

LES APPORTS DETRITIQUES TERRIGENES DANS LA CUVETTE LACUSTRE DU NIGER ENTRE MOPTI ET KONA (REPUBLIQUE DU MALI)

C. CENSIER, J. C. OLIVRY & J. P. BRICQUET

RESUME

Les apports détritiques terrigènes dans la partie supérieure de la cuvette lacustre du Niger sont précisés par analyse sédimentologique d'alluvions prélevés dans le chenal de la cuvette entre Mopti et Kona, et dans le cours inférieur de ses deux principaux tributaires, le Niger et le Bani. La fraction d'origine fluviale est issue du démantèlement des grès horizontaux précambriens et des formations granito-gneissiques et birrimiennes situées dans la partie supérieure du bassin du Niger et du Bani. Le matériel détritique est principalement apporté par le Bani. La fraction d'origine éolienne provient très probablement de la déflation des grands ergs situés au nord de la cuvette d'où elle a été amenée par l'Harmattan.

INTRODUCTION

Troisième fleuve d'Afrique par sa longueur (4 200 km), le Niger constitue une artère vitale pour l'économie soudano-sahélienne des Républiques du Mali et du Niger.

Sur le territoire malien, entre Ké Macina et Tombouctou, le Niger présente tout un ensemble d'effluents, de chapelets de mares et de lacs constituant la "Cuvette Lacustre" (Fig. 1) ; cette vaste étendue est, selon l'abondance hydrologique, inondée sur une superficie de plus de 80 000 km² où s'étalent 15 à 35 milliards de m³ d'eau (BRUNET-MORET et al., 1986).

La cuvette lacustre, située pour partie en domaine sahélien et pour partie en domaine subdésertique, est une formidable machine évaporatoire en Afrique de l'Ouest ; selon l'importance de la crue, les pertes varient entre 25 et 55 milliards de m³, c'est-à-dire représentent, au niveau de Diré, 32 à 47% des entrées dans la cuvette (OLIVRY, 1992).

Par rapport à ces particularités hydrologiques, l'objet de cette note est de présenter les différents apports détritiques terrigènes dans la cuvette lacustre.

L'étude portera essentiellement sur les apports dans la partie supérieure de la cuvette, entre Mopti et Kona.

1 CADRE GÉOLOGIQUE DU BASSIN SUPÉRIEUR DE LA CUVETTE LACUSTRE

Le réseau hydrographique des tributaires de la cuvette lacustre s'organise autour du Niger et de son affluent principal, le Bani (Fig. 1).

Depuis les sources des différentes branches constituant le Niger et le Bani jusqu'au niveau de la cuvette lacustre, les différents cours d'eau qui s'écoulent globalement vers le nord-est, à l'exception du Banifing, affluent du Bani, traversent les unités géologiques suivantes (Fig. 1) :

1°- un ensemble granito-gneissique, d'âge précambrien inférieur ou dahomeyen. Il représente le soubassement de tout le haut bassin du Niger et du Bani ;

2°- les formations birrimiennes. On distingue, d'une part, des micaschistes et, d'autre part, des schistes et quartzites. Ces formations couvrent près de la moitié du bassin supérieur du Niger ; elles représentent le bedrock des branches supérieures du Bani bien que ce soit l'ensemble granito-gneissique qui affleure dans la majeure partie du bassin supérieur du Bani.

Les schistes dominent à l'est et à l'ouest du bassin (Tinkisso, Niger, Milo et Bagoé) alors que les micaschistes affleurent principalement au centre du bassin (Sankarani et bassin du Baoulé).

Les formations birrimiennes, plus ou moins métamorphisées, sont recoupées par des granites et surtout des dolérites (cours inférieur du Niandan) ;

3°- les grès horizontaux précambriens. Les différentes unités apparaissent sous forme d'auréoles sensiblement concentriques autour de la cuvette lacustre. Elles occupent les parties

septentrionales des bassins du Niger supérieur, du Baoulé et du Bagué et constituent tout le bassin versant du Banifing et des affluents inférieurs du Bani.

Du sud au nord et de bas en haut de la série, on distingue (BASSOT et al., 1981) :

- les grès de Sikasso, les grès de Sotuba qui constituent le lit du Niger sur plus de 100 km à l'amont de Koulikoro, et les grès de Kouloba ;
- les grès de Kati, de Koutiala et de Bandiagara. Les grès de Bandiagara sont puissants ; dans la cuvette lacustre, ils sont démantelés et affleurent peu alors que les grès de Koutiala, correspondant à l'étage inférieur des précédents, en constitue le radier (BRUNET-MORET et al., 1986) ;

