

MEKROU à DYODYONGA

TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION

TOUCHEBEUF (P.)

1. OPERATIONS de TERRAIN

Pendant la saison des pluies 1971 deux séries d'échantillons d'eau ont été prélevés dans la MEKROU pour évaluer l'importance des transports solides en suspension.

La première série comprend des prélèvements réguliers effectués en un même point de la rivière, dans les gorges de DYODYONGA au droit de l'échelle amont, à raison de trois ou quatre échantillons par jour entre le début de juillet et la fin de septembre (avec quelques lacunes). Pendant le mois d'octobre des prélèvements identiques ont été effectués tous les cinq jours environ près du campement, à une quinzaine de kilomètres en amont des gorges. Les prélèvements d'une même journée ont été mélangés pour constituer des échantillons moyens journaliers.

La seconde série de prélèvements a été effectuée à intervalles irréguliers, plus particulièrement au moment des variations notables de débit, entre le 21 mai et le 30 septembre. A chaque opération plusieurs échantillons étaient prélevés simultanément dans la section de jaugeage située à l'entrée des gorges et une mesure classique de débit liquide était exécutée.

2. DEFOUTILLEMENT

La concentration des échantillons en matière solide a été déterminée de façon classique. Après addition d'acide chlorhydrique pour favoriser la flocculation, puis décantation, les échantillons de 5 ou 10 litres d'eau ont été réduits sur le terrain à 250 ml. de résidu boueux. Après transport au laboratoire ces résidus ont été desséchés sur plaque chauffante et à l'étuve, puis ont été pesés.

Au lieu d'être traités par évaporation, les échantillons de faible concentration postérieurs au 25 septembre ont été traités par filtration avec passage au lyophilisateur et pesés. Le même procédé appliqué aux échantillons antérieurs au 16 juin n'a pu donner de résultats précis à cause de la trop faible concentration (entre 10 et 50 g/m³).

Les concentrations C ainsi obtenues à partir des échantillons moyens journaliers (1ère série de prélèvements) figurent dans la deuxième colonne des

tableaux 1 à 4. Leur précision est de l'ordre de 5 à 10 %. Ces valeurs, comme indiqué plus haut, résultent de trois ou quatre échantillons pris au cours d'une journée en un même point de la rivière au droit de l'échelle amont. Elles tiennent donc compte des variations de la concentration durant la journée, mais non des variations de concentration dans la section (à l'inverse de celles de la 2ème série).

En toute rigueur le débit solide T à un instant donné est défini par la relation :

$$T = \iint C \cdot V \cdot dS$$

où V et C sont respectivement la vitesse d'écoulement et la concentration dans l'élément dS de la section de mesure.

Si C est sensiblement constant dans la section, cette relation se simplifie et peut s'écrire :

$$T = C \iint V \cdot dS = C \cdot Q$$

où Q est le débit liquide dans la section.

Cette hypothèse n'est pas rigoureusement satisfaite, mais les mesures plus détaillées effectuées par intermittence dans la section de jaugeage de DYODYONGA ont montré que l'utilisation de la formule simplifiée n'entraînait pas une erreur supérieure à 9 % et souvent même moindre (sauf lorsque T reste au-dessous de 3 kg/s).

Dans les tableaux 1 à 4 les valeurs journalières de T qui figurent en quatrième colonne ont donc été calculées par la relation simplifiée :

$$T \text{ (kg/s)} = C \text{ (g/m}^3\text{)} \times Q \text{ (m}^3\text{/s)} \times 10^{-3}$$

en considérant les moyennes journalières de C et de Q .

Le fait que la concentration et le débit liquide varient parfois sensiblement à l'intérieur d'une même journée peut introduire une nouvelle imprécision qui atteint rarement 5 %.

Compte tenu des différentes causes d'erreur, y compris celle relative au débit Q , on peut estimer que les valeurs journalières de T sont données avec une précision comprise entre 15 et 25 %. Quant aux moyennes mensuelles, leur précision se situe entre 5 et 10 %.

Dans le tableau 5, on a porté les concentrations moyennes mesurées par intermittence dans la section de jaugeage (2ème série de prélèvements). Ces valeurs sont des moyennes, pondérées par les vitesses, des concentrations mesurées à chaque opération aux différents points de prélèvements. Elles sont généralement plus fortes que celles des tableaux 1 à 4, car elles correspondent à des pointes de crue plus ou moins marquées.

3. RESULTATS

Les concentrations mesurées sont dans l'ensemble modérées, notamment en juin, septembre et octobre. Lors des pointes de crue, on enregistre toutefois

en juillet-août des valeurs supérieures à 500 g/m^3 , le maximum observé étant de $1\ 080 \text{ g/m}^3$ (cf. tableau 5).

