

CONFÉRENCE INTERAFRICAINNE
SUR L'HYDROLOGIE

(NAIROBI, 16 - 26 Janvier 1961)

ÉTUDE des TRANSPORTS SOLIDES en AFRIQUE NOIRE
et à MADAGASCAR

par

Pierre TOUCHEBEUF de LUSSIGNY

Ingénieur Hydrologue à Electricité de France

709424

AOÛT 1960

ETUDE de TRANSPORTS SOLIDES
en AFRIQUE NOIRE et à MADAGASCAR

par Pierre TOUCHEBEUF de LUSSIGNY
Ingénieur Hydrologue à Electricité de France

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° :

Cote :

Les transports solides des cours d'eau d'AFRIQUE NOIRE et de MADAGASCAR n'ont pas encore été l'objet d'études systématiques et intensives de la part du Service Hydrologique de l'ORSTOM. Nous avons cependant jugé intéressant de résumer ici les données assez éparses qu'ont permis de recueillir diverses études particulières concernant soit de très petits bassins expérimentaux, soit de grands cours d'eau.

I - MESURES sur PETITS BASSINS VERSANTS -

Les bassins versants d'une superficie de quelques hectares (about 10 acres) ou tout au plus de quelques kilomètres carrés, (1 square mile), se prêtent facilement aux mesures de transports solides. Il suffit, en effet, d'aménager dans le lit du ruisseau qui les draine, une fosse à sédiments d'une capacité de quelques mètres cubes (about hundred cubic foot) pour recueillir à chaque crue la totalité du charriage de fond. Une faible part du transport en suspension s'y décante également. Celle qui échappe à la fosse à sédiments peut être mesurée facilement en prélevant à intervalles réguliers, immédiatement en aval, des échantillons d'eau dont on détermine en laboratoire la concentration en matières solides.

Cette méthode a été appliquée sur trois petits bassins, celui du MAYO-KERENG au CAMEROUN, de la MAGGIA au NIGER et du BANIAN à MADAGASCAR.

a) - MAYO-KERENG B (Cameroun)

Une campagne de mesures a été effectuée, de Juillet à Octobre 1956, sur ce bassin versant dont les principales caractéristiques peuvent être résumées comme suit :

- Superficie : 6,6 hectares (16,3 acres)
- Situation : NORD-CAMEROUN, région de FIGUILL
- Pluviométrie : 900 mm/an (33.5 in./year), répartis de Mai à Octobre avec maximum en Août
- Nature du sol : sablo-argileux, recouvert partiellement de gravillons de quartzites
- Végétation : savane boisée assez claire
- Pente moyenne : 2,3 %

Les résultats obtenus au cours des différentes
averses observées sont condensées dans le tableau suivant :

Hauteur : pluie : moyenne : mm : (inch)	Volume : ruisse- lé : m ³ : cu.feet :	Débit de crue : maximal : m ³ /s : (cu. sec)	Poids de sable : déposé : kg : (Lb)	Poids de matiè- : res en suspen- : sion : kg : (Lb)	Transport : solide total : kg : (Lb)
5,5 (.2)	55 (1,940)	0,15 (5,3)	0 (0)	60 (132)	60 (132)
39 (1.5)	1130 (39900)	0,62 (21,9)	2420 (5,340)	1200 (2,640)	3620 (7,980)
42 (1.7)	1315 (46,500)	0,64 (22,6)	2830 (6,240)	1100 (2,420)	3930 (8,660)
18 (.7)	220 (7,770)	0,175 (6,2)	535 (1,180)	185 (410)	720 (1,590)
68,5 (2.7)	1750 (61,800)	1,74 (61,5)	6050 (13,340)	2250 (4,960)	8300 (18,300)
17 (.7)	420 (14,800)	0,44 (15,5)	1390 (3,070)	170 (375)	1560 (3,445)
28,5 (1.1)	470 (16,600)	0,44 (15,5)	2460 (5,420)	300 (660)	2760 (6,080)
16,5 (.6)	105 (3,710)	0,215 (7,6)	330 (730)	170 (375)	500 (1,105)
26,5 (1.0)	45 (1,590)	0,045 (1,6)	0 (0)	15 (33)	15 (33)
10,5 (0.4)	80 (2,830)	0,095 (3,4)	65 (143)	85 (187)	150 (330)
10,5 (0.4)	65 (2,300)	0,095 (3,4)	40 (88)	40 (88)	80 (176)
79 (3.1)	2840 (100,500)	1,68 (59,2)	3780 (8,330)	950 (2,090)	4730 (10,420)
8,5 (0.3)	15 (530)	0,02 (.7)	0 (0)	5 (11)	5 (11)

