

Variation des sources de sédiments dans le détroit de Makassar (Indonésie) au quaternaire récent : rôle des facteurs morphostructuraux et eustatiques

Détroit de Makassar
Minéralogie des sédiments
Sources des sédiments
Quaternaire récent
Niveau marin

Makassar strait
Sediment mineralogy
Sediment sources
Recent Quaternary
Sea-level

Jean-Claude FAUGERES, Jacques GAYET, Eliane GONTHIER, Claude LATOUCHE,
Noële MAILLET

Département de Géologie et d'Océanographie, UA 197, Université de Bordeaux I, Avenue
des Facultés, 33405 Talence Cedex.

Reçu le 15/09/89, révisé le 12/02/90, accepté le 20/02/90

RÉSUMÉ

L'analyse minéralogique de sédiments prélevés à partir de dragages et de carottages Reineck et Kullenberg dans le détroit de Makassar, au cours des missions Corindon et Misedor, a permis d'identifier les apports continentaux issus du Kalimantan, à l'Ouest, et de Sulawesi, à l'Est. La source Kalimantan se caractérise par des sables à quartz abondants, à rares feldspaths, par une association de minéraux lourds à pyroxènes (hypersthènes), amphiboles prédominants et par un cortège argileux à kaolinite-illite. La source Sulawesi se distingue par une plus grande abondance de lithoclastes et de feldspaths, de fortes proportions de micas, des minéraux lourds à amphiboles et pyroxènes (augites) prédominants ainsi que par un cortège argileux à chlorite-illite.

Dans le domaine profond du bassin Nord-Makassar, les dépôts du Quaternaire récent ont enregistré un changement majeur dans le rôle de ces deux sources avec prédominance des apports de Sulawesi à l'Holocène et prédominance de la source Kalimantan au Pléistocène terminal (dernier glaciaire). Un modèle, tenant compte des potentialités en apports terrigènes des deux continents adjacents, des caractères morphostructuraux des deux marges et des variations du niveau marin, est proposé pour interpréter ce changement. Une interprétation est également envisagée pour le bassin Sud-Makassar où la sédimentation récente paraît alimentée essentiellement depuis la marge de Sulawesi.

Oceanologica Acta, 1990, volume spécial 10, Actes du colloque Tour du Monde Jean Charcot, 2-3 mars 1989, 000-000.

ABSTRACT

Sediment sources in the Makassar strait (Indonesia) during the Late Quaternary

Mineralogical analyses of sediments from the Makassar strait, collected during the Corindon and Misedor cruises (dredges, piston and box cores) show the existing differences between sediments supplied from Kalimantan in the West and sediments supplied from Sulawesi in the East.

The Kalimantan source is characterized by quartzitic sand, with rare feldspars, heavy minerals consisting mainly of pyroxene (hypersthene) and amphibole and predominant illite-kaolinite in the clay mineral assemblage. In contrast, the Sulawesi source differs by a great abundance of feldspars, lithoclasts and micas with predominant amphibole and pyroxene (augite) and major illite-chlorite clay minerals.

During Late-Pleistocene lowered stands of sea-level, the Mahakam discharged directly on

the shelf edge of the western margin of the basin, thus dominating sediment supply. Rising sea-level in the Holocene trapped the river sediments in the delta, so that most sediment supplied to the basin comes from the steep Sulawesi margin. Sediment supply through time is thus influenced by the effects of sea-level change on margins of differing morphology.

Oceanologica Acta, 1990, volume spécial 10, Actes du colloque Tour du Monde Jean Charcot, 2-3 mars 1989.000-000.

INTRODUCTION

Le détroit de Makassar, (fig. 1) entre les îles de Kalimantan et de Sulawesi (Célèbes), fait communiquer la Mer de Java, au Sud, et la mer des Célèbes, au Nord. Sa morphologie s'apparente à une fosse allongée, de 2 000 à 2 500 m de profondeur, constituée d'un bassin principal au Nord, et d'une dépression presque fermée au Sud, reliés par un étroit défilé. Ce détroit est bordé par deux marges de caractères très différents.

A l'Ouest, la marge de Kalimantan est une marge ancienne passive appartenant au bloc asiatique. Le domaine continental adjacent est constitué par les séries métamorphiques, éruptives voire ophiolithiques des Monts Meratus et Kuching (Priyomarsono, 1985) et les produits d'érosion de ces séries, accumulés dans les bassins de Kutei et de Barito. Le bassin de Kutei est drainé par un réseau de rivières qui convergent vers la Mahakam. Ce fleuve a édifié un imposant delta (Allen *et al.*, 1979 ; Gayet et Legigan, 1987), témoin de l'importance des apports continentaux en domaine marin.

Au Sud, au droit des Monts Meratus allongés parallèlement au littoral, les apports sont très faibles car le réseau draine l'essentiel des matériaux du bassin de Barito vers la Mer de Java. Au large du delta, la marge présente une morphologie relativement régulière (fig. 1 et 2a) ; le plateau continental est large (150 à 200 km) et peut piéger une partie des apports terrigènes ou présenter une sédimentation carbonatée récifale dans les zones protégées ou non alimentées comme la plate-forme des Paternoster (Allen *et al.*, 1979 ; Boichard *et al.*, 1985) ; la pente est peu accidentée, le glacis bien individualisé et la plaine abyssale à fond très plat ; les sédiments s'accumulent préférentiellement sur ces deux derniers domaines avec un rôle prépondérant des écoulements gravitaires, "slumps" et courants de turbidité, (Faugères *et al.*, 1989 ; Gayet *et al.*, 1990a). Ces caractéristiques morpho-sédimentaires sont classiques en domaine de marges stables à forte alimentation continentale (Poutiers *et al.*, 1983).

A l'Est, par contre, la marge de Sulawesi est une marge jeune, tectoniquement active qui appartient à la bordure coulissante de la plaque australienne (Hamilton, 1979), ce coulisage se traduisant par la présence d'un décrochement majeur ("Palu Fault", fig. 1). Le littoral est bordé par des reliefs importants ; les terrains sont de nature et d'âge variés (Hamilton, 1979) : un socle

ophiolitique et métamorphique de haute pression d'âge crétacé, des grès et calcaires paléogènes, des venues volcaniques alcalines à calco-alcalines au Néogène, avec, recoupant ces séries, des batholites granitiques. Au sein de ces reliefs, s'intercalent des bassins sédimentaires de faible extension et à remplissage de matériaux volcano-terrigenes et volcaniques calco-alcalins voire localement acides (Magetsari, 1985). Le réseau hydrographique est limité, et sa capacité de transport relativement faible ; l'alimentation du domaine marin en matériau continental est moins importante que pour la marge de Kalimantan.

De plus, le cadre tectonique, jeune et actif, est responsable d'une morphologie différente du domaine marin (fig. 1 et 2b) : le plateau continental est quasi-inexistant et les apports terrigènes sont introduits directement en domaine profond ; au Nord, la pente est accidentée de dépressions et mini-grabens tectoniques qui jouent le rôle de pièges pour ces sédiments ; il n'existe pas de glacis morphologiquement individualisé et la pente passe directement à la plaine abyssale, en continuité avec celle de Kalimantan (Faugères *et al.*, 1989). Sur cette marge les dépôts s'effectuent préférentiellement sur la pente et dans la plaine abyssale. Les domaines les plus profonds du détroit de Makassar sont alimentés par ces deux marges continentales qui s'opposent par la nature et le volume des apports continentaux.

Dans ce travail, nous nous proposons d'analyser la part respective prise par ces deux sources dans la sédimentation profonde au Quaternaire récent, ainsi que le rôle éventuel du matériel biogène marin. Dans ce but, on a tout d'abord défini les caractères des sédiments déposés sur les parties peu profondes des deux marges, afin de caractériser les sources continentales et marines biogènes de Kalimantan et de Sulawesi. Pour cela, des dragues et prélèvements Reineck (missions Corindon et Misedor) ont été analysés et les résultats confrontés aux données bibliographiques existant sur le littoral ou le proche plateau. Par la suite, le rôle des différentes sources, dans la sédimentation profonde, est mis en évidence par l'analyse de carottes Küllenberg, prélevées lors de la mission Misedor. Enfin, est proposée une interprétation des modifications observées dans l'origine des sédiments, pour le dernier cycle quaternaire "bas niveau-haut niveau marin".