Bien que les mesures n'aient été effectuées que pendant quelques mois, on peut sans risque d'erreur notable évaluer les transports solides en suspension de l'année 1971. De décembre à mai, les transports solides sont, en effet, tout-à-fait négligeables ou absolument nuls. En mai et novembre ils restent très réduits. On peut retenir les moyennes mensuelles suivantes :

. Janvier 1971 : T = 0 kg/s	: Juillet 1971 : T = 7,68 kg/s
. Février 1971 : T = 0 kg/s	: Août 1971 : T = 28,9 kg/s
. Mars 1971 : T = 0 kg/s	: Septembre 1971 : T = 18,2 kg/s
. Avril 1971 : T = 0 kg/s	: Octobre 1971 : T = 1,6 kg/s
. Mai 1971 : T = 0 kg/s	: Novembre 1971 : T = 0,1 kg/s
. Juin 1971 : T = 0,1 kg/s	: Décembre 1971 : T = 0 kg/s

La moyenne annuelle de 1971 est de :

4,7 kg/s

soit un tonnage annuel de transports en suspension de :

$$4,7 \times 31,5 \times 10^6 = 147 \times 10^6 \text{ kg/an}$$

arrondi à : 150 000 tonnes en 1971

La dégradation spécifique correspondante est de $15 \text{ t/an} \times \text{km}^2$.

Aucune analyse granulométrique n'a été effectuée sur les matériaux transportés en suspension, mais il s'agit exclusivement de particules fines d'argile et de limon.

Il est assez difficile d'évaluer a priori la densité avec laquelle les matériaux se déposeraient dans la retenue, car cette densité varie sensiblement avec la proportion relative d'argiles et de limons ainsi qu'avec le mode d'exploitation de la retenue. Elle tend également à augmenter avec le temps, par compaction progressive des dépôts. On peut ainsi observer des densités extrême de $0,75$ et $1,3 \text{ kg/dm}^3$ pour des dépôts argilo-limoneux de dix ans d'âge. (Les dépôts sableux ont au contraire une densité assez constante et voisine de $1,5$).

En adoptant une densité approximative de $1,0$ et en supposant que la totalité des matériaux se déposeraient, on voit que les transports en suspension de la MEKROU pour une année analogue à 1971 réduiraient de $150\ 000 \text{ m}^3$ la capacité de la retenue.

Cette évaluation ne tient pas compte du charriage de fond qui concerne des matériaux plus grossiers (sable, gravier, etc.). Ce mode de transport se prête difficilement à des mesures tant soit peu précises, mais il semble bien n'avoir qu'une importance très réduite dans le cas de la MEKROU, car on observe très peu de bancs de sable sur son cours dans la région de DYODIONGA. Il est vraisemblable que le volume annuel du charriage de fond ne dépasse

guère 15 % de celui des transports en suspension. On aboutit ainsi à un volume total de 175 000 m³ en 1971.

Il est important de noter que l'année 1971 a eu une hydraulité très déficitaire (période de retour de 10 ans environ). Le module annuel a été de 21,4 m³/s seulement, alors que le module moyen interannuel est de 39,5 m³/s; le débit maximal a été de 157 m³/s, au lieu de 240 m³/s en année médiane. Ceci explique, au moins en partie, la valeur très modeste de la dégradation spécifique du bassin de la MEKROU en 1971 (15 t/an x km²) en comparaison des valeurs obtenues dans d'autres régions d'AFRIQUE NOIRE et notamment au CAMEROUN (entre 30 et 100 t/an x km² généralement).

Etant donné que les débits solides croissent rapidement avec les débits liquides il apparaît indispensable de majorer largement le résultat de l'année 1971 pour obtenir le volume des transports solides en année moyenne. En adaptant comme coefficient de majoration le carré du rapport des modules de l'année moyenne et de 1971, on aboutit du résultat suivant :

- volume total des transports solides en année moyenne :

600 000 m³

Etant donné les approximations admises, cette valeur ne donne qu'un ordre de grandeur raisonnable. Une plus grande précision n'apparaît pas indispensable pour l'étude du projet hydroélectrique et demanderait de poursuivre les mesures pendant plusieurs années.

TABLEAU 1

MEKROU à DINDYONGA
 TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION
 Moyennes journalières (1ère série)
 Juillet 1971

Jour	Concentration C (g/m ³)	Débit liquide Q (m ³ /s)	Débit solide T (kg/s)
1	(250)	8,23	(2,05)
2	(150)	2,95	(0,45)
3	(95)	1,53	(0,15)
4	40	0,87	0,03
5	175	0,73	0,13
6	931	23,6	22,0
7	351	19,5	6,85
8	250	15,8	3,95
9	397	23,6	9,35
10	493	36,4	18,0
11	471	29,8	14,0
12	452	23,7	10,7
13	(410)	18,9	(7,75)
14	355	14,3	5,08
15	277	11,4	3,16
16	603	41,9	25,2
17	651	55,2	35,9
18	608	32,6	19,8
19	338	21,0	7,10
20	206	18,5	3,82
21	198	15,8	3,14
22	213	6,50	1,38
23	223	4,0	0,89
24	235	3,00	0,70
25	438	9,70	4,25
26	572	8,60	4,91
27	341	25,1	8,55
28	322	21,6	6,95
29	(230)	16,7	(3,85)
30	(200)	20,6	(4,12)
31	168	22,2	3,73
Moyenne:	343	17,9	7,68