Hauteur de pluie moyenne mm (inch)	Volume de ruisselé m ³ cu. feet	Débit de crue maximal m ³ /s (cu. sec)	Poids de sable déposé kg (Lb)	Poids de matières en suspension kg (Lb)	Transport solide total kg (Lb)
49 (1.9)	1230 (43,500)	1,66 (58,7)	1740 (3,840)	700 (1,540)	2440 (5,380)
31,5 (1.2)	255 (9,000)	0,415 (14,7)	440 (970)	200 (440)	640 (1,410)
10,5 (0.14)	175 (6,180)	0,355 (12,5)	175 (386)	190 (418)	380 (837)
12 (0.5)	55 (1,940)	0,06 (2,1)		15 (33)	
			22255 (49,077)	7635 (16,812)	29890 (65,889)

Il n'apparaît pas de corrélation étroite entre l'importance des transports solides produits par une averse et la hauteur de cette même averse ou le volume de la crue correspondante. Une corrélation un peu moins lâche peut être établie en prenant en considération le débit maximum de chaque crue, mais on ne peut cependant que dégager certaines tendances qualitatives :

- Le volume de sable charrié augmente très vite avec le débit maximum de la crue. Le volume des transports en suspension croît également dans le même sens mais à un rythme un peu moins rapide.
- L'importance relative des deux modes de transports varie beaucoup d'une averse à l'autre. Le rapport moyen du poids de sable charrié au poids des matières en suspension est voisin de 3.

- Toutes choses égales par ailleurs, les transports solides sont plus importants au début qu'à la fin de la saison des pluies. Cet effet est surtout sensible pour les transports en suspension. Il est dû à l'influence de la végétation herbacée qui protège beaucoup plus efficacement le sol en Septembre et Octobre qu'en Juillet.
- La concentration en matières suspendues est également plus élevée pendant la montée d'une crue que pendant sa décroissance. La valeur moyenne des concentrations observées est de 450 g/m³ (12.1 oz/cu. Yard), les valeurs extrêmes étant de 2 800 et 30 g/m³ (75.5 to .81 oz/cu. yard).
- Le diamètre médian des grains de sable charriés est de 0,9 mm (.035 in.). Le premier et le dernier quartiles de la courbe granulométrique correspondent respectivement à des diamètres de 0,45 et 2,1 mm (.018 and .083 in.).
- L'analyse granulométrique des matières en suspension montre une nette prédominance d'éléments argileux d'un diamètre inférieur à 0,002 mm (.0001 in.).
- Les transports solides totaux du MAYO-KERENG B en année moyenne sont évalués à 42 tonnes (41 tons), ce qui pour un bassin de 6,6 hectares (16,3 acres) correspond à une "dégradation spécifique" de 640 tonnes/an/km² (244 tons/year sq. mile).

b) LA MAGGIA (Niger)

De brèves mesures de débits solides ont été effectuées en Août et Septembre 1958 sur ce petit bassin versant, que l'on peut rapidement caractériser comme suit :

- Superficie : 5,5 hectares (13.6 acres)
- Situation : République du NIGER, région de N' BIRNI-KONNI
- Pluviométrie : 520 mm/an (20.5 in./year), répartis de la mi-Juin à début-Octobre
- Nature du sol : Plateau latéritique et vallée à sol argileux parsemé de cailloutis latéritique.
- Végétation : savane, légèrement boisée sur plateau.

Seules ont été mesurées les quantités de sable recueillies après chaque averse dans la fosse à sédiment. Ces quantités étaient comprises entre 75 et 450 kg (165 and 990 lb) pour des précipitations variant de 4 à 40 mm (.16 to 1.6 in.) et des pointes de crues de 10 à 800 l/s (.35 to 28.3 cu.feet/sec).