La stratigraphie des dépôts repose sur l'analyse des associations de foraminifères planctoniques, des datations au ¹⁴C effectuées sur des débris ligneux (tab. 1), une

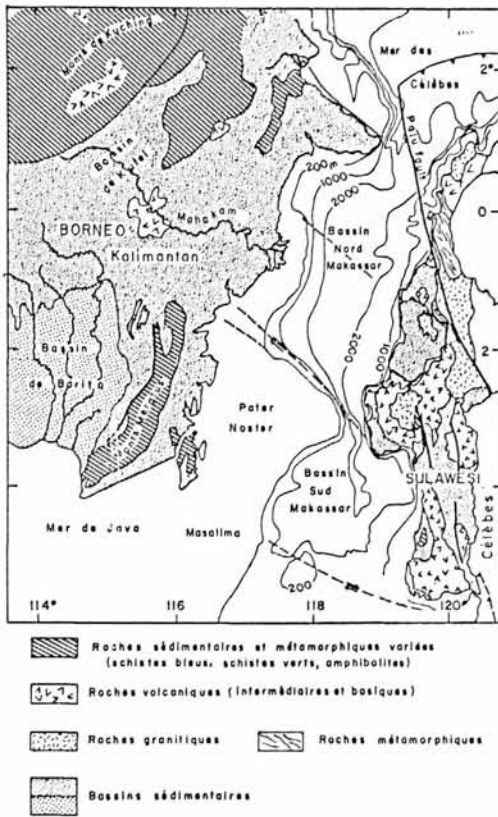


Figure 1

Le détroit de Makassar : contexte géologique et morphologique.
Makassar strait: geological and morphological back-ground.

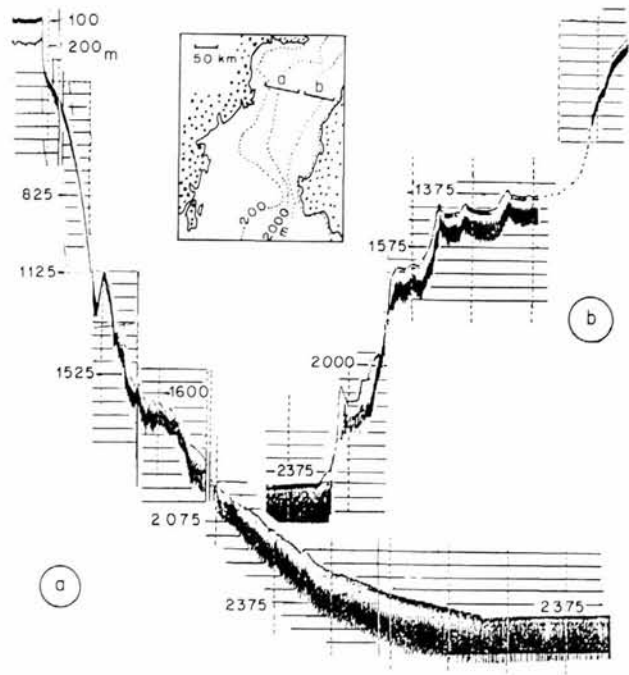


Figure 2

Morphologie et distribution des sédiments superficiels sur les marges de Kalimantan (a) et de Sulawesi (b).
Morphology and distribution of surficial deposits on the Kalimantan (a) and Sulawesi (b) continental margins

Carotte	Echantillons	Age	Référence
KS 11	185 cm	9.360 ± 480 ans B.P	Ly-4179.
KS 12	180 cm	4.970 ± 410 ans B.P.	Ly-4180
KS 15	440 cm	11.560 ± 330 ans B.P.	Ly-4076
KS 19	308 cm	20.550 ± 640 ans B.P	Ly-4077

Tableau 1

Datations au ¹⁴C, (les datations absolues au ¹⁴C ont été effectuées sur des débris ligneux au laboratoire de radiocarbone de l'Université Claude Bernard de Lyon).
¹⁴C datations, (these have been carried out on lignitic debris at the radiocarbone laboratory of the University Claude Bernard, Lyon, France).

courbe des variations du $\delta^{18}O$ ainsi que sur des corrélations lithoséquentielles. Le détail des méthodes et des résultats concernant la stratigraphie et la lithologie des sédiments quaternaires ainsi que l'étude du cadre morpho-structural du bassin profond a déjà été publiée ou est en cours de publication (Faugères *et al.*, 1989 ; Gayet *et al.*, 1990a).

La minéralogie des sédiments (tab. 2) a été déterminée par les méthodes classiques de la sédimentologie. En particulier, les composants de la phase argileuse (<5 μm) par diffractométrie X après les traitements usuels (Brown, 1961 ; Thorez, 1975). L'estimation quantitative des différents minéraux argileux est effectuée par la mesure de la hauteur des pics sur les diagrammes des échantillons glycolés : smectite à 17 Å, illite à 10 Å et kaolinite plus chlorite à 7,1 Å. L'importance relative de la kaolinite et de la chlorite est calculée d'après les hauteurs des réflexions 002 de la kaolinite à 3,57 Å et 004 de la chlorite à 3,55 Å.

CARACTERES DES SÉDIMENTS SUPERFICIELS SUR LA MARGE DE KALIMANTAN : LES SOURCES "KALIMANTAN"

Des différences importantes entre les sédiments de la partie nord et de la partie sud de la marge nous conduisent à considérer séparément ces deux domaines.

Marge du bassin Nord-Makassar

Le matériel étudié (fig. 3) comprend de nombreuses dragues regroupées en quatre zones (D1 à D4), quatre prélèvements de surface de type Reineck (KR) et les sommets de quatre carottes Küllenberg (KS13, 15, 17 et 18). Les sédiments se présentent sous les faciès de vases argilo-silteuses ou silto-argileuses, faiblement carbonatées (5 à 15 %), souvent riches en débris ligneux (stations 13 et 15) et de sables terrigènes peu carbonatés

