

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DU BASSIN TCHADIEN

A. CHOURET

LES TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION AU TCHAD

Apports Fluviaux vers le Lac

1975 - 76
Campagnes : 1976 - 77
1977 - 78

Décembre 1978

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE N'DJAMÉNA



LES TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION AU TCHAD
Apports fluviaux vers le Lac

CAMPAGNES 1975-76
1976-77
1977-78

A. CHOURET
Décembre 1978

S O M M A I R E

INTRODUCTION

1 - CARACTERISTIQUES GENERALES DES CAMPAGNES 1975-76
1976-77 et 1977-78.

2 - LE BASSIN DU CHARI

2.1. Le Bahr Sara à Manda

2.2. Le Chari) à Sarh

2.3. Le Chari à Chagoua

3 - LE BASSIN DU LOGONE

3.1. Le Logone à Moundou

3.2. La Pendé à Goré

3.3. Le Logone à Kousseri

4 - QUANTITEES ANNUELLES TRANSPORTEES EN SUSPENSION

5 - LES CONCENTRATIONS

CONCLUSION

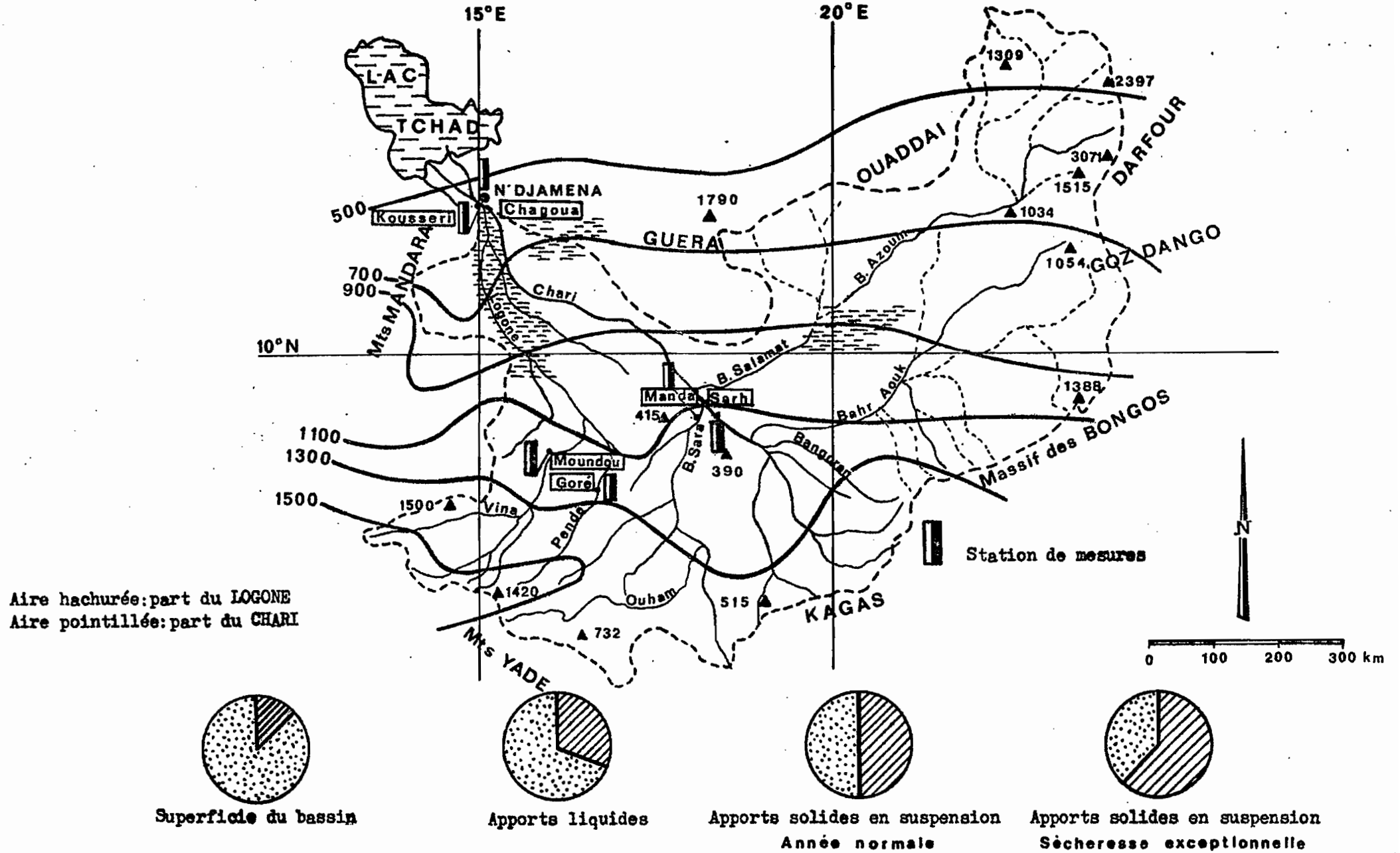


Fig. 1 - Le bassin versant du Chari à N'DJAMENA, isohyètes interannuelles en mm et stations de mesure

INTRODUCTION

Le programme "Etude des transports solides en suspension au Tchad" a débuté en 1967.

Après la mise au point de la méthodologie (BILLON, 1968), les premières campagnes d'observation et celles effectuées lors de la sécheresse de 1972 et 1973, le réseau de mesure avait été réduit en 1975 au seul contrôle des apports vers le lac au niveau de N'Djamena, aux stations de :

- Chagoua sur le Chari, module interannuel : $870\text{m}^3/\text{s}$, bassin versant : 515.000 Km^2 ,

- Kousseri sur le Logone, $380\text{ m}^3/\text{s}$, 85.000 Km^2 ,

qui permettent de faire le bilan séparé pour chacun des fleuves et le total des apports au lac sur le bassin de 600.000 Km^2 .