Ces données ont permis d'évaluer grossièrement à 400 tonnes/an/km² (152 tons/year/sq. mile) la dégradation spécifique du bassin ; elle reste d'un ordre de grandeur très comparable à celle du MAYO-KERENG, compte-tenu du fait que les transports en suspension, apparemment peu élevés, n'ont pas été mesurés.

c) Le BANIAN (Madagascar)

Des mesures intermittentes ont été commencées pendant la dernière saison des pluies et doivent être reprises d'une façon plus suivie l'année prochaine. Notons les principales caractéristiques de ce bassin :

- Superficie : 2,5 km² (620 acres)
- Situation : bassin du MANGOKY, région de VONDROVE
- Pluviométrie : 700 mm/an (27.6 in./year), répartis de Novembre à Mars
- Nature du sol : sables "roux" sur calcaires
- Végétation : savane boisée claire
- Pente : 8 %

Les quantités de sable recueillies après chaque averse varient de 4 300 à 8 000 kg (9,500 to 17,600 Lb), pour des pointes de crues de 250 à 1 000 l/s (8,8 to 35 cu. sec). Les transports solides annuels, sans tenir compte des matières en suspension, peuvent être évalués grossièrement à 30 tonnes (30 tons), ce qui correspond à une dégradation spécifique de l'ordre de 12 tonnes/an/km² (4,6 tons/year/sq. mile), valeur beaucoup plus faible que celle des deux cas précédents. Il faut probablement en voir la raison dans la perméabilité plus élevée du bassin du BANIAN qui réduit l'importance du ruissellement superficiel. Les éléments constitutifs du terrain, qui sont d'ailleurs plus grossiers, sont donc moins facilement entraînés. On notera également que la superficie du bassin du BANIAN est environ quarante fois plus grande que celle du KERENG et de la MAGGIA. Les résultats ne sont donc pas directement comparables.

d) DONNEES DIVERSES

Nous possédons quelques résultats de mesures dispersées que nous citerons pour donner une idée des variations possibles de la concentration en matières suspendues, sur des bassins de quelques kilomètres carrés ou de plusieurs centaines de km² (1 or 100 square miles).

- MAYO-KALLIAO (Nord-Cameroun)

Concentration pour une pointe de crue : 2300 g/m³ (62 oz/cu. yard).

- Mayo BOULORE (Nord-Cameroun)

Superficie : 3,75 km² (1.45 sq. mile)

Concentrations en crue variant de : 930 g/m³ (25 oz/cu.yard)
à 280 g/m³ (7.5 oz/cu.yard)

Transports annuels en suspension :

1954 : 21 tonnes (21 tons) soit 5,6 t/an/km² (2.1 t/y/sq. mi.)

1955 : 11,5 tonnes (11,5 tons) soit 3,1 t/an/km² (1.2 t/y/sq.mi)

- TERO (Dahomey)

Superficie : 32 km² (12,4 sq. miles)

Concentrations en crue variant de : 3 400 g/m³ (91.5 oz/cu.
yard)
à 600 g/m³ (16.2 oz/cu.
yard)

Transports annuels en suspension :

1956 : 15 000 tonnes (15,000 tons) soit
470 t/an/km² (179 t/y/sq. mi.)

1957 : 27 000 tonnes (27,000 tons) soit
850 t/an/km² (324 t/y/sq. mi.)

(Erosion élevée due à une mise en culture intensive)

Nous citerons enfin quelques chiffres relatifs à des bassins de beaucoup plus grande dimension situés en régions désertiques :

- TELOUA à RAZELMAMAOLMI (Massif de l'AIR - Niger)

Superficie : 1 170 km² (452 sq. miles)

Concentrations en crue variant de : 1 700 g/m³
(45.7 oz/cu. yard)
à 750 g/m³
(20.2 oz/cu. yard)

Concentration en faible crue : 200 g/m³
(5.4 oz/cu. yard)

Transports annuels en suspension évalués à : 30 000 tonnes
(30,000 tons)
soit : 25 t/an/km²
(9,5 t/year/sq. miles)

- OROUE (Massif de l'ENNEDI - TCHAD)

Superficie : 580 km² (224. sq. miles)

Concentration en fin de crue : 30 000 g/m³ (807 oz/cu. yard)

II - MESURES RELATIVES à des GRANDS COURS d'EAU -

Sur les grands cours d'eau, la mesure du charriage de fond devient très délicate. Il existe certains appareils prévus pour ce genre de mesures, dont l'un des plus perfectionnés est le "B.T.M.A." mis au point par le laboratoire d'Hydraulique de DELFT (Pays-Bas) ; mais les résultats qu'ils fournissent sont assez incertains et difficiles à interpréter.