a

Core N° levels cm	Smectite	Illite	Kaolinite	Chlorite	Core N° levels cm	Smectite	Illite	Kaolinite	Chlorite	Core N° levels cm	Smectite	Illite	Kaolinite	Chlorite
KR 11	0 53	27	10	10	KS 11	2 56	22	15	7	KS 11	248 57	14	19	10
1 41	33	16	10	40	46	18	24	12	260	49	27	14	10	10
2 48	26	16	10	60	41	15	27	17	297	46	26	16	12	12
3 39	33	16	12	75	43	24	21	12	304	50	26	14	10	10
4 41	29	19	11	158	46	22	19	13	400	56	19	16	9	9
5 58	17	15	10	160	45	25	17	13	465	47	22	18	13	13
6 50	9	36	5	180	41	18	27	14	485	44	28	18	10	11
7 48	16	20	16	195	46	26	17	11	495	50	25	14	11	11
8 63	0,1	20	17	198	36	28	21	15	527	43	29	16	12	12
13 64	11	15	10	199	54	15	19	12	600	51	25	14	10	10
				210	46	24	16	14	630	40	27	20	13	13
				220	49	27	14	10						
KR 12	0 17	36	20	27	5 22	26	20	32	172	24	33	11	32	
1 23	38	16	23	10	11	34	4	51	192	20	39	10	31	
1,5 24	35	12	28	12	28	28	13	31	213	23	31	7	39	
2 11	50	11	28	15	22	40	7	31	285	34	32	13	21	
3 13	44	18	25	17	37	27	10	26	345	19	36	14	31	
4 14	48	16	22	25	31	27	11	31	372	24	29	27	20	
5 17	39	16	28	40	25	31	6	38	352	30	30	15	25	
6 18	43	14	25	73	28	34	14	24	405	33	33	14	20	
7 16	39	17	28	93	30	30	24	16	542	22	33	32	13	
8 18	42	11	29	125	34	25	15	26	550	27	29	33	11	
9 22	38	9	31	128	36	24	20	20	560	26	30	29	15	
12,5 26	28	14	32	132	28	36	12	24	604	35	20	28	17	
13 22	40	10	28	138	26	31	10	33	650	29	29	29	13	
18 0,1	0,1	0,1	0,1	142	26	30	11	33	680	16	33	13	38	
23 0,1	0,1	0,1	0,1	145	27	27	14	32	630	22	33	18	27	
24 0,5	2,6	1,7	2,2	154	22	35	10	33						
28 3,1	2,7	2,1	2,1	162	17	30	1,7	3,6						
33 0,1	0,1	0,1	0,1	169	22	2,9	9	4,0						
KR 13	0 0,1	4,2	3,8	2,0	10	15	3,2	3,8	15	0	2,1	3,5	2,9	1,5
1 1,2	3,8	3,3	1,7	2,5	1,3	3,0	3,5	2,2	1	2,8	2,8	2,6	1,8	
2 0,1	3,5	4,6	1,9	9,0	8	3,3	3,9	2,0	2	2,6	2,6	3,4	1,4	
3 1,8	3,8	2,8	1,6	15,0	1,6	2,3	3,4	1,7	3	0,1	0,1	0,1	0,1	
4 1,2	4,3	3,6	9	18,0	1,8	2,7	3,5	2,0	4	2,2	2,7	3,7	1,4	
5 1,8	2,7	3,7	1,8	25,0	1,3	2,9	3,6	2,2	5	2,6	2,7	2,5	1,2	
6 2,0	3,5	3,6	9	38,0	1,9	2,3	4,2	1,5	6	2,6	2,6	3,4	1,4	
7 1,7	3,5	3,2	1,6	41,0	1,0	3,1	4,5	1,4	7	1,8	3,5	3,7	1,0	
8 1,9	3,9	2,8	1,4	45,0	1,7	2,9	3,8	1,6	8	0,1	0,1	0,1	0,1	
9 0,1	0,1	0,1	0,1	48,0	1,3	3,0	4,2	1,5	9	1,9	3,7	3,0	1,4	
10 2,0	2,6	3,6	1,8	53,0	1,4	3,1	4,4	1,1	10	2,5	2,7	3,5	1,3	
15 0,1	0,1	0,1	0,1	56,0	2,0	2,8	3,6	1,6	15	2,7	2,7	3,2	1,4	
20 0,1	0,1	0,1	0,1	58,0	1,3	2,7	4,8	1,2	20	1,7	2,9	4,0	1,4	
25 1,1	3,6	3,5	1,8	58,1	1,7	2,2	3,9	2,2	25	2,3	2,7	4,5	5	
30 2,2	3,3	3,0	1,5	62,0	1,6	2,8	3,7	1,9						
35 1,4	3,4	3,2	2,0	68,0	1,7	2,6	4,7	1,0	81	1,4	2,8	3,8	2,0	
37 1,5	3,0	4,2	1,3	73,9	1,5	3,1	3,9	1,5	102	1,4	2,4	4,6	1,6	
				74,0	1,2	2,4	5,1	1,2	57,6	1,6	2,5	4,4	1,5	
KR 14	0 9	40	18	33	2 14	41	9	3,6						
1 4	57	10	29	18	17	27	10	4,6						
2 0,1	5,6	7	37	34	22	30	8	4,0						
3 7	50	15	28	41	15	40	10	3,5						
4 15	49	5	30	48	0,1	44	12	4,4						
5 10	47	14	29	59	14	34	10	4,2						
6 19	35	6	40	103	1,6	28	10	4,6						
7 16	44	10	30	110	2,2	29	9	4,0						
8 14	44	10	32	118	1,7	33	8	4,2						
9 20	36	10	34	125	2,0	32	10	3,8						
13 14	43	10	33	172	1,8	37	11	3,4						
18 11	50	9	30	177	1,2	43	7	3,8						
23 22	45	10	23	183	1,8	38	6	3,8						
27 30	35	13	22	185	2,2	34	9	3,5						
33 23	41	9	27	370	2,1	35	13	2,8						
37 27	31	10	32	419	2,5	37	13	2,5						

Core N° levels cm	Smectite	Illite	Kaolinite	Chlorite	Core N° levels cm	Smectite	Illite	Kaolinite	Chlorite
KR 14	0 9	40	18	33	2 14	41	9	3,6	
1 4	57	10	29	18	17	27	10	4,6	
2 0,1	5,6	7	37	34	22	30	8	4,0	
3 7	50	15	28	41	15	40	10	3,5	
4 15	49	5	30	48	0,1	44	12	4,4	
5 10	47	14	29	59	14	34	10	4,2	
6 19	35	6	40	103	1,6	28	10	4,6	
7 16	44	10	30	110	2,2	29	9	4,0	
8 14	44	10	32	118	1,7	33	8	4,2	
9 20	36	10	34	125	2,0	32	10	3,8	
13 14	43	10	33	172	1,8	37	11	3,4	
18 11	50	9	30	177	1,2	43	7	3,8	
23 22	45	10	23	183	1,8	38	6	3,8	
27 30	35	13	22	185	2,2	34	9	3,5	
33 23	41	9	27	370	2,1	35	13	2,8	
37 27	31	10	32	419	2,5	37	13	2,5	

Sédiments superficiels

Core N°	Smectite	Illite	Kaolinite	Chlorite	Dragage 1	Smectite	Illite	Kaolinite	Chlorite
Core 11	48	30	12	10	Dragage 1	25	24	37	14
Core 12	17	40	15	20	Dragage 2	26	25	39	16
Core 13	10	35	35	20	Dragage 3	12	35	38	15
Core 14	6	50	14	30	Dragage 4	12	35	38	15
Core 15	24	32	28	14	Dragage 5	17	16	14	53
Core 16	20	35	15	30	Dragage 6	22	38	13	27
Core 18	20	40	30	10	Dragage 7	13	35	4	48
Core 19	29	32	19	20	Dragage 8	29	29	33	9
					Dragage 9	8	37	12	43
					Dragage 10	22	31	12,5	37,5

b

Bassin Nord MAKASSAR		Pyroxènes augites	Pyroxènes hypersthène	Amphiboles Vertes	Amphiboles brunes	Grenat	Tourmaline	Zircons	Biotite	Autres
Sables moyens à fins beige	KS 12	20	32	20	22		3	1		2
		2,6	2,6	1,1	1,0		4	13		9
						1				
Sables moyens à fins gris	KS 19	1,3	5,0	1,7	1,9	1		1		
		1,7	3,1	1,8	2,9	2				
	KS 14	1,0		4,7					30	1,3
D6		2		7,7						

(0 à 30 %, stations 13, 15 et D1, D2) ou biogènes carbonatés (>75 %, stations 17, 18).

Les phases argileuses sont dominées par la kaolinite (35-40 %) et l'illite (25-30 %), avec de moindres proportions de chlorite (15-20 %) et de smectite (15 %). Le rapport K/C (kaolinite/chlorite) est égal ou supérieur à 2. Il peut être considéré comme représentatif de l'indice local d'altération; la kaolinite résultant d'une altération en climat tropical de divers constituants (ex : feldspaths, micas), la chlorite représentant à l'inverse un minéral fragile dont la présence traduit l'absence ou la faiblesse des altérations. Le cortège rencontré ici est voisin de ceux observés dans différents dépôts sablo- à silto-argileux du delta de la Mahakam (Allen *et al.*, 1979; Latouche et Maillat, 1987).

Les sables terrigènes, abondants dans les formations deltaïques, ont été décrits par Allen *et al.* (1979). Dans les distributaires, ce sont des sables moyens, assez bien classés, à quartz anguleux dominants, associés à des lithoclastes (20-25 %), à de rares feldspaths (plagioclases, 3-5 %) et à des minéraux lourds (3-5 %). Parmi ces derniers, on observe une prédominance des pyroxènes (dont de l'hypersthène) et des amphiboles associés à de rares épidotes, staurotides, zircons et tourmalines. Enfin, des débris végétaux sont présents (2%) ainsi que des traces de carbonates. Le matériel devient plus fin au niveau du "delta front" et les quartz plus émoussés (sub-arrondis à arrondis). Dans les environnements latéraux au delta, les sables littoraux sont moins influencés par les apports de la Mahakam : le matériel provient plutôt du remaniement de dépôts côtiers plus anciens (Allen *et al.*, 1979) ; localement les minéraux lourds sont essentiellement constitués de zircons associés à des minéraux opaques.