A partir de 1976, les observations ont repris sur les bassins amont, à la limite approximative des zones d'érosion possible ($8^{\circ}30'$ latitude nord) sur les anciennes stations dont on connaît bien l'importance hydrologique vis à vis du lac :

- Sarh sur le Chari, module interannuel : $325\text{m}^3/\text{s}$, bassin versant de 193.000Km^2 .

- Manda sur le Barh Sara, $526\text{ m}^3/\text{s}$, 79.600 Km^2

- Goré sur la Pendé, $139\text{ m}^3/\text{s}$, 12.020 Km^2

- Moundou sur le Logone, $398\text{ m}^3/\text{s}$, 33.970 Km^2

Ces stations, plus les deux à l'aval, constituent le réseau de contrôle de base des apports fluviaux de matériaux solides en suspension dans le système hydrologique du lac Tchad.

Ce réseau est reporté sur la figure 1 qui résume également les grands traits du régime des apports fluviaux d'après les résultats des observations antérieures (CARRE, 1972 et CHOURET, 1975, 1977).

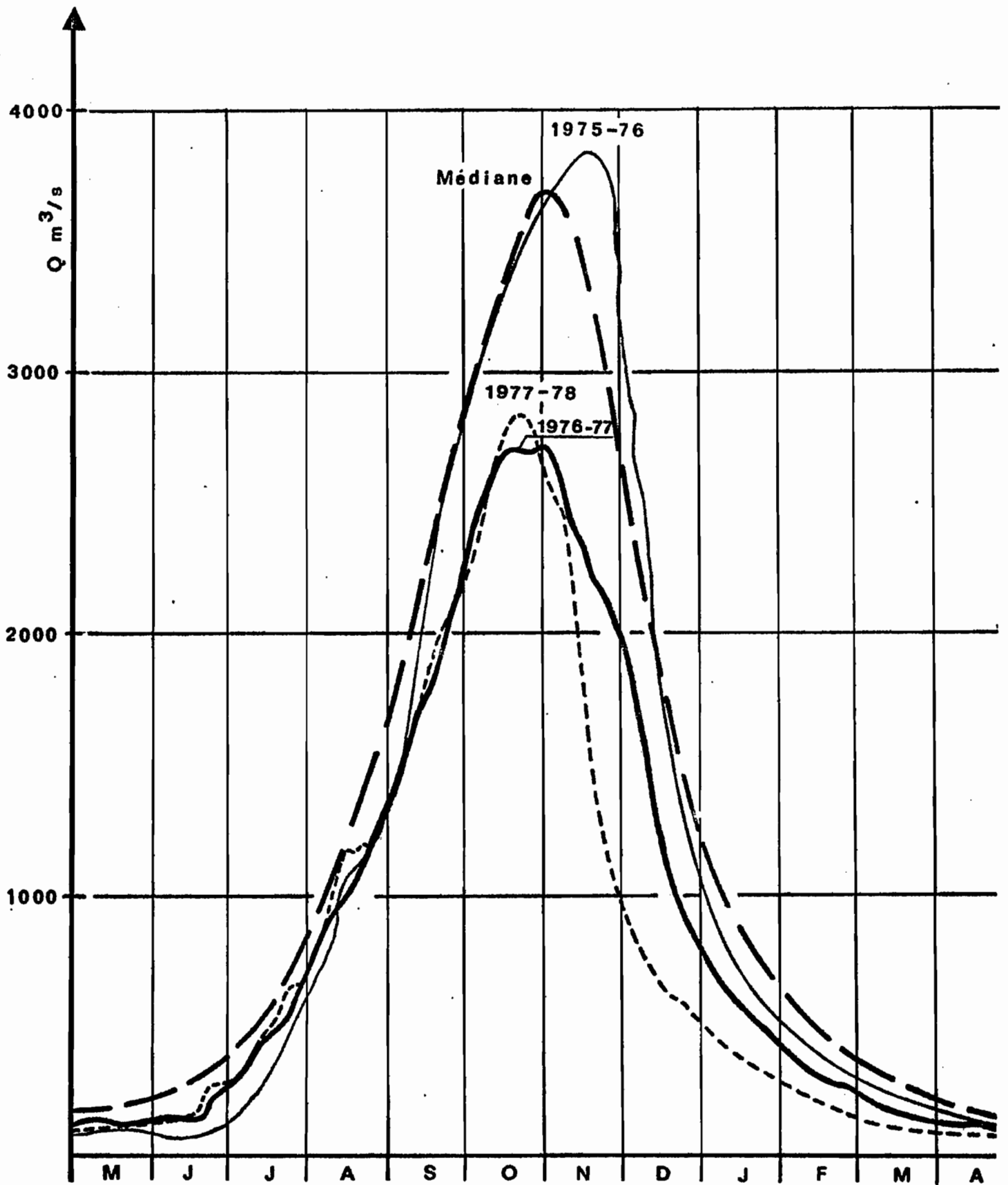


Fig.2 - Le Chari à N'DJAMENA - Hydrogrammes des crues récentes.

1. CARACTERISTIQUES GENERALES DES CAMPAGNES 1975-76, 1976-77, 1977-78

Pour schématiser l'hydraulicité lors de ces campagnes, les hydrogrammes des crues du Chari à N'Djamena, après le confluent avec le Logone, par rapport à la crue théorique médiane ont été portés sur la figure 2.

Il convient toutefois de noter le cas particulier de