Le charriage de fond sur un fleuve à lit mobile est, en effet, un phénomène essentiellement discontinu, comme l'ont montré de nombreuses études hydrographiques et divers essais utilisant des traceurs radio-actifs. Le charriage de fond à un instant donné ne peut être défini que pour une section bien déterminée ; il ne prend un sens pour tout le bief avoisinant que si l'on considère sa valeur moyenne sur plusieurs cycles annuels.

Diverses formules de charriage (Meyer-Peter, Einstein, etc...) ont été établies à partir de la théorie de la turbulence et d'expérience de laboratoire. Il faut éviter d'utiliser aveuglément ces formules qui ne sont valables que sous certaines conditions restrictives, rarement réalisées dans la nature, même de façon approchée (Ecoulement permanent et uniforme, granulométrie homogène).

Dans l'état actuel de nos connaissances, on est donc réduit à évaluer le charriage de fond par des approximations assez grossières. Heureusement, son importance relative dans le transport solide total des grands cours d'eau est généralement assez faible et ne semble pas dépasser 20 à 30 % dans la plupart des cas.

Les transports en suspension sont plus faciles à mesurer. Pour des évaluations sommaires, on peut simplement prélever des échantillons d'eau en surface, avec un récipient quelconque. Pour des mesures plus précises, on utilise une "turbidisonde" ou une simple pompe à main munie d'un tuyau flexible lesté, qui permet d'effectuer des prélèvements en profondeur. Ces prélèvements sont généralement bien représentatifs de la teneur en argile et en limons mais non de la teneur en sable qui est très sous-estimée. Celle-ci est déterminée avec plus d'exactitude au moyen d'un appareil du type "Bouteille de Delft" qui comporte une chambre de décantation où

se déposent les sables d'un diamètre supérieur à 0,1 mm (.004 inch).

Nous allons résumer brièvement les résultats des mesures obtenues sur la BENOUE (Cameroun), le LOGONE (Tchad) et le MANGOKY (Madagascar).

a) La BENOUE (Cameroun - Nigéria)

Quelques mesures de concentration en argiles et limons ont été effectuées, à l'aide d'une turbidisonde Neyrpic, sur la BENOUE et le FARO, affluent à tendance torrentielle :

Station	Date	Concentration			Débit liquide m ³ /s (cu. feet/sec)	Superficie B.V. km ² (sq. mi)
		g/m ³ (oz/cu. yard)	Médiane	Maximale		
BENOUE à GAROUA	20- 9-1955	95 (2.55)	200 (5.38)	20 (.54)	2 200 (77,700)	64 000 (24,700)
FARO à KOSSEL	10- 7-1955	215 (5.78)	490 (13.2)	160 (4.3)	470 (16,600)	27 000 (10,400)
FARO à KOSSEL	11-10-1955	150 (4.03)	220 (5.92)	35 (.94)	2 120 (74,800)	" (id.)
BENOUE à OURO-BOKI	26-10-1955	165 (4.43)	245 (6.58)	40 (1.08)	1 960 (69,200)	104 000 (40,200)

Les transports annuels d'argiles et limons ont été évalués comme suit :

- BENOUE à GAROUA : $1,2 \times 10^6$ tonnes/an ($1,2 \times 10^6$ tons/year)
soit : 19 tonnes/an/km² ($7,2$ t/y/sq.mile)
- FARO à KOSSEL : $2,4 \times 10^6$ tonnes/an ($2,4 \times 10^6$ tons/year)
soit : 90 tonnes/an/km² (34 t/y/sq.mile)
- BENOUE à OURO-BOKI : $3,6 \times 10^6$ tonnes/an ($3,6 \times 10^6$ tons/year)
soit : 35 tonnes/an/km² (13 t/y/sq.mile)

En outre, on a utilisé des bouteilles de Delft (types DF 1 et DF 2) pour mesurer les débits de sable en suspension, entre 10 cm (3.9 inches) du fond et la surface. Les résultats de ces mesures sont donnés ci-dessous :