Le matériel biogène peut se présenter sous la forme de sables bioclastiques, grossiers ($Md = 500 \mu m$). Ces sables sont développés dans les secteurs abrités de la plate-forme, au Nord (station 17), comme au Sud (D1) du delta. Au Nord, la fraction supérieure à $200 \mu m$ est composée par des débris plus ou moins usés de lamellibranches, de gastéropodes, d'algues rouges, de polypiers et d'échinodermes associés à de nombreux foraminifères de types Nummulitidés, Amphistéginitidés, Calcarinidés, Rotalidés et Homotrématidés dont les tests sont souvent épigénisés par des minéraux verts alors que la fraction sableuse inférieure à $200 \mu m$ montre une très nette prédominance des foraminifères pélagiques, des ptéropodes et des spicules d'éponges siliceuses, mélangés à de faibles proportions de bioclastes des types précédents. Ces matériaux résultent, pour l'essentiel, de l'érosion, sur place, d'édifices récifaux, installés sur la plate-forme. Rencontrés à de plus grandes profondeurs, sur la pente continentale (station 18, 340 m), ils sont mis en place par des écoulements gravitaires, (slump ou débris-flow). Les constituants observés sont comparables à ceux décrits par Coustillas (1983) et Hoibian (1984), sur la plate-forme, plus au Sud.

Le matériel biogène peut aussi être plus ou moins abondant dans les vases du plateau (5 à 25 %). Différents types d'associations ont pu être ainsi mis en évidence : débris coquilliers et micro-organismes benthiques provenant soit de secteurs très littoraux, soit des plate-formes interne et externe, soit de milieux océaniques encore plus ouverts, (association de foraminifères benthiques et pélagiques).

Enfin, la matière organique figurée, plus ou moins épigénisée par des monosulfures, est souvent abondante. Elle est identique à celle observée dans le delta ou dans les cordons de plages (Allen *et al.*, 1979). De plus, des études détaillées (Bellet, 1987 ; Palacios, 1987 ; Pelet, 1987) montrent que d'une façon générale, la matière organique présente un certain degré d'évolution et est relativement riche en acides humiques ; elle résulterait d'un mélange d'apports continentaux frais et de matériaux qui auraient subi une première phase de maturation au niveau du delta avant d'être remaniés.

En résumé, deux sources "Kalimantan" de sédiments peuvent être distinguées. Tout d'abord une source continentale dont les critères de reconnaissance sont l'abondance des quartz, les faibles pourcentages de feldspaths, des minéraux lourds à hypersthènes dominants, une association kaolinite-illite, de nombreux débris ligneux et enfin une matière organique relativement évoluée. A côté de cette source principale, intervient une source thalassogène, caractérisée soit par des matériaux bioclastiques récifaux, soit par des associations d'organismes de plate-forme ou de milieux plus océaniques.

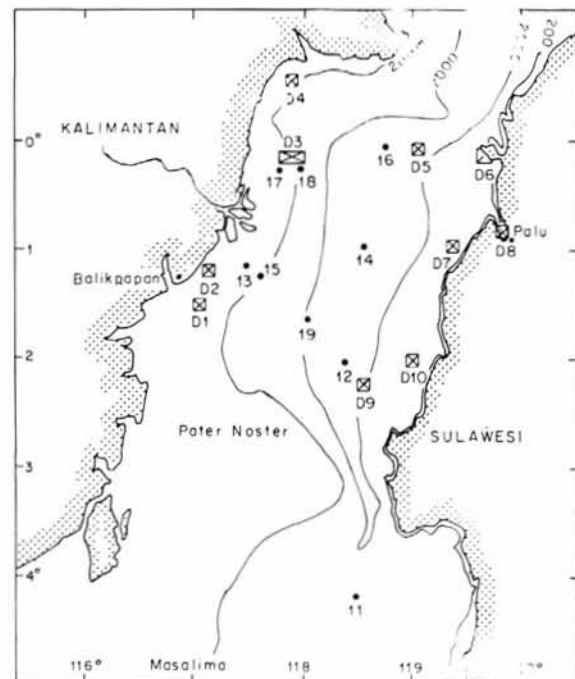


Figure 3

Localisation des prélèvements : D1 à D10, dragues ; 11 à 19, stations de carottage Küllenberg et Reineck).
Dredges and cores location: D1 to D10, dredges; 11 to 19, cores).

Marge du bassin Sud-Makassar

La partie sud de la marge Kalimantan est marquée par un très fort élargissement de la plate-forme continentale au niveau des Paternoster. Cette morphologie, l'éloignement par rapport au delta de la Mahakam et les très faibles apports terrigènes depuis le domaine continental directement adjacent font que cette région n'est que faiblement alimentée. Du Nord vers le Sud de ce plateau, les travaux de Boichard *et al.* (1985) montrent une diminution progressive du pourcentage de la kaolinite issue de la Mahakam et une augmentation des smectites. Il est difficile d'avancer pour celle-ci une origine précise: le proche continent par altération des roches basiques des Monts Meratus voisins et/ou un domaine continental plus lointain, les îles volcaniques de Java ou Sumatra, avec un transport par les courants marins.

Les dépôts (Boichard *et al.*, 1985) sont essentiellement des sables carbonatés, moyens à grossiers. Au voisinage des îles, ce sont des sables subrécifaux (débris de coraux, algues rouges, mollusques, foraminifères); dans les grands chenaux balayés par les courants, ce sont les foraminifères benthiques qui prédominent; sur la bordure du plateau et le sommet de la pente continentale (secteur de Masalima), les sédiments riches en glauconie et constitués de coccolithes et de foraminifères planctoniques évoquent, pour ces auteurs, les craies des séries fossiles.

CARACTERES DES SÉDIMENTS SUPERFICIELS SUR LA MARGE DE SULAWESI : LES SOURCES "SULAWESI"

Les dépôts marins de la seule partie septentrionale de la marge ont été échantillonnés.

Marge du bassin Nord-Makassar

Les dépôts directement alimentés par le continent ou le littoral de Sulawesi ont été analysés à partir de seize dragues appartenant à six secteurs (fig. 3, D5 à D10). Les sédiments, peu carbonatés (5-20 %, exceptionnellement 50 %), sont des vases silto-argileuses et des sables argileux légèrement glauconieux.

Le cortège des argiles est marqué par la prédominance de la chlorite (35 à 45 %) et de l'illite (30 à 40 %), associés à de la kaolinite (10 %) et des smectites (15 à 20 %), et témoigne d'une érosion sans altération pédologique importante. Le rapport kaolinite/chlorite est toujours nettement inférieur à 1.

Le matériel sableux très varié permet de différencier deux domaines : au Nord (D6, D7 et D8), une zone riche en éléments lithiques variés associés à des amphiboles et feldspaths ; au Sud (D9 et D10), une zone à éléments lithiques différents (granites ou schistes et roches vertes), à pyroxènes (augites) et micas (surtout biotite). Il s'agit d'un matériau minéralogiquement fragile, n'ayant subi ni altération et transport importants, ni remaniement. Les

débris ligneux peuvent localement être abondants, plus ou moins épigénisés par des monosulfures.

Enfin, le matériel biogène est varié dans les zones peu profondes avec généralement des foraminifères benthiques (notamment des Nummulitidés), associés à des fragments de mollusques et d'oursins. Un seul site présente une faune péricarinale (D7 à -170 m). Dans tous les cas, les tests de bioclastes sont usés et ferruginisés, évoquant un matériel longtemps remanié. En domaine plus profond, le matériel biogène observé est constitué de foraminifères planctoniques et de spicules siliceux de spongiaires, en proportions variées.

En résumé, sur cette marge, les apports terrigènes sont bien typés et se distinguent de ceux issus de Kalimantan par le caractère peu évolué des matériaux, par la composition des sables, et des argiles. Par contre, les apports biogènes carbonatés, et en particulier les matériaux bioclastiques littoraux, peuvent être confondus avec ceux provenant de Kalimantan.

Marge du bassin Sud-Makassar

En l'absence d'échantillons, les apports "Sulawesi" dans ce bassin n'ont pu être caractérisés avec certitude. Ils pourraient être légèrement différents des apports plus septentrionaux, dans la mesure où la partie sud-ouest de cette île présente, à l'affleurement, des témoins du socle métamorphique et ophiolitique crétacé, absents plus au Nord (Hamilton, 1979). La présence d'augite titanifère, de glaucophane, de radiolarites à la station 11, (fig. 3) pourrait traduire des matériaux issus du démantèlement de ces affleurements.