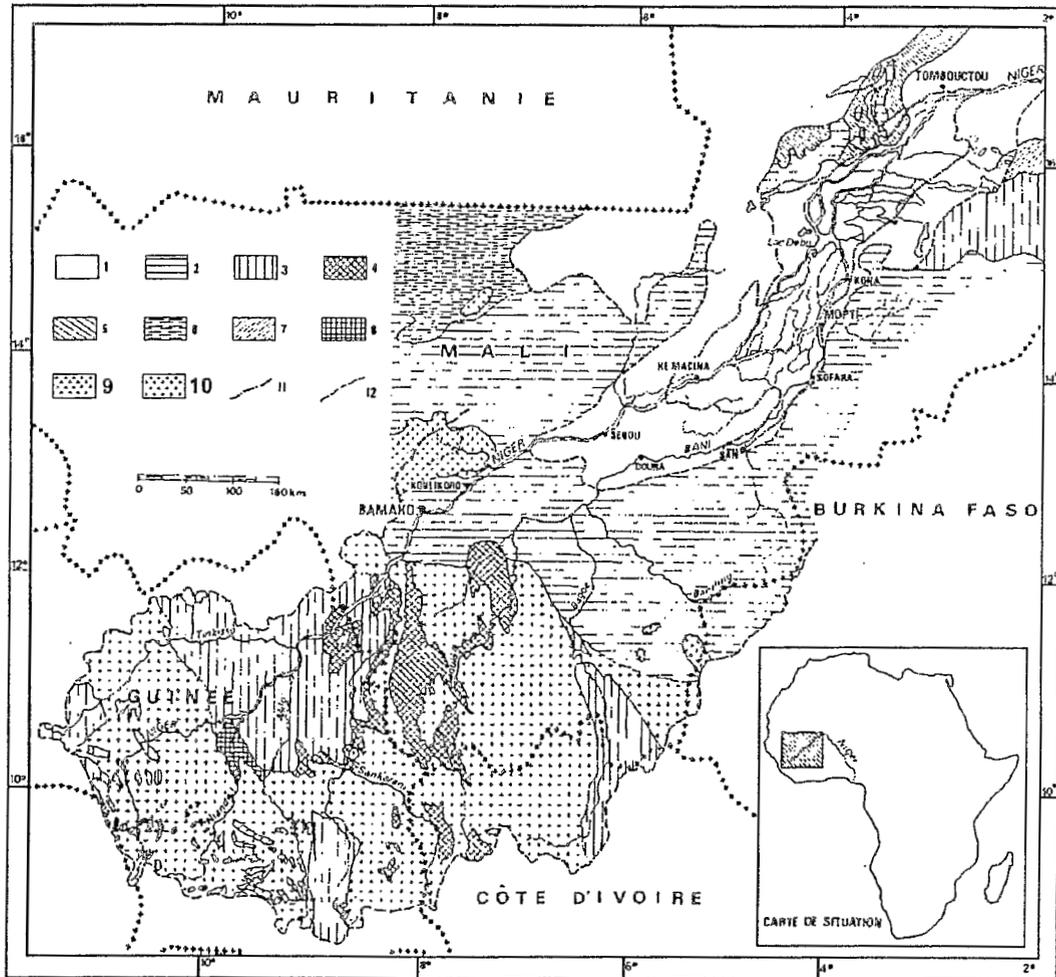


Figure n° 1

Géologie de la cuvette lacustre du Niger et de son bassin versant (d'après Brunet - Moret (1986), modifié). 1: Continental terminal et alluvions - 2 : Grès horizontaux précambriens - 3/4/5/6/7 : Formations birrimiennes ; 3 : Schistes et quartzites ; 4 : Micaschistes ; 5 : Schistes infracambriens ; 6 : Schistes de Nara ; 7 : Schistes de Gourna - 8 : roches vertes - 9 : dolérites - 10 : Ensemble granito-gneissique - 11 : Limites de la cuvette lacustre - 12 : Limites du bassin versant du Niger Supérieur

4°- les formations sédimentaires cénozoïques et quaternaires. Ces formations à caractère continental, ont comblé la vaste dépression paléozoïque.

On distingue de bas en haut :

- le continental indifférencié comprenant des grès, des sables et des argiles ;

- le Continental terminal essentiellement gréseux. Ces deux ensembles ont jusqu'à 100 mètres de puissance ;

- les formations quaternaires ; au niveau de la cuvette, elles sont caractérisées par des sables, des graviers, des argiles d'origine fluviale, des sables fins et argiles poudreuses d'origine éolienne, et des diatomites (au fond des lacs) ; au niveau des cours d'eau, elles sont constituées d'alluvions dont la largeur ne dépasse guère quelques kilomètres.

Aussi, la succession des mêmes formations s'observe au niveau du bassin versant du Bani et du Niger en amont de la cuvette lacustre.

Il n'y a donc pas a priori de différences significatives entre la nature du matériel détritique véhiculé par le Niger d'une part, et le Bani d'autre part.

2 ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODE D'ÉTUDE

En dehors de la cuvette lacustre, les échantillons de sable ont été prélevés au niveau des berges du Niger entre Bamako et Ségou et des berges du Bani au niveau de Douna, San et Sofara.

Dans la cuvette lacustre, entre Mopti et Kona, les prélèvements ont été réalisés au niveau du chenal de basses eaux, tous les 5 km, à l'aide d'un cylindre de type Berthois.

Différentes caractéristiques des échantillons ont été déterminées : pourcentage de la fraction inférieure et supérieure à 50 μ ; pourcentage de bioclastes ; granulométrie de la fraction sableuse. Ensuite, il a été procédé à une analyse morphoscopique des quartz de la fraction 500-630 μ , une détermination des minéraux argileux aux RX et une détermination des cortèges minéralogiques lourds de la fraction 80-160 μ , fraction qui s'avère contenir toutes les espèces minérales de l'échantillon (PARPENOFF et al., 1970).

3 CARACTÉRISTIQUES SÉDIMENTOLOGIQUES DE LA CHARGE DE FOND DE LA CUVETTE LACUSTRE ENTRE MOPTI ET KONA ET DE SES TRIBUTAIRES

3.1 DESCRIPTION GLOBALE DES ÉCHANTILLONS

De l'ensemble des caractéristiques globales des différents échantillons (tabl. I), il ressort que :

- les bioclastes, essentiellement des débris de coquilles de bivalves, apparaissent de façon très irrégulière et, à l'exception de deux échantillons prélevés à Ségou, sont limités à la cuvette lacustre ;

- par rapport à l'ensemble de l'échantillon, la quantité d'argilo-silts (fraction < 50 μ) fluctue sensiblement d'un échantillon à l'autre (de 0,22 à 3,83% dans la cuvette, de 0,01 à 8,48% pour le Bani et de 0,05 à 8,13 % pour le Niger en amont de la cuvette). Il apparaît toutefois que c'est dans la cuvette que cette fraction est régulièrement la plus faible : en moyenne, cette fraction est de 1,27 % dans la cuvette alors qu'elle est de 2,50 % dans chaque tributaire.