Stations	Date	Débit de sable en suspension m ³ /jour (cu.feet/day)	Débit liquide m ³ /s (cu.feet/sec)	Vitesse moy. m/s (ft/sec)	Pente cm/km (in./mile)
BENOUE à KINADO (amont confluent FARO) bassin de 68 000 km ² (26,300 sq. miles)	9- 8-1956	800 (28,300)	930 (32,900)	1,05 (3,45)	11 (7,0)
	13- 9-1956	2 200 (77,700)	1530 (54,100)	1,15 (3,77)	13,5 (8,6)
	4-10-1956	1 850 (65,300)	1170 (41,300)	1,10 (3,61)	12 (7,6)
	26-10-1956	15 (530)	390 (13,800)	0,60 (1,97)	5 (3,2)
FARO à KOSSEL (amont confluent)	7- 8-1956	700 (24,800)	420 (14,800)	0,70 (2,30)	50 env. (about 32)
	14- 9-1956	7 800 (276,000)	1380 (48,700)	1,00 (3,28)	"
	3-10-1956	1 550 (54,700)	830 (29,300)	0,90 (2,95)	"
	7-10-1956	9 250 (327,000)	1590 (56,200)	1,1 (3,61)	"
BENOUE à OURO-BOKI (aval confluent)	14-8-1956	1 800 (63,600)	1400 (49,400)	0,85 (2,78)	27 env. (about 17)
	17-9-1956	13 300 (470,000)	4250 (150,000)	1,35 (4,43)	"
	2-10-1956	2 750 (97,200)	2645 (93,500)	1,15 (3,77)	"
	25-10-1956	125 (4,410)	990 (35,000)	0,55 (1,80)	"

Les transports annuels de sable, y compris le charriage de fond, ont pu être grossièrement évalués :

- BENOUE à KINADA : 200 000 m³/an (7.0 10⁶ cu.feet/year)
soit 3 tonnes/an/km² (1.1 t/y/sq.mi.)
- FARO à KOSSEL : 400 000 m³/an (14.1 10⁶ cu.feet/year)
soit 15 tonnes/an/km² (5.7 t/y/sq.mi.)
- BENOUE à OURO-BOKI : 600 000 m³/an (21.2 10⁶ cu.feet/year)
soit 6 tonnes/an/km² (2.3 t/y/sq. mi.)

Les grains de sable transportés sous forme de suspension ont un diamètre moyen de 0,1 à 0,3 mm (.004 to .012 in.). Ils dépassent rarement 0,4 mm (.016 in.), même pendant la période des plus hautes eaux où les vitesses d'écoulement maximales approchent 2m/s (6.5 feet/sec). Par contre, les éléments qui sont entraînés par le charriage de fond, ont un diamètre de 0,6 à 0,9 mm (.024 to .035 in.) en moyenne et peuvent atteindre assez fréquemment plusieurs millimètres (1/10 in).

b) Le LOGONE (Tchad)

La concentration en matériaux suspendus du LOGONE à LAI (Bassin de 60 300 km²) (23.300 sq.miles) a fait l'objet d'une série de mesures pendant la saison de hautes eaux de 1955, année de forte hydraulité.

L'analyse des prélèvements effectués à l'aide d'une pompe a conduit aux résultats suivants :

Date	Concentration g/m ³ (oz/cu. yard)			Débit liquide m ³ /s (cu.ft/sec)
	Moyenne	Maximale	Minimale	
28- 7-1955	275 (7.4)	470 (12.6)	185 (5.0)	710 (25,100)
3-8 -1955	260 (7.0)	-	-	815 (28,800)
8- 8-1955	200 (5.4)	-	-	955 (33,800)
11- 8-1955	235 (6.3)	325 (8.7)	135 (3.6)	1 110 (39,200)

Date	Concentration g/m ³ (oz/cu. yard)			Débit liquide m ³ /s (cu.ft/sec)
	Moyenne	Maximale	Minimale	
13- 8-1955	180 (4.8)	-	-	1 245 (44,000)
18- 8-1955	175 (4.7)	-	-	1 385 (48,900)
23- 8-1955	100 (2.7)	-	-	1 440 (50,800)
28- 8-1955	125 (3.4)	-	-	1 460 (51,600)
29- 8-1955	155 (4.2)	-	-	1 485 (52,500)
9- 9-1955	130 (3.5)	175 (4.7)	100 (2.7)	1 830 (64,600)
14- 9-1955	195 (5.2)	295 (7.9)	105 (2.8)	2 015 (71,700)
21-10-1955	65 (1.75)	70 (1.88)	55 (1.48)	2 600 (91,800)
26-10-1955	80 (2.15)	-	-	2 100 (74,200)
28-10-1955	85 (2.28)	165 (4.4)	60 (1.61)	1 870 (66,100)
31-10-1955	160 (4.3)	-	-	1 730 (61,100)
5-11-1955	180 (4.8)	-	-	1 810 (63,900)
10-11-1955	130 (3.5)	-	-	1 040 (36,800)

On constate que la concentration moyenne qui est assez élevée (275 g/m³) (7.4 oz/cu. yard) en Juillet, c'est-à-dire au début de la crue annuelle, tend ensuite à décroître pendant toute la période de hautes eaux. On note cependant quelques recrudescences de la turbidité et notamment une au début de Novembre due à une pointe de crue tardive.