LES SÉDIMENTS SUPERFICIELS DES DOMAINES PROFONDS : INTERPRÉTATION

Considérons maintenant les sédiments de surface (fig. 3), recueillis dans l'ensemble du détroit de Makassar (fig. 4), à la lumière des informations ainsi obtenues sur les sources de matériaux disponibles. Ces sédiments sont constitués de vases silto-argileuses ou argilo-silteuses, peu ou très peu carbonatées (0-20 %) ou exceptionnellement de sables silto-argileux (station 14).

Dans le bassin Nord-Makassar, la distribution des argiles, souligne l'influence prépondérante de la source "Kalimantan" (à kaolinite-illite), sur les seuls plateau et pente de Kalimantan. Le glacis continental (KR19), la plaine abyssale (KS 16, KR 14, D5 et D9) et la pente de Sulawesi (D6 à D10) présentent, au contraire, un cortège dominé par chlorite-illite, de type "Sulawesi". De même, les analyses sur la matière organique (Vandenbroucke *et al.*, 1987) et sur le comportement des bactéries (Marty et Garcin, 1987 ; Castanier, 1987) réalisées au sommet du prélèvement KS12, montrent que celle-ci, très fragile et très fraîche, ne semble pas avoir subi d'évolution importante. Ce caractère qui l'oppose à celle provenant de Kalimantan, signerait une origine "Sulawesi". Cette

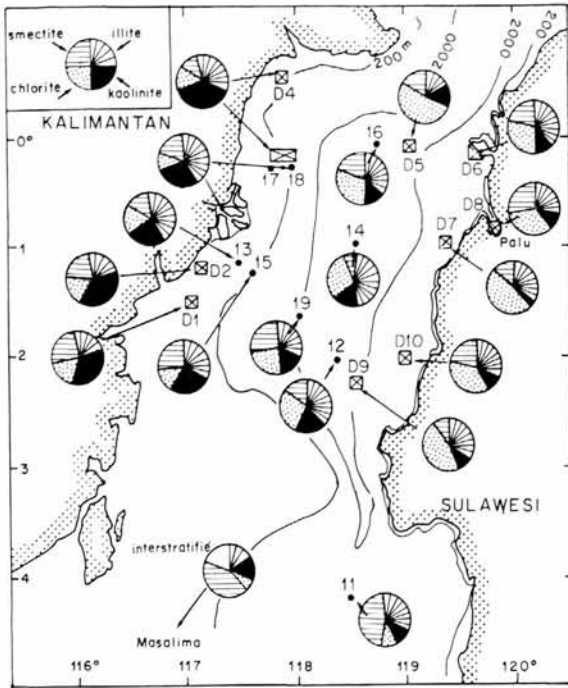


Figure 4

Les minéraux argileux dans les sédiments superficiels.
Clay mineral assemblages in the present superficial deposits.

source joue donc actuellement un rôle majeur dans l'alimentation de la partie profonde du bassin. Sur la marge "Kalimantan" du bassin Sud, depuis la plate-forme subrécifale des Paternoster jusqu'au secteur Masalima, les proportions de kaolinite diminuent au profit des smectites que l'on retrouve en abondance sur le fond du bassin (KS11). L'origine hypothétique de ces smectites, déjà évoquée, sera envisagée plus loin à la lumière des données fournies par l'ensemble des dépôts du Quaternaire récent. Comme pour la KS12, la fraîcheur de la matière organique de ces sédiments laisserait supposer une origine "Sulawesi", et le développement de bactéries méthanogènes (Marty et Garcin, 1987) suggère un fort taux de sédimentation.

LES DÉPÔTS DU QUATÉNAIRE RÉCENT: INTERPRÉTATION

Six carottes Küllenberg ont été analysées, cinq dans le bassin Nord-Makassar où elles constituent approximativement une radiale depuis la plate-forme de Kalimantan jusqu'au domaine abyssal (KS 13, 15, 19, 12 et 14, fig. 1 et 5 à 9) et une dans le bassin Sud (KS11, fig. 1 et 10).

Dans le bassin Nord-Makassar

LES DONNÉES SÉDIMENTOLOGIQUES ET STRATIGRAPHIQUES

Sur la plate-forme de Kalimantan, le prélèvement KS13 (50 m, fig. 5), présente la superposition de vases azoïques, très riches en débris ligneux et de caractère

deltaïque, à la base, et de vases à microfaune nettement marine, au sommet. Ces deux ensembles recouvrent le Pléistocène terminal (le dernier bas niveau marin), et la remontée marine holocène, (Gayet *et al.*, 1990 a). Dans les deux types de vase, le cortège argileux varie peu et conserve un cachet "Kalimantan" (K/C compris entre 1,5 et 4).

Sur la pente de cette marge, les dépôts (KS15, 250 m, fig. 6), montrent également la succession de deux ensembles lithologiques marquant la même évolution paléogéographique que pour KS13. A la base, les dépôts silto-argileux conservent un caractère nettement deltaïque; au-dessus, les vases ont un caractère progressivement plus océanique. Comme précédemment, ces dépôts recouvrent une période qui correspond au Pléistocène terminal et à l'Holocène et une datation au ^{14}C , effectuée au niveau du changement de la lithologie (4,40m) a donné un âge de 11560 ± 330 ans B.P. (Gayet *et al.*, 1990 a). Comme pour la plate-forme, le cortège argileux, typique de la source "Kalimantan", reste constant (K/C >2), tout au long de cette période.

Sur le glaciais continental, le prélèvement KS19 (1975 m, fig. 7) est caractérisé par une plus grande diversité de faciès. A la base, une alternance de lits sableux turbiditiques épais et de vases turbiditiques ou hémipélagiques moins épaisses correspond au Pléistocène terminal (dernière période glaciaire). Au sommet (au-dessus de 2,10 m), dans des vases plus homogènes, la phase de déglaciation et l'Holocène (au-dessus de 0,80m) ont été distingués (Gayet *et al.*, 1990 b). Les sables sont gris, fins à moyens (Md: 120 à 250 μm) et présentent un cortège minéralogique typique de la source "Kalimantan": quartz incolores subanguleux à subémoussés (70 à 90%), associés à de rares lithoclastes et micas (1 %), feldspaths (5 %) et minéraux lourds (1 à 5 %, dont la moitié du type hypersthène). Dans quelques niveaux, ces sables deviennent mal classés (bimodaux) par adjonction d'un deuxième stock de matériel caractérisé par des quartz ocres, fortement émoussés associés à d'abondants débris ligneux et à une fraction biogène carbonatée plus importante (15%) constituée d'organismes pélagiques. Le premier stock serait directement alimenté par les sables deltaïques de la Mahakam, le second par des dépôts plus anciens de plages à cordons de débris ligneux (Allen *et al.*, 1979). L'analyse des argiles fait apparaître une coupure nette vers 1 m où le rapport K/C, voisin ou supérieur à 2 dans la partie inférieure de la carotte, devient voisin de 1 puis inférieur à 1 dans les 60 cm les plus superficiels. En résumé, sur ce site, si l'essentiel du matériel prélevé provient de Kalimantan, à une période récente qui se situe à la limite inférieure de l'Holocène (vers 10 000 ans B.P.), la source "Sulawesi" devient prédominante et alimente les dépôts les plus superficiels. La prédominance de la source "Sulawesi" caractériserait l'Holocène et celle de la source "Kalimantan", le dernier glaciaire (ou au moins la fin de cette période) et la phase de déglaciation qui l'a suivi.