Ce résultat paradoxal, dans la mesure où le faible hydrodynamisme au niveau de la cuvette favorise les dépôts par décantation, vient du mode de prélèvement des échantillons ; suivant la configuration du lit du cours d'eau, les berges peuvent contenir des argilosilts déposés par décantation pendant la décrue. Dans le chenal, même en basses eaux, cette fraction est régulièrement remise en suspension et se dépose dans la plaine alluviale ;

- le pourcentage de minéraux lourds ($d > 2,89$) de la fraction FII (80-160 μ) est en moyenne faible pour les échantillons de la cuvette (1,60 %) et plus élevé pour les échantillons des tributaires (7 à 13 %).

Cette différence s'explique par la faible pente superficielle du Niger dans la cuvette (2 cm.km⁻¹ en hautes eaux) qui entraîne des vitesses maximales du courant en surface n'excédant pas 0,3 à 0,6 m.s⁻¹ dans les bras principaux (OLIVRY, 1992) et par conséquent une faible énergie de transport de la phase sableuse lourde.

Tableau I :

Description globale des échantillons. Nomenclature des échantillons. Nig = Niger : le nombre qui suit les lettres correspond pour le Niger au point kilométrique par rapport à son embouchure et pour le Bani au point kilométrique par rapport à la confluence avec le Niger

	n° Échantillon	localité	Coordonnées géographiques		% de la fraction >50µ	% de la fraction <50µ	% de bioclastes	% de mx lourds en Fil
			latitude	longitude				
C U V E T T E	NIG2901	Sanga Koulou	15° 00' 40" N	3° 54' W	99.56	0.44	0.00	0.58
	NIG2905	Djantakaye	14° 58' N	3° 55' W	99.03	0.84	0.14	0.58
	NIG2913	Koubi	14° 55' 20" N	3° 57' W	99.50	0.50	0.00	2.69
	NIG2919	Kotaka	14° 53' 30" N	4° 00' 30" W	96.76	3.24	0.00	2.09
	NIG2924	Batamani	14° 51' 20" N	4° 3' 30" W	99.78	0.22	0.00	4.58
	NIG2928	Sansé	14° 49' N	4° 5' 30" W	98.34	1.58	0.09	0.36
	NIG2937	Kamaka	14° 47' N	4° 5' 30" W	99.60	0.40	0.00	0.68
	NIG2942	Dakalondéma	14° 44' N	4° 6' W	99.61	0.39	0.00	3.01
	NIG2953	Némédé	14° 39' 40" N	4° 10' W	98.74	1.20	0.06	0.91
	NIG2961	Nimitogo	14° 35' 30" N	4° 11' W	98.16	0.37	1.48	0.95
	NIG2968	Nantaka	14° 32' 30" N	4° 12' 30" W	97.70	2.30	0.00	2.32
	NIG2977	Saré Séni	14° 29' N	4° 14' W	96.17	3.83	0.00	0.66
N I G	NIG3263A	Ségou	13° 27' N	6° 17' W	99.08	0.57	0.35	5.03
	NIG3263B	Ségou	13° 27' N	6° 17' W	99.75	0.05	0.20	5.63
	NIG3263C	Ségou	13° 27' N	6° 17' W	99.93	0.07	0.00	16.70
	NIG3371A	Kamini	13° 12' N	7° 7' W	92.84	7.16	0.00	8.87
	NIG3371B	Kamini	13° 12' N	7° 7' W	91.87	8.13	0.00	5.39
	NIG3402A	Dinan	13° 3' N	7° 20' W	99.63	0.37	0.00	3.60
	NIG3402B	Dinan	13° 3' N	7° 20' W	99.56	0.44	0.00	7.31
	NIG3433A	Koulikoro	12° 52' N	7° 33' W	97.62	2.38	0.00	6.29
	NIG3433B	Koulikoro	12° 52' N	7° 33' W	97.96	2.04	0.00	5.35
	NIG3462A	Tyenfala	12° 43' N	7° 45' W	94.96	5.04	0.00	46.97
	NIG3462B	Tyenfala	12° 43' N	7° 45' W	96.70	3.30	0.00	3.81
	NIG3462C	Tyenfala	12° 43' N	7° 45' W	99.34	0.66	0.00	44.73
B A N I	BANI001	Mopti	14° 30' 20" N	4° 12' 10" W	96.88	1.07	2.05	2.28
	BANI002	Mopti	14° 30' N	4° 12' 10" W	98.39	1.61	0.00	1.41
	BANI074A	Sofara	14° 1' N	4° 15' W	98.00	2.00	0.00	2.63
	BANI074B	Sofara	14° 1' N	4° 15' W	91.52	8.48	0.00	0.31
	BANI074C	Sofara	14° 1' N	4° 15' W	99.99	0.01	0.00	0.55
	BANI195A	San	13° 23' N	4° 55' W	98.85	1.15	0.00	36.08
	BANI195B	San	13° 23' N	4° 55' W	96.87	3.13	0.00	19.45
	BANI195C	San	13° 23' N	4° 55' W	96.96	3.04	0.00	6.60
	BANI322A	Douna	13° 13' N	5° 54' W	97.23	2.77	0.00	3.37
	BANI322B	Douna	13° 13' N	5° 54' W	96.62	3.38	0.00	2.45
	BANI322C	Douna	13° 13' N	5° 54' W	99.14	0.86	0.00	1.81

3.2 ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

La longue distance séparant les sites de prélèvement sur les tributaires ne permet pas de dégager une évolution précise de la granulométrie des sables en amont de la cuvette lacustre.