Le transport annuel de matières en suspension du LOGONE à LAI (module annuel de 545 m³/s) (19,250 cu.ft/sec) est évalué à :

2 600 000 tonnes (2,600,000 tons) soit 43 tonnes/an/km²
(16.4 t/y/sq.miles)

La répartition granulométrique moyenne est approximativement la suivante :

- Argiles : 60 à 70 %
- Limons : 30 à 20 %
- Sables fins : 8 %
- Sables grossiers : 2 %

c) - Le MANGOKY (Madagascar)

L'utilisation d'une turbidisonde de Janvier à Avril 1956 a permis d'étudier les transports solides du MANGOKY à la station du BANIAN, pendant la période des hautes eaux. Nous résumons ci-dessous les résultats des mesures :

Date	Concentration moyenne g/m ³ oz/cu.yard	Débit liquide m ³ /s cu.sec	Vitesse moyenne m/s ft.sec	Date	Concentration moyenne g/m ³ oz/cu.yard	Débit liquide m ³ /s cu.sec	Vitesse moyenne m/s ft.sec
8-1-56	2 100 (56.4)	2 745 (97,000)	1,67 (5.47)	21-2-56	55 (1.48)	530 (18,700)	1,01 (3.30)
3-2-56	1 520 (40.8)	1 195 (42,200)	1,28 (4.19)	22-2-56	70 (1.88)	470 (16,600)	0,93 (3.05)
4-2-56	545 (14.7)	990 (35,000)	1,21 (3.97)	23-2-56	95 (2.55)	445 (15,700)	1,06 (3.47)
5-2-56	595 (16.0)	905 (32,000)	1,17 (3.83)	24-2-56	65 (1.75)	415 (14,700)	0,91 (2.98)
6-2-56	155 (4.17)	775 (27,400)	1,09 (3.57)	25-2-56	60 (1.61)	395 (14,000)	0,89 (2.91)
8-2-56	125 (3.36)	595 (21,000)	1,03 (3.37)	26-2-56	65 (1.75)	355 (12,500)	0,85 (2.79)

Date	Concentration moyenne g/m ³ oz/cu/yard	Débit liquide m ³ /s cu.sec	Vitesse moyenne m/s ft.sec	Date	Concentration moyenne g/m ³ oz/cu/yard	Débit liquide m ³ /s cu.sec	Vitesse moyenne m/s ft.sec
10-2-56	490 (13.2)	660 (23,400)	1,07 (3.51)	28-2-56	55 (1.48)	340 (12,000)	0,83 (2.72)
20-2-56	(40) (1.08)	570 (20,200)	1,03 (3.37)	29-2-56	485 (13.0)	400 (14,200)	0,90 (2.95)
1-3-56	145 (3.90)	480 (17,000)	0,94 (3.08)	19-3-56	110 (2.96)	300 (10,600)	0,82 (2.69)
2-3-56	280 (7.5)	505 (17,800)	1,00 (3.28)	25-3-56	1 325 (35.6)	1 090 (38,500)	1,28 (4.20)
8-3-56	920 (24.7)	1 620 (57,200)	1,60 (5.25)	27-3-56	1 020 (27.4)	1 420 (50,200)	1,45 (4.76)
13-3-56	290 (7.8)	565 (20,000)	1,05 (3.34)	28-3-56	395 (10.6)	1 130 (40,000)	1,36 (4.46)
15-3-56	440 (11.8)	440 (15,500)	0,91 (2.98)	29-3-56	420 (11.3)	650 (23,000)	1,07 (3.51)
17-3-56	105 (2.82)	335 (11,800)	0,88 (2.88)	16-4-56	630 (17.0)	235 (8,300)	0,77 (2.53)
				28-4-56	520 (14.0)	215 (7,600)	0,74 (2.43)

Nota : Les concentrations ont été mesurées en surface seulement du 20 au 28 Février et sont probablement de ce fait nettement sous-estimées.