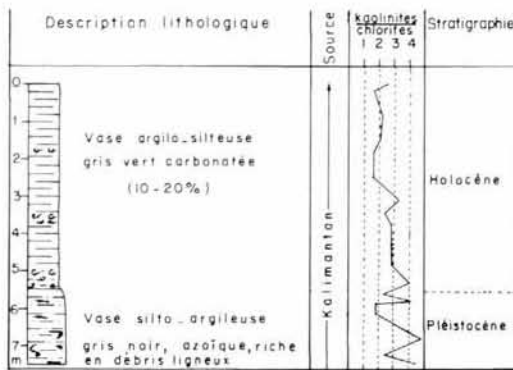


Figure 5

KS 13 : Données sédimentologiques et stratigraphiques.
 KS 13 : *Sedimentological and stratigraphical data.*

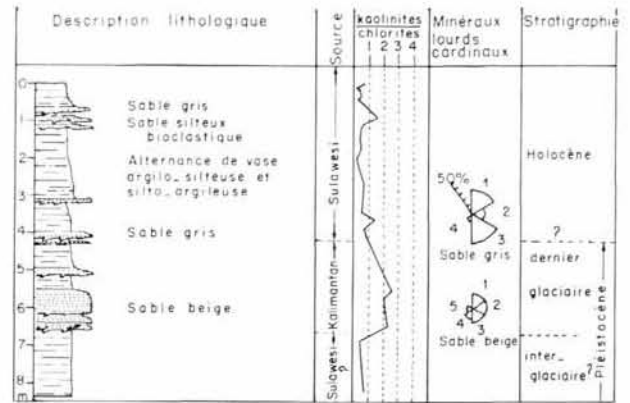


Figure 6

KS 15 : Données sédimentologiques et stratigraphiques.
 KS 15 : *Sedimentological and stratigraphical data.*

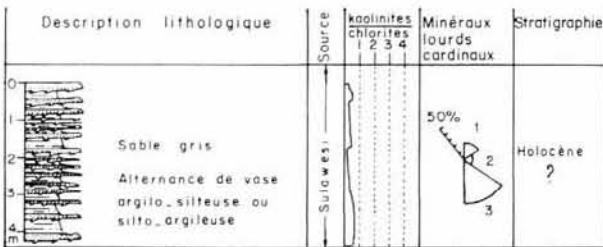


Figure 7

KS 19 : Données sédimentologiques et stratigraphiques, (Pyroxènes : 1 = augite, 2 = hypersthène) ; (Amphiboles : 3 = vertes, 4 = brunes, 5 = basalitines) .
 KS 19 : *Sedimentological and stratigraphical data, (Pyroxenes : 1 = augite, 2 = hypersthene) ; (Amphiboles, 3 = green, 4 = brown, 5 = basalitines).*

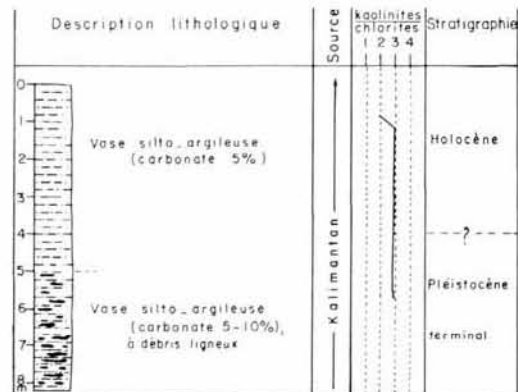


Figure 8

KS 12 : Données sédimentologiques et stratigraphiques.
 KS 12 : *Sedimentological and stratigraphical data.*

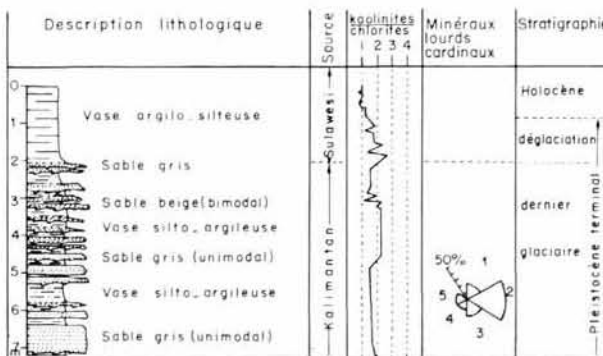


Figure 9

KS 14 : Données sédimentologiques et stratigraphiques, (Pyroxènes : 1 = augite, 2 = hypersthène) ; (Amphiboles vertes = 3).
 KS 14 : *Sedimentological and stratigraphical data, (Pyroxenes : 1 = augite, 2 = hypersthene), (Green amphiboles = 3).*

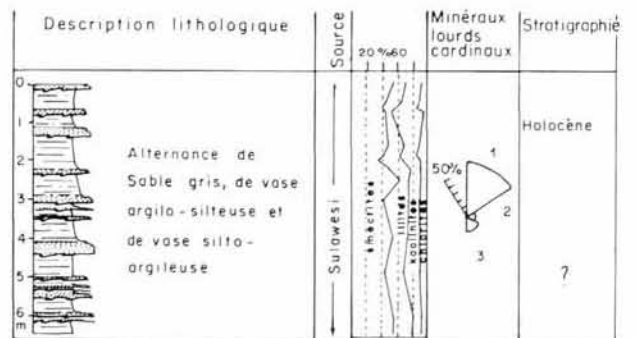


Figure 10

KS 11 : Données sédimentologiques et stratigraphiques, (Pyroxènes : 1 = augite, 2 = hypersthène) ; (Amphiboles vertes = 3).
 KS 11 : *Sedimentological and stratigraphical data, (Pyroxenes : 1 = augite, 2 = hypersthene), (Green amphiboles = 3).*

Sur la partie méridionale de la plaine abyssale (KS12, 2230 m, fig. 8), la sédimentation est encore turbiditique mais avec une importance moindre des niveaux sableux par rapport aux niveaux de vases.

Ces dépôts n'ont pu être datés avec précision, (Gayet *et al.*, 1990 a). Toutefois une datation au ^{14}C effectuée entre 1,80 m et 1,90 m a donné un âge de 4970 ± 410 ans B.P. Les variations minéralogiques suivantes ont été observées. Entre 4,10 m et 6,60 m, le cortège des minéraux lourds, (50 % de pyroxènes -dont 30 % d'hypersthène- 35 % d'amphiboles) indique une origine "Kalimantan". Ces sables sont beiges, fins à moyens, avec des composants proches de ceux du second stock évoqué précédemment. Ils n'en diffèrent que par la présence de fragments de grès de plage arrachés aux abrupts plio-miocènes affleurant sur la plate-forme, celle de proportions non négligeables de zircon émoussés (10-15 %), ainsi que par un fort pourcentage d'organismes littoraux frais et de bioclastes usés et ferruginisés. Il s'agirait d'un troisième stock alimenté par un mélange de matériel ancien et récent provenant d'un domaine littoral adjacent au delta. L'origine "Kalimantan" de ces sédiments est confirmée par le cortège des argiles avec un rapport K/C voisin ou supérieur à 2. Au-dessus, entre 4,10 et 3,95 m, le niveau grossier est constitué par des sables gris, moyens à fins avec des quartz incolores, anguleux à subanguleux, associés à de nombreux feldspaths ou plagioclases (jusqu'à 30 %), de la biotite en proportions variables et des lithoclastes gris (5-10 %) provenant de roches volcaniques ou de micaschistes. Les minéraux lourds présentent un fort pourcentage d'amphiboles (42 %) et de pyroxènes (44 %) mais avec seulement 9 % d'hypersthène, le cortège des argiles montre une prédominance de la chlorite. Ces caractères indiquent une origine "Sulawesi" de ce matériel. Au-dessus, à partir de 3,20 m, les niveaux silto-sableux, essentiellement quartzeux, sont constitués d'un matériau trop fin pour une identification précise des sources. Par contre, les valeurs de K/C, dans l'ensemble nettement inférieures à 1, sont toujours typiques de la source "Sulawesi". Sur ce site, les dépôts ont également enregistré un changement majeur dans l'alimentation du domaine profond. La datation au ^{14}C effectuée de 1,80 à 1,90 m sous la surface indique un taux de sédimentation de 50 cm / 1000 ans pour l'Holocène supérieur. Au-dessous, entre 1,90 m et 4 m, on peut penser que les taux de sédimentation sont similaires dans la mesure où la lithologie des dépôts est identique avec des vases à rares lits silto-sableux.

Dans ces conditions, l'extrapolation d'un taux de 50 cm / 1000 ans aux quatre mètres de sédiments situés au sommet de la carotte, donne un âge d'environ 10 000 ans B.P. pour le changement de source.

Enfin, sur la partie centrale, plus profonde de la plaine abyssale (KS14, 2290 m, fig. 9), le caractère turbiditique de la sédimentation est encore plus marqué.