On peut toutefois noter qu'il y a peu de différences quant à la granulométrie des sables de la cuvette et de ses tributaires : dans la cuvette, la valeur moyenne de la médiane est de 0,60 mm ; dans les tributaires elle est de 0,61 mm (Niger) et de 0,57 mm (Bani) [tabl. II].

Les sables de la cuvette lacustre sont moins bien classés que ceux des tributaires : la valeur moyenne de C2 est de 25 % dans la cuvette, de 32,5 % pour le Niger supérieur et 36 % pour le Bani.

Cette diminution du classement est la traduction d'un mélange des sables apportés par le Niger et le Bani dans la cuvette.

Tableau 2 :

Caractéristiques granulométriques des sables de la cuvette lacustre, du Niger supérieur et du Bani. Q1 : premier quartile ; MD : médiane ; Q3 : troisième quartile ; CS : centile supérieur ; SO : indice de Trask ; C2 : indice de Bietlot-AFNOR ; SK : indice de skewness (pour la définition de ces paramètres, cf CENSIER (1991)).

	Numéro de l'échantillon	Fractile (en mm)				Indices d classement		dispersion
		Q1	MD	Q3	CS	SO	C2 (%)	
C U V E T E	NIG2901	0.34	0.48	0.67	1.58	1.42	34.16	0.99
	NIG2905	0.25	0.93	1.62	4.35	2.55	14.97	0.68
	NIG2913	0.33	0.51	0.78	3.11	1.53	27.40	0.99
	NIG2919	0.29	0.51	0.94	2.97	1.81	19.09	1.02
	NIG2924	0.44	0.85	1.55	5.50	1.87	18.38	0.97
	NIG2928	0.34	0.50	0.72	1.57	1.46	30.72	1.00
	NIG2937	0.39	0.58	0.83	2.03	1.45	33.02	0.98
	NIG2942	0.38	0.59	1.30	15.12	1.85	24.31	1.19
	NIG2953	0.22	0.34	0.68	2.84	1.75	23.07	1.16
	NIG2961	0.73	1.18	1.60	3.79	1.48	33.07	0.92
NIG2968	0.33	0.48	0.69	1.80	1.45	31.83	1.00	
NIG2977	0.16	0.28	0.60	1.61	1.92	12.92	1.09	
N I G E R	NIG3263A	0.51	0.74	1.15	3.74	1.51	28.59	1.03
	NIG3263B	0.40	0.59	0.89	3.17	1.50	31.10	1.01
	NIG3263C	0.32	0.49	0.77	2.28	1.54	26.20	1.01
	NIG3371A	0.22	0.36	0.68	2.44	1.76	20.23	1.06
	NIG3371B	0.17	0.22	0.31	1.09	1.36	39.05	1.05
	NIG3402A	0.50	0.88	1.36	4.15	1.66	23.40	0.94
	NIG3402B	0.46	0.79	1.33	4.41	1.71	21.24	0.99
	NIG3433A	0.39	0.54	0.74	1.74	1.38	37.08	0.99
	NIG3433B	0.38	0.49	0.62	1.46	1.26	49.40	0.99
	NIG3462A	0.32	0.42	0.59	8.66	1.37	38.17	1.04
NIG3462B	0.34	0.43	0.55	0.92	1.27	47.55	0.99	
NIG3462C	0.88	1.46	2.26	11.66	1.60	27.99	0.96	
B A N I	BANI001	0.95	1.59	2.38	13.34	1.58	30.19	0.95
	BANI002	0.24	0.35	0.56	2.08	1.52	29.02	1.07
	BANI074A	0.16	0.20	0.28	10.74	1.31	45.27	1.05
	BANI074B	0.16	0.18	0.23	2.55	1.19	58.93	1.03
	BANI074C	0.16	0.19	0.23	0.45	1.21	56.68	1.02
	BANI195A	0.45	0.78	1.48	9.86	1.81	20.06	1.04
	BANI195B	0.27	0.47	1.16	9.17	2.07	18.57	1.20
	BANI195C	0.42	1.06	2.37	9.76	2.37	14.27	0.94
	BANI322A	0.35	0.44	0.55	0.91	1.26	50.53	1.00
	BANI322B	0.32	0.46	0.64	1.37	1.42	32.48	0.98
BANI322C	0.47	0.63	0.82	1.54	1.32	44.30	0.99	

3.3 ANALYSE MORPHOSCOPIQUE DES QUARTZ

La classification proposée dans le tableau III prend en compte les aspects de surface et la morphologie des grains (L. I.G.U.S, 1958).

Le pourcentage des grains luisants de tous les échantillons est élevé (de 56 à 86 %).

De l'amont vers l'aval, il y a une tendance à une diminution de ce pourcentage, certes, peu nette pour le Bani, et parallèlement une augmentation des grains picotés et sales ; l'augmentation régulière de l'indice d'éroulé montre que les sables subissent une usure au cours de leur transport (Fig. 2).

Les grains mats n'apparaissent que dans la cuvette lacustre, entre Mopti et Kona et dans le Bani juste en amont de la confluence avec le Niger.

L'augmentation du pourcentage de grains picotés et sales indique qu'il y a des apports de matériel issu du démantèlement des grès horizontaux. La présence des grains mats traduit des apports éoliens au niveau de la cuvette lacustre.