TABLEAU 2

MEKROU à DYODYONGA
 TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION
 Moyennes journalières (1ère série)
 Août 1971

Jour	Concentration C (g/m ³)	Débit liquide Q (m ³ /s)	Débit solide T (kg/s)
1	141	20,2	2,85
2	173	23,1	4,00
3	185	27,8	5,15
4	216	24,0	5,20
5	237	24,4	5,77
6	361	23,0	8,30
7	289	27,3	7,90
8	273	41,7	11,4
9	261	38,4	10,0
10	204	34,1	6,95
11	274	49,4	13,5
12	377	50,7	19,1
13	734	(55)	40,0
14	596	(75)	44,7
15	751	56,9	42,6
16	273	48,3	13,2
17	254	46,2	11,7
18	285	54,9	15,6
19	296	63,9	18,9
20	(370)	66,5	24,6
21	440	77,2	33,9
22	322	76,9	24,8
23	401	86,5	34,7
24	587	113	66,5
25	(580)	136	79,0
26	542	142	77,0
27	491	152	74,7
28	439	157	69,0
29	302	157	47,5
30	309	151	46,6
31	211	145	30,6
Moyenne:	360	71,7	28,9

TABLEAU 3

MEKROU à DYODYONGA
 TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION
 Moyennes journalières (1ère série)
 Septembre 1971

Jour	Concentration C (g/m ³)	Débit liquide Q (m ³ /s)	Débit solide T (kg/s)
1	(200)	128	(25,6)
2	(190)	125	(23,8)
3	(220)	139	(30,6)
4	(250)	145	(36,3)
5	(250)	146	(36,5)
6	(220)	142	(31,2)
7	(200)	139	(27,8)
8	(190)	136	(25,9)
9	175	135	23,7
10	170	133	22,6
11	181	128	23,2
12	169	123	20,8
13	(170)	118	(20,1)
14	(160)	113	(18,1)
15	(150)	113	(17,0)
16	(135)	108	14,6
17	(120)	100	12,0
18	110	97	10,7
19	110	96	10,6
20	125	97	12,1
21	121	97	11,7
22	116	102	11,8
23	183	108	19,8
24	119	103	12,2
25	99	100	9,9
26	82	99	8,1
27	94	98	9,2
28	(80)	95	(7,6)
29	(75)	92	(6,9)
30	(70)	89	(6,2)
Moyenne:	151	115	18,2

TABLEAU 4

MEKROU à DYODYONGA
 TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION
 Moyennes journalières (1ère série)
 Octobre 1971

Jour	Concentration C (g/m ³)	Débit liquide Q (m ³ /s)	Débit solide T (kg/s)
1		85,0	(5,0)
2		80,1	(4,5)
3		77,5	(4,0)
4		74,3	(3,5)
5		68,0	(3,0)
6	36	63,4	2,3
7		60,0	(2,2)
8		55,5	(2,0)
9		51,7	(1,9)
10		47,7	(1,7)
11	37	44,2	1,6
12		41,8	(1,5)
13		41,1	(1,4)
14		40,7	(1,3)
15	30	39,9	1,2
16		38,8	(1,2)
17		36,3	(1,1)
18		33,8	(1,1)
19		32,0	(1,0)
20	33	29,9	1,0
21		28,5	(0,9)
22		27,1	(0,8)
23		25,9	(0,7)
24	25	25,1	0,6
25		24,3	(0,6)
26		23,2	(0,6)
27	26	22,6	0,6
28	22	21,6	0,5
29		20,0	(0,45)
30		18,4	(0,4)
31		16,8	(0,35)
Moyenne:	(30)	41,8	(1,6)

TABLEAU 5

MEKROU à DYODYONGA

TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION

Concentrations moyennes dans la section de jaugeage

(2ème série)

- 1971 -

Jour	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
1					
2					
3			95		
4					
5		< 50			
6			(559)		
7			371	(264)	
8					
9				330	
10					
11				(268)	190
12					
13				1 080	
14				(502)	
15			300	827	
16		55			
17			595		
18			687		
19		120			
20		171	229		
21	< 50				130
22	< 50	242		362	
23		191			
24				598	
25		190			99
26	< 50			569	
27					
28					
29					
30					
31				261	

Touchebeuf de Lussigny Pierre.

Mekrou à Dyodyonga : Transports solides en suspension.

Paris : ORSTOM, 1972, 4 p.