Aucune indication stratigraphique fiable n'a été fournie par ces sédiments remaniés par des courants de turbidité

de fortes vitesse et densité. Les sables sont les plus grossiers de tous ceux rencontrés dans le détroit, ($100 < \text{Md} < 350 \mu\text{m}$). Ils sont comparables aux sables gris du prélèvement précédent : quartz frais peu ou pas émoussés, lithoclastes de roches éruptives ou métamorphiques, feldspaths abondants (jusqu'à 50 %), minéraux lourds à forts pourcentages d'amphiboles vertes (68 %), biotites, et cortège argileux à chlorite (40 %) et illite (25 à 40 %) prédominantes. De même, dans les vases le rapport K/C est toujours inférieur à 1. Ces résultats témoignent d'une alimentation permanente depuis la source "Sulawesi".

En conclusion dans le bassin Nord-Makassar, sur le glacis de Kalimantan et dans la plaine abyssale les dépôts du Quaternaire récent sont constitués de matériaux terrigènes d'origine continentale et mis en place essentiellement par des courants de turbidité.

On notera l'absence totale de turbidites de matériel bioclastique subrécifal. Selon les périodes, les sédiments terrigènes semblent, d'après le cortège minéralogique, provenir tantôt de Kalimantan, tantôt de Sulawesi.

INTERPRÉTATION : UN MODELE POUR LE BASSIN NORD-MAKASSAR

Bien que fragmentaires, les données stratigraphiques, laissent supposer que les variations observées dans l'origine des sédiments, avec un changement majeur entre approximativement 10 000 et 11 500 ans B.P., puissent être corrélées avec les variations récentes du niveau de la mer.

Un modèle simple qui tient compte des caractères morphostructuraux des deux marges et de leur potentialité en apports terrigènes permet d'interpréter ces observations, (fig. 11).

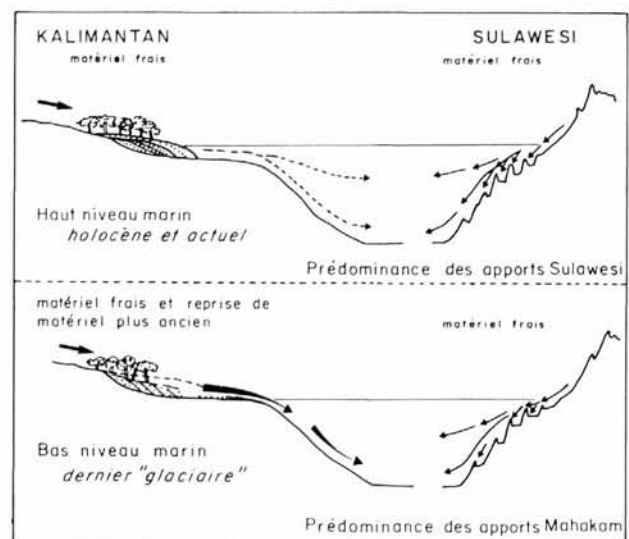


Figure 11

Schéma interprétatif des changements de source de sédiments, en liaison avec les variations du niveau marin au Quaternaire récent.
Model of sediment sources changes in relation with sea-level variations during the recent Quaternary.

• En période de bas niveau marin, la Mahakam déverse directement sur le talus continental l'essentiel des matériaux transportés depuis les reliefs de Kalimantan. De plus, elle érode une partie des dépôts deltaïques ou alluviaux côtiers antérieurement accumulés. De ce fait, des apports très importants constitués d'un mélange de matériaux récents et frais ou anciens et plus évolués sont introduits vers les domaines profonds. La première phase de remontée du niveau marin ne fait qu'accentuer ces apports en favorisant la remobilisation des sédiments restés accumulés sur la bordure du talus. A la même période, sur la marge de Sulawesi est amené du matériel terrigène frais mais en plus faible quantité compte-tenu des caractères géomorphologiques du continent voisin. Ce matériel est dilué par les apports de Kalimantan qui prédominent largement dans les sédiments profonds. De tels dépôts se rencontrent à la base des carottes KS19 (jusqu'à 0,80 m) et KS12 (entre 6,60 et 4,10 m).

• En période de haut niveau marin, l'élargissement de la plate-forme de Kalimantan entraîne un blocage partiel des apports de la Mahakam utilisés à l'édification d'un nouveau delta. De moins en moins de matériaux arrivent en domaine profond. Sur la marge de Sulawesi où, étant donné les caractères morphologiques de la marge, les conditions n'ont pas fondamentalement changé par rapport à la période précédente, les apports sont alors relativement plus abondants que ceux en provenance de Kalimantan. La source "Sulawesi" devient ainsi prédominante dans l'alimentation de la sédimentation profonde caractérisée par un matériel frais peu évolué. Le synchronisme entre l'âge du changement majeur de sources et celui du début de la construction du delta actuel (vers 9 000 - 7 000 ans B.P., d'après Allen *et al.*, 1979) conforte ce modèle. Il explique également bien les variations observées dans le degré d'évolution de la matière organique. Dans ces conditions, les dépôts de la carotte KS14, qui dans leur totalité sont d'origine Sulawesi, pourraient représenter la seule sédimentation holocène. Dans la carotte KS12, sous les dépôts holocènes alimentés par Sulawesi, les sédiments turbiditiques de la partie médiane du prélèvement, issus de Kalimantan, correspondraient au bas niveau marin anté-holocène, c'est-à-dire au dernier maximum Glaciaire et les dépôts non datés de la base de la carotte, qui présentent un rapport K/C faible, source "Sulawesi", pourraient alors correspondre à la période du haut niveau marin précédent.

Dans le bassin Sud-Makassar

Dans le bassin Sud-Makassar, un seul prélèvement (KS11, 1990 m, fig. 10) a permis d'étudier l'évolution des sources des sédiments récemment déposés. Ceux-ci présentent une assez grande variété de faciès avec des vases argilo-silteuses turbiditiques ou hémipélagiques, des sables silteux de matériaux terrigènes et des sables carbonatés (carbonates > 30 %).

Les vases montrent un cortège argileux dominé par les smectites (45 %), avec des proportions voisines de

kaolinite et d'illite (20 %) ainsi que de la chlorite. Ce cortège est très proche de celui décrit sur la plate-forme adjacente de Kalimantan. La fraction sableuse des turbidites terrigènes est constituée de quartz subanguleux à subémoussés, de feldspaths abondants, essentiellement de type plagioclases, de biotites en proportions variables, de nombreux débris ligneux et de minéraux lourds à forts pourcentages d'augites titanifères (80 %), à amphiboles vertes ou bleues (5-10 %) et à rares minéraux accessoires, parmi lesquels du glaucophane. Les argiles associées sont identiques à celles des vases (smectite: 40-50 %, illite : 25-30 %, kaolinite: 15 %, chlorite : 10 %). Ces sables sont soit bien classés, avec de faibles pourcentages de matériel biogène carbonaté d'origine pélagique, soit mal classés (bimodaux) avec des proportions plus importantes de bioclastes (mollusques variés) et foraminifères pélagiques et benthiques littoraux, (certaines formes anciennes étant très usées, voire fossiles ou épigénisées par de la "glauconie"). D'après le cortège des minéraux lourds, ces sédiments proviendraient de Sulawesi ; il faut donc envisager également une origine identique pour les argiles de ces turbidites. En conséquence, les apports argileux issus de la marge de Sulawesi et ceux susceptibles d'être alimentés par la plate-forme de Lima (Kalimantan) auraient des caractères identiques.

Les sables carbonatés, rencontrés dans un seul niveau (3,20 à 3,10 m) sont beaucoup plus grossiers avec une moyenne supérieure à 500 µm. Les bioclastes sont composés de fragments de tests de mollusques littoraux variés, accompagnés de rares dentales, échinodermes et miliolidés ainsi que de très rares débris de polypiens et de bryozoaires. Ce stock présente un mélange de formes très fraîches et de formes usées, associées à des grains glauconiques. La fraction sableuse terrigène (70 %) est très proche de celle décrite pour les sables précédents. Il est donc logique de rechercher encore la source de ce matériel sur la marge de Sulawesi.