Tableau 3 :

Analyse morphoscopique des quartz. IE : indice d'éroussé ; T : total ; A : anguleux ; SE : subéroussé ; E : éroussé ; O : ovoïde

	échantillon	% luisants					% picotés					% mats			IE
		T	A	SE	E	O	T	A	SE	E	O	T	E	O	
C U V	NIG2901	62	6	44	12		36	26	10			2		2	0.24
	NIG2905	46	10	26	10		50		42	8		4	2	2	0.23
	NIG2913	62	10	40	12		36	2	26	6	2	2	2		0.22
	NIG2919	72	16	42	12	2	26	2	18	4	2	2	2		0.22
	NIG2928	76	18	52	4	2	20		16	2	2	4	2	2	0.20
T	NIG2942	60	14	34	12		36		26	8	2	4	2	2	0.23
T	NIG2953	66	26	34	6		30	4	12	14		4	4		0.19
E	NIG2968	66	18	34	14		34	2	18	14		0			0.22
	NIG2977	72	14	44	14		28	6	16	6		0			0.20
N	NIG3263B	64	20	40	4		36		28	8		0			0.18
I	NIG3371B	80	20	50	10		20		14	6		0			0.19
G	NIG3402B	70	38	26	6		30	4	14	12		0			0.15
E	NIG3433B	86	36	40	10		14		8	6		0			0.16
R	NIG3462B	82	40	40	2		18	8	10			0			0.11
B	BANI001	56	12	38	6		40		30	6	4	4	4		0.22
A	BANI002	80	16	52	12		18		14	2	2	2		2	0.21
N	BANI074B	82	18	56	8		18		10	8		0			0.20
I	BANI195C	68	8	50	8	2	32	6	24	2		0			0.20
	BANI322B	76	30	44	2		24	4	18	2		0			0.14

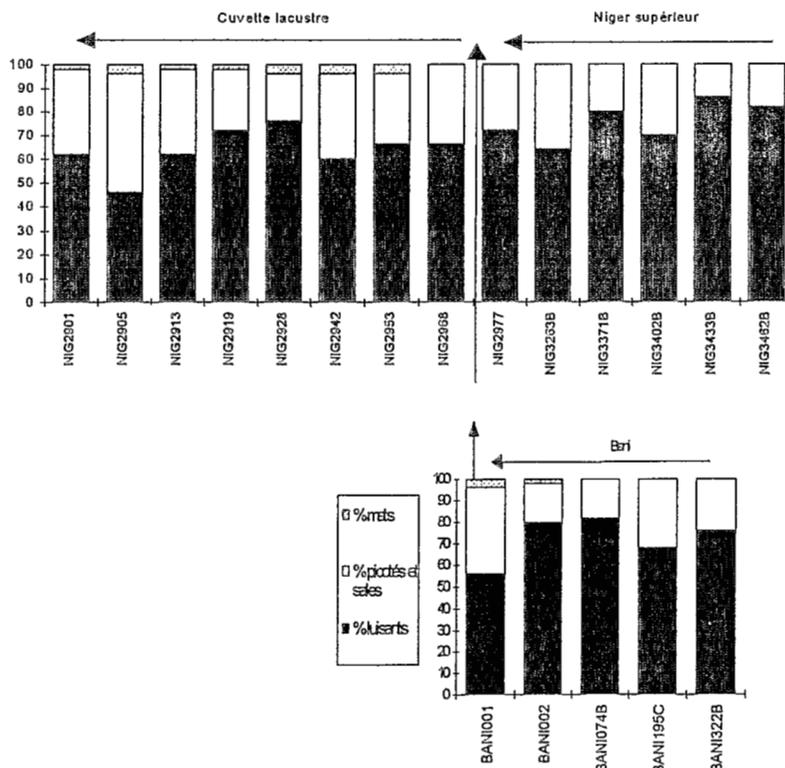


Figure n° 2

Évolution morphoscopique des sables du Niger et du Bani

3.4 ANALYSE DES MINÉRAUX LOURDS

Les sables de la cuvette lacustre et de ses tributaires contiennent les mêmes cortèges minéralogiques lourds (tabl. IV) : le zircon est présent en quantité moyenne (> 30 %) ; la tourmaline, la staurotide, la hornblende et les épidotes sont peu abondantes (de 10 à 30 %) ; l'andalousite, le disthène et le rutile sont rares (de 1 à 10 %) ; l'anatase, l'augite, le grenat, le zircon-hyacinthe, la sillimanite et le sphène ont été décelés (moins de 1%). Aucune tendance évolutive nette n'apparaît au niveau de chaque secteur étudié.

Cependant, les échantillons de la cuvette et du Bani sont en moyenne plus riches en andalousite, rutile, staurotide et tourmaline que ceux du Niger supérieur.

Tableau 4 :

Les cortèges minéralogiques lourds des différents échantillons traités. ANA : anatase ; AND : andalousite ; AUG : augite ; DIS : disthène ; EPI : épidotes ; GRE : grenat ; HOR : hornblende ; HYA : hyacinthe ; HYP : hypersthène ; RUT : rutile ; SIL : sillimanite ; SPH : sphène ; STA : staurotide ; TOU : tourmaline ; ZIR : zircon.

