXI	Photographie dans le thalweg de la vallée : TR.138. Les nodules et fragments rocheux sont recouverts de sédiment ..	p. 146
Pl. XXII	Photographie du thalweg au flanc de la ride sédimentaire : TR.138	p. 147
Pl. XXIII	Photographies des marques d'activité benthique sur le parcours de la troïka TR.152	p. 149
Pl. XXIV	Photographies du parcours TR.166. Nodules dans le thalweg et traces de bioturbation	p. 151
Pl. XXV	Photographies du parcours TR.166. Affleurements de basalte	p. 152
Pl. XXVI	Photographies ponctuelles associées aux prélèvements de nodules : PL.125 et PL.130	p. 180
Pl. XXVII	Photographie des prélèvements PL.85 et PL.99	p. 181
Pl. XXVIII	Photographie des prélèvements PL.129 et PL.131	p. 182
Pl. XXIX	Photographie du prélèvement PL.126 et du dragage DR.137	p. 183
Pl. XXX	Observation du remplissage de vacuoles dans les basaltes au microscope électronique à balayage	p. 187
Pl. XXXI	Photographies du trajet troïka TR.88	p. 190
Pl. XXXII	Photographies du trajet troïka TR.109	p. 192
Pl. XXXIII	Photographies du trajet troïka TR.109	p. 193
Pl. XXXIV	Photographies du trajet troïka TR.123	p. 195
Pl. XXXV	Photographies du trajet troïka TR.123	p. 196

Imprimé par
INSTAPRINT - 268, rue d'Entraigues
37006 Tours cedex - tél. (47) 38.16.04

Dépôt légal 4ème trimestre 1984