En résumé, tout au long de ce prélèvement, il n'a pas été observé de coupures nettes dans l'origine des sédiments mais plutôt une assez grande constance des sources. Une datation effectuée à 1,80 m a donné un âge de 9 360 + 480 ans B.P. Bien que ces dépôts soient perturbés par les écoulements gravitaires, on peut considérer qu'ils représentent le Quaternaire récent, (Gayet *et al.*, 1990 a). Pour cette période, on retiendra que dans le bassin Sud-Makassar, la sédimentation résulte essentiellement d'apports issus de Sulawesi.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Dans le détroit de Makassar, les sédiments quaternaires profonds sont surtout constitués de matériaux terrigènes auxquels sont associés des matériaux biogènes carbonatés en proportions variables mais le plus souvent faibles.

Dans le bassin principal Nord-Makassar, le matériel terrigène provient de deux sources bien distinctes constituées par les deux marges continentales qui bordent à l'Ouest et à l'Est le détroit :

- la source Kalimantan, à l'Ouest, est caractérisée par un mélange de matériel frais et de matériel évolué, composé de quartz associés à de rares feldspaths avec des minéraux lourds à pyroxènes-hypersthène dominant et un cortège argileux à kaolinite-illite ;

- la source Sulawesi à l'Est se distingue par un matériel frais, peu évolué, à quartz plus rares, associés à des feldspaths très abondants, à de fortes proportions de micas, à des minéraux lourds à amphiboles et pyroxènes (augite) prédominants ainsi qu'à un cortège argileux à chlorite-illite.

La répartition verticale de ces cortèges minéralogiques dans les dépôts du Quaternaire récent montre qu'en période de haut niveau marin, la source Sulawesi est prépondérante alors qu'en période de bas niveau marin la source Kalimantan fournit l'essentiel des apports sédimentaires. Ces changements s'expliquent par le jeu de différents facteurs. Les contextes morphologiques et hydrologiques sur les deux continents voisins font que Kalimantan fournit d'énormes quantités de sédiments alors que les potentialités en apports terrigènes sont plus faibles coté Sulawesi. Les caractères morphostructuraux des deux marges, font que les apports de Sulawesi sont à peu près constants quelle que soit la position du niveau marin, alors que ceux issus de Kalimantan sont faibles en période de haut niveau marin et très importants en période de bas niveau marin.

Dans le bassin Sud-Makassar, la sédimentation au Quaternaire récent n'a pas enregistré de changement

dans l'origine des sédiments, alimentés essentiellement par la source Sulawesi.

L'absence d'apports importants depuis Kalimantan peut s'expliquer par l'absence au SE de Kalimantan, de fleuves importants, équivalents de la Mahakam plus au Nord, et par la présence d'une large plate-forme continentale à sédimentation subrécifale, qui piège les faibles apports continentaux. Par contre, la marge de Sulawesi avec un plateau continental étroit et une pente continentale réduite et escarpée, permet un transit rapide du matériel terrigène même si celui-ci n'est pas très abondant.

Ainsi dans le détroit de Makassar, le jeu de facteurs tels que le contexte hydrologique et morphologique sur les continents voisins, la distribution des grands émissaires, les caractères morpho-tectoniques des marges et les variations du niveau marin expliquent le rôle des différentes sources de sédiments dans l'alimentation des dépôts profonds au cours du Quaternaire récent.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement l'ensemble de l'équipage du N/O Jean Charcot grâce auquel a été réalisée la mission Misedor, ainsi que la société CFP-TOTAL qui a bien voulu mettre à leur disposition un certain nombre de dragages effectués lors des missions Corindon.

Ce travail a été effectué grâce au soutien financier du CNRS et du Comité d'Etudes Géochimiques Marines, dans le cadre des recherches effectuées sur la géochimie organique des sédiments marins.

REFERENCES

- Allen G.P., D. Laurier, J. Thouvenin (1979). Etude sédimentologique du delta de la Mahakam. Notes et Mémoires, TOTAL, Compagnie Française des Pétroles, Paris, 1-156.
- Bellet J. (1987). Le sondage Misedor. Palynofaciès et analyse élémentaire de la matière organique, in : Le sondage MISEDOR, Technip, Paris, 183-196.
- Boichard R., P.F. Burolet, B. Lambert, J-M. Villain (1985). La plate-forme carbonatée du Paternoster. Est-Kalimantan (Indonésie). Etude sédimentologique et écologique, in : *Notes et Mémoires*, 20, TOTAL, Compagnie Française des Pétroles, 103 pp.
- Brown G. (1961). The X-Ray identification and crystal structures of clays minerals. Mineralogical Society, London, 544 pp.
- Castanier S. (1987). Microbiologie : processus et modalités de la carbonato-génèse bactérienne. Thèse Doctorat ès Sciences, Université de Nantes, 541 pp.
- Coustillas F. (1983). Les faciès récent de la plate-forme orientale de Kalimantan (Indonésie) et leur contenu micropaléontologique (Foraminifères benthiques). Thèse 3ème Cycle, Univ. de Bordeaux I, n° 1928 : 170 pp.
- Faugères J.-C., J. Gayet, E. Gonthier (1989). Microphysiographie des dépôts quaternaires dans le détroit de Makassar (Océan Indien). Opposition entre une marge stable (Bornéo, Kalimantan) et une marge active (Célèbes, Sulawesi), Société Géologique de France, (8), V, 4, 807-818.
- Gayet J., J.-C. Faugères, E. Gonthier. (1990 a). La sédimentation quaternaire récente dans le détroit de Makassar. *Oceanologica Acta*, sp. 10, ce volume.
- Gayet J., P. Carbonnel, J. Duprat, L. Labeyrie, J.-C. Faugères, E. Gonthier, J. Moyes. (1990 b). Impact de la transgression Holocène sur la sédimentation dans le détroit de Makassar. *Oceanologica Acta*, sp. 10, ce volume.
- Gayet J., Ph. Legigan (1987). Etude sédimentologique du sondage Misedor (delta de la Mahakam, Kalimantan, Indonésie), in : Le sondage MISEDOR, Technip, Paris, 23-71.
- Hamilton W. (1979). Tectonics of the Indonesian region. *U.S. Geological survey professional paper*, 1078, 345 pp.
- Hoibian T. (1984). La microfaune benthique traceur de l'évolution d'un système deltaïque sous climat équatorial : le delta de la Mahakam (Kalimantan). Thèse 3ème Cycle, Univ. de Bordeaux I, n°1969, 213 pp.
- Latouche C., N. Maillet (1987). Etude des cortèges argileux dans les formations deltaïques de la Mahakam (Kalimantan, Indonésie). Essais d'interprétation paléogéographique et paléoclimatique, in : Le sondage Misedor, Technip, Paris, 73-84.
- Magetsari N. A. (1985). L'île de Sulawesi, Indonésie orientale. Analyse structurale par télédétection des grands linéaments. Un exemple de collision, *Travaux Dépt. Sc. de la Terre Univ. Savoie*, 4, 1-128.
- Marty D. G., J. E. Garcin (1987). Présence de bactéries méthanogènes méthylophiles dans les sédiments profonds du détroit de Makassar (Indonésie), *Oceanologica Acta*, 10, 2, 249-253.
- Palacios C. (1987). MISEDOR II. Pétrographie des matières organiques en réflectance et fluorescence, in : Le sondage Misedor, Technip, Paris, 197-202.
- Pelet R. (1987). Vue d'ensemble sur les résultats du Sondage Misedor, in : Le sondage Misedor, Technip, Paris, 375-383.

Poutiers J., J.-C. Faugères, J. Gayet, E. Gonthier (1983). Apports des missions Orgon à la connaissance des phénomènes sédimentaires en domaine marin profond au Quaternaire récent, in : *Géochimie organique des sédiments marins. D'Orgon à Misedor*, CNRS, Paris, 211-278.

Priomarsono S. (1985). Contribution à l'étude géologique du sud-est de Kalimantan (Indonésie). Géologie structurale de la partie méridionale de la chaîne des Meratus. Un exemple d'évolution

géodynamique de la marge asiatique du Mésozoïque au Cénozoïque. *Travaux Dépt. Sc. de la Terre, Univ. Savoie*, **5**, 1-172.

Thorez (1975). Phyllosilicates and clay-minerals. A laboratory handbook for their X-ray analysis: Dison, Belgique, ed. Leclotte, 90 pp.

Vandenbroucke M., R. Pelet, M. Fabre (1987). Etude géochimique des échantillons de la campagne Misedor 2 (delta de la Mahakam). *Rapport interne IFP*, **36330**, 24 pp.