	échantillon	ANA	AND	AUG	DIS	EPI	GRE	HOR	HYA	HYP	RUT	SIL	SPH	STA	TOU	ZIR
C U V E T T E	NIG2901		7,5		1,5	9,5		18	0,5		2			17	34	11
	NIG2905	0,5	10		1	9,5		13	1		2,5	1		7	21	34
	NIG2913		8,5		2	5,5		4,5	0,5		7	0,5		20	21	31
	NIG2919		6,5	1	0,5	6	d	5			1	1	0,5	18	21	40
	NIG2924		4		1	5		3		0,5	2	1	1	18	16	50
	NIG2928		11		1	14	d	26			1,5	1		14	21	12
	NIG2937		6,5	0,5	2	9,5	0,5	10			1	0,5		16	21	33
	NIG2942		4		0,5	11		7	0,5		8	0,5	0,5	16	8,5	44
	NIG2953		6		3	7,5		2,5		0,5	5		0,5	8,5	28	39
	NIG2961		3		4	13		15			4		1	11	14	35
	NIG2968		3		3,5	16		11	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	18	14	31
NIG2977		6,5		2	20	0,5	17			2,5	0,5		16	20	16	
	moyenne	0	6,4	0,1	1,8	11	0,1	11	0,3	0,1	3,3	0,5	0,3	14,7	20	31,25
N I G E R	NIG3263A		0,5	0,5	6	26	1	15		1	3	1	1	10	7	28
	NIG3263B		0,5	0,5	1	16		14		1	1	0,5	1	12	6	47
	NIG3263C		1	1	1	17	2	5	1	1	4			8	6	53
	NIG3371A				1	14	d	3			2			9	1	70
	NIG3371B				3	19	d	5			d			12	10	51
	NIG3402A			2	6	19	1	23			2	2		8	14	23
	NIG3402B				3	18	1	18	1	3	3		1	21	6	25
	NIG3433A			2	1	23	1	28	1	7		2		13	12	10
	NIG3433B			1	2	19	2	20	1	1	2	2		13	7	30
	NIG3462A					16	d	2	6	1	1		1	1	2	70
	NIG3462B		1		2	16	1	22	4	1				8	11	34
NIG3462C				1	16	d	2	3		1		1	3	1	72	
	moyenne	0	0,2	0,6	2,3	18,3	0,8	13,1	1,4	1,3	1,6	0,6	0,4	9,8	6,9	42,71
B A N I	BANI001	0,5	8,5		1	3,5		2,5			3		0,5	15	18	48
	BANI002		10		0,5	12		11			3,5	1		26	24	14
	BANI074A		1		0,5	2			0,5		5,5			6	8,5	76
	BANI074B		3		0,5	3,5	d	1			8,5			5	25	54
	BANI074C		1,5		0,5	2,5		1			7	d		2	21	65
	BANI195A		6		1	4		1		1	7			7	11	62
	BANI195B		11			9		6			6			8	12	48
	BANI195C	1	19		2	10		4		d	4	1		19	14	26
	BANI322A		21	1		8		6		1	d	1	2	18	16	26
	BANI322B		15	1	1	4	1	11		2	1	d		23	34	7
	BANI322C		23	1	1	6	0,5	9,5		d	2			15	27	15
	moyenne	0,14	10,8	0,27	0,73	5,82	0,14	4,77	0,05	0,36	4,32	0,27	0,23	13,1	18,95	40,09

3.5 ANALYSE DES CORTÈGES ARGILEUX ET DES MINÉRAUX ASSOCIÉS

Les différents minéraux argileux et associés dans la fraction inférieure à 2μ ont été déterminés selon la méthode de diffraction des rayons X ; leur évaluation quantitative a été effectuée selon le principe préconisé par HOLTZAPFFEL (1985) (tabl. V).

A côté du quartz et de la goethite présents dans la majorité des échantillons, les cortèges argileux se composent de kaolinite et d'illite dans le cours supérieur des tributaires de la cuvette (en moyenne 2/3 de kaolinite et 1/3 d'illite) ; la montmorillonite s'ajoute à ce cortège dans la cuvette et le cours inférieur de ses tributaires ; elle représente alors plus du tiers du cortège argileux.

Tableau 5 :

Cortèges des minéraux argileux et minéraux associés de la fraction inférieure à 2μ .

	échantillon	% kaolinite	% illite	% montmorillonite	goethite	quartz
C U V	NIG2905	42	21	37	+	+
	NIG2924	40	22	38	+	+
	NIG2942	46	21	33	+	+
ETTE	NIG2961	50	21	29		+
	NIG2977	41	23	36	+	+
N I GER	NIG3263B	44	23	33	d	+
	NIG3371A	50	16	34	+	+
	NIG3462A	68	32		+	+
B A N I	BANI002	53	19	28	+	+
	BANI074B	64	36		+	+
	BANI195C	67	33		+	+
	BANI322A	70	30			+

4 ORIGINE DES SÉDIMENTS DÉTRITIQUES DE LA CUVETE LACUSTRE ENTRE MOPTI ET KONA

4.1 LES APPORTS FLUVIATILES

4.1.1 La fraction sableuse

L'étude de la granulométrie des sables de la cuvette montre qu'ils résultent d'un mélange des sables apportés par le Bani et le Niger.

De l'analyse morphoscopique des quartz, il ressort que ces sables sont issus pour partie du démantèlement des grès horizontaux précambriens et pour partie du démantèlement des formations granito-gneissiques et des formations birrimiennes situées vers l'amont des bassins du Niger et du Bani. La légère augmentation du pourcentage de grains picotés et sales de l'amont vers l'aval des tributaires indique que le démantèlement des formations gréseuses doit se poursuivre sur la majeure partie des bassins du Niger et du Bani en contact avec ces formations.

La pente du Niger est de 1 m.km^{-1} à l'aval de Bamako, de 10 cm.km^{-1} à Koulikoro, puis de 7 cm.km^{-1} à Tamani et enfin de 2 cm.km^{-1} vers Ségou (BRUNET-MORET et al., 1986).

D'après les données morphoscopiques, on peut admettre que le Niger a une force érosive de son lit suffisante jusque dans le secteur de Koulikoro.

De Douna jusqu'à la confluence avec le Niger, le Bani a une pente faible de l'ordre de 2 cm.km^{-1} ; il ne peut donc creuser son lit à ce niveau.

Les apports détritiques par démantèlement des grès horizontaux proviennent des affluents de rive droite du Bani entre San et Mopti. Ces affluents prennent leur source dans la série de collines gréseuses orientées NNE-SSW et constituant la bordure orientale de la cuvette lacustre.