Bien qu'aucune corrélation nette ne puisse être établie, on remarque que la concentration tend à augmenter rapidement avec le débit et atteint des valeurs très supérieures à celles relevées sur la BENOUE et le LOGONE. Encore faut-il noter qu'aucun prélèvement n'a été effectué en très grande crue, pendant lesquelles la turbidité s'approche peut-être de 10 000 g/m³ (269 oz/cu. yard).

On a tenté d'évaluer grossièrement les transports annuels en suspension, qui varient beaucoup d'une année à l'autre étant donné l'irrégularité du régime. On aboutit à des

valeurs étalées entre 5,5 et 19 millions de tonnes
(5,5 and 19 millions tons), soit, pour un bassin de 54 000 km²,
(20,800 sq. miles) une dégradation spécifique de :

100 à 350 tonnes/an/km² (38 to 133 tons/year/sq. miles)

La granulométrie des matériaux en suspension s'établit en moyenne comme suit :

- Argiles	:	20 % environ
- Limons	:	20 % -
- Sables fins	:	60 % -
- Sables grossiers	:	0 à 2 % -

III - CONCLUSION -

Les données citées dans cette note ont permis d'établir le tableau récapitulatif ci-dessous :

Bassin	Superficie km ² sq.mi.	Dégradation spécifique tonne/an/km ² (tons/year/sq.mile)			Situation
		Suspension	Charriage de fond	Total	
M. KERENG B	0,066 (.025)	165 (63)	475 (181)	640 (244)	Nord-Cameroun
MAGGIA	0,055 (.021)	-	400 (152)	-	Niger
BANIAN	2,5 (.96)	-	12 (4.6)	-	Madagascar
M. BOULORE	3,75 (1.45)	4,5 (1.7)	-	-	Nord Cameroun
TERO	32 (12.4)	650 (247)	-	-	Dahomey
TELOUA	1170 (452)	25 (9.5)	-	-	Niger (Afr)
BENOUE à KINADA	64 000 (24,700)	21 { (19(Arg.Lim) (2(sable) (8.2(7.4 + .8)	-	22 { (19(Arg.Lim) (3(sable) (8.6(7.4 +1.2)	Nord-Cameroun

Bassin	Superficie : km ² : sq.mi.	Dégradation spécifique tonne/an/km ² (tons/year/sq. mile)			Situation
		Suspension	Charriage de fond	Total	
FARO à KOSSEL	27 000 (10,400)	100 { (90(Argile) (10(Sable) (38(34,2 + 3.8)	-	105 { (90(Arg.Lim) (15(Sable) (40(34 + 6)	Nord- Cameroun
BENOUE à OURO-BOKI	104 000 (40,200)	39 { (35(Argile) (4(Sable) (14,8(13,3+1,5)	-	41 { (35(Argile) (6(Sable) (15,6(13,3+2,3)	Nigéria
LOGONE à LAI	60 300 (23,300)	43 (16)	-	-	Tchad
MANGOKY au BANIAN	54 000 (20,900)	100 à 350 (38 to 133)	-	-	Madagascar

Les valeurs obtenues pour les dégradations spécifiques sont encore en nombre très insuffisant et sont beaucoup trop disparates pour que l'on puisse en tirer des conclusions intéressantes. On remarque qu'elles s'étendent sur une gamme très large mais on discerne encore mal l'influence exacte des différents facteurs du phénomène.

On notera cependant que les dégradations spécifiques les plus élevées se rapportent à des bassins de très faibles superficies. Ainsi, la dégradation du MAYO-KERENG B, qui se trouve à l'intérieur du bassin de la BENOUE, est de 640 tonnes an/km² (244 tons/year/sq.mile), alors qu'on relève seulement 22 tonnes/an/km² (8,4 tons/year/sq.mile) à la station de KINADA. Il ne faut pas s'en étonner. En effet, la pente moyenne tend à diminuer avec la superficie du bassin ; par ailleurs, une grande partie des apports solides des branches supérieures se déposent dans le lit alluvionnaire et les plaines d'inondation de la BENOUE et de ses gros affluents, dont le remblaiement progressif ne laisse aucun doute, à l'échelle des temps géologiques. C'est là une difficulté supplémentaire qui joue sur de nombreux bassins en voie d'évolution, et qui complique singulièrement le problème des transports solides. Des études systématiques et intensives restent à entreprendre pour débrouiller ce problème dans ses grandes lignes.