L'analyse des minéraux lourds des différents sables permet de préciser la contribution relative des bassins du Niger supérieur et du Bani aux apports détritiques dans la cuvette lacustre.

Les données minéralogiques ont été traitées par analyse factorielle des correspondances (AFC), qui est une méthode statistique multivariée descriptive (BENZECRI et BENZECRI, 1980 ; DE LAGARDE, 1983).

Le premier plan factoriel traduit 69,6 % de la variance totale, 41,3 % pour le premier axe et 28,3 % pour de le second axe (Fig. 3).

L'axe 1 est défini par la hornblende, l'andalousite et la tourmaline ayant respectivement une contribution relative de 16 %, 10 % et 9 %, à coordonnée positive et opposées au zircon ayant une contribution relative de 51 %, à coordonnée négative.

L'axe 2 est défini par les épidotes (20 %) et la hornblende (20 %), à coordonnée positive et opposées à l'andalousite (27 %) et la tourmaline (14 %), à coordonnée négative.

Les autres minéraux n'interviennent pas de façon significative dans la définition des deux premiers axes factoriels.

La distribution des points échantillons dans ce premier plan factoriel montre que les sables du Niger supérieur et du Bani se répartissent selon deux nuages distincts ; leur position fait clairement ressortir les différences quantitatives de leur cortège minéralogique.

Le nuage de points échantillons de la cuvette lacustre est réduit, ce qui indique que les cortèges minéralogiques des sables de la cuvette sont relativement homogènes.

Le chevauchement des nuages définis par les échantillons du Bani et ceux de la cuvette révèle que les sables de la cuvette sont minéralogiquement plus proches de ceux du Bani que de ceux du Niger supérieur.

Le Bani représente donc la principale source d'apports détritiques dans la cuvette lacustre.

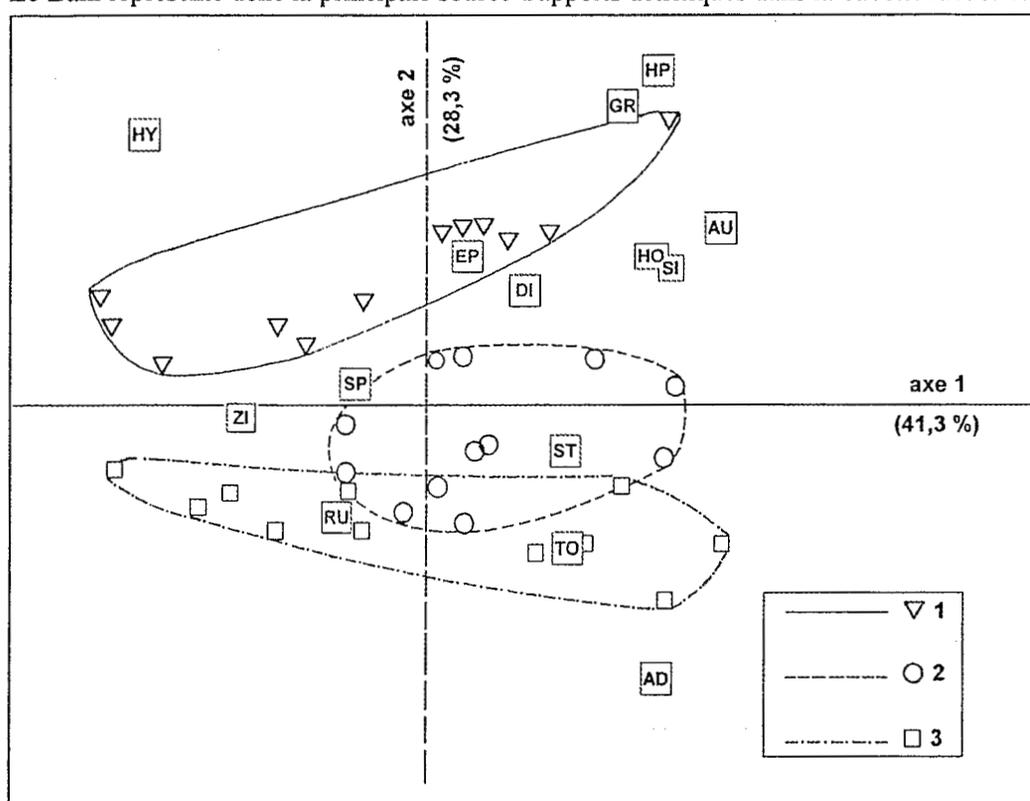


Figure n° 3

Traitement des données minéralogiques par analyse factorielle des correspondances (AFC). 1 points échantillons du Niger supérieur ; 2 points échantillons de la cuvette lacustre ; 3 points échantillons du Bani

Etant donné le faible module spécifique du Bani ($4,12 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-1}$) par rapport à celui du Niger supérieur ($11,2 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-1}$) et étant donné sa faible pente (2 cm.km^{-1}), ce résultat ne peut s'expliquer qu'en admettant que le matériel détritique a une origine proche et localisée aux grès précambriens qui constituent la bordure orientale de la cuvette lacustre ; d'autres apports dans la cuvette sont possibles par l'intermédiaire de l'Yame qui se jette dans le Niger entre Mopti et Kona, et qui prend sa source dans le massif de Bandiagara.

4.1.2 La fraction argileuse

De l'amont vers l'aval du Niger et du Bani, l'évolution de la composition du cortège argileux de la charge de fond est en accord avec la séquence climatique des associations géochimiques tropicales définie par BOCQUIER (1973).

L'illite et la kaolinite constituent l'héritage détritique des sols des bassins supérieurs du Niger et du Bani sous climat tropical humide.

La montmorillonite n'apparaît que dans les sédiments évoluant dans le domaine sahélien, zone climatique où il y a néoformation de montmorillonite par bisiallisation (PEDRO, 1968). On retrouve ainsi la même évolution minéralogique que celle observée au niveau du bassin du lac Tchad (GAC, 1980).

4.2 LES APPORTS ET REMANIEMENTS ÉOLIENS

Les grains ronds mats, témoins d'un transport éolien n'ont été décelés que dans les sables de la cuvette lacustre (Fig. 2). Les pourcentages relevés sont apparents et les apports éoliens sous-estimés ; d'une part, la fraction examinée (500-630 μ) n'est pas représentative de l'ensemble de l'apport éolien, d'autre part, des grains ovoïdes luisants peuvent correspondre à d'anciens grains mats repris en milieu fluviatile ; seul, un examen exoscopique permet de déceler ce type de grains.

L'aspect mat étant le résultat d'une longue usure des grains par chocs sous l'effet du vent, la fraction d'origine éolienne du matériel détritique de la cuvette doit probablement provenir de la déflation des grands ergs situés au nord de la cuvette et avoir été transportée par l'Harmattan.

Dans la partie centrale de la cuvette, des apports éoliens dus à l'Harmattan sont connus (BRUNET-MORET et al., 1986) ; ils sont constitués de sables fins et d'argiles poudreuses et encombrant le relief de la cuvette. Ces éléments fins, par remaniement éolien, colmatent le fond de la cuvette centrale.

Aucune précision ne peut être donnée quant au pourcentage de poussières éoliennes apportées dans la partie supérieure de la cuvette.

On peut seulement noter que, si on fait abstraction de la montmorillonite climato-dépendante, le pourcentage d'illite a tendance à légèrement augmenter par rapport à la kaolinite lorsque l'on passe des tributaires à la cuvette lacustre ; cette augmentation pourrait correspondre à un apport de l'Harmattan dans la mesure où il a été montré que plus le trajet par le vent est long, plus le pourcentage d'illite dans les poussières a tendance à augmenter (PAQUET et al., 1984).

CONCLUSION

C'est la juxtaposition des résultats des différentes analyses sédimentologiques qui permet de préciser l'origine et la dynamique des apports détritiques terrigènes dans la partie supérieure de la cuvette lacustre du Niger.

C'est le Bani qui apporte la plus grande partie du matériel détritique dans la partie supérieure de la cuvette lacustre ; ce matériel provient principalement du démantèlement des grès horizontaux précambriens situés autour de la cuvette, et du démantèlement des formations granito-gneissiques et birrimiennes qui constituent le soubassement de la partie supérieure du bassin du Bani et du Niger.

La fraction d'origine éolienne correspond très probablement à un matériel issu de la déflation des grands ergs du Nord de la cuvette et transporté par l'Harmattan. Toutefois, l'ensemble des apports éoliens (sables et argilo-silts) reste très limité ($\approx 5\%$) dans la partie supérieure de la cuvette.

La poursuite de l'échantillonnage dans les autres parties de la cuvette permettra de préciser les autres sources éventuelles de matériel détritique et la dynamique d'une charge de fond évoluant en milieu fluvio-lacustre sahélien.

BIBLIOGRAPHIE

- BASSOT J.P., MELOUX J. & TRAORE H. - 1981 - Notice explicative de la carte géologique à 1/1 500 000 de la République du Mali. BRGM Ed., Dir. Nat. de la Géol. et Mines du Mali.
- BENZECRI J.P., BENZECRI F. - 1980 - Pratique de l'analyse de données. Tome I : analyse des correspondances. Exposé élémentaire. Dunod Ed. (Paris), 424 p.
- BOCQUIER G. - 1973 - Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation géodynamique. Mémoire ORSTOM n° 62, 350 p.
- BRUNET-MORET Y., CHAPERON P., LAMAGAT J.P., MOLINIER M. - 1986 - Monographie hydrologique du fleuve Niger. Editions de l'ORSTOM, coll. Monographies hydrologiques, n° 8, Tome I : Niger supérieur, 396 p. ; Tome II : Cuvette lacustre et Niger moyen, 506 p.
- GAC J.Y. - 1980 - Géochimie du bassin du lac Tchad - Trav. et doc. de l'ORSTOM, n° 123, 251 p.
- HOLTZAPFFEL T. - 1985 - Les minéraux argileux - Préparation, analyse diffractométrique et détermination. Soc. Géol. du Nord, Villeneuve d'Asq, publ. n° 12, 136 p.
- LAGARDE (de) J. - 1983 - Initiation à l'analyse de données. Dunod Ed. (Paris), 158 p.
- L.I.G.U.S. - 1958 - Méthode améliorée pour l'étude des sables - Rev. Géomorph. Dyn. vol. 9, pp. 43-54
- OLIVRY J.C. - 1992 - Le contexte hydroclimatique de la cuvette lacustre. Rapport inédit, ORSTOM Bamako (Mali), 13 p., 15 fig. et 7 tabl.
- PAQUET H., COUDE-GAUSSIN G., ROGNON P. - 1984 - Etude minéralogique de poussières sahariennes le long d'un itinéraire entre 19° et 35° de latitude nord. Rev. Géol. Dyn. et Géogr. Phys., vol. 25, fasc. 4, pp. 257-265
- PARFENOFF A., POMEROL C., TOURENQ J. - 1970 - Les minéraux en grains. Méthodes d'étude et de détermination. Masson Ed. (Paris), 578 p.
- PEDRO G. - 1968 - Distribution des principaux types d'altération chimique à la surface du globe. Présentation d'une esquisse géographique. Rev. Géol. Dyn. et Géogr. Phys., vol 10, fasc. 5, pp. 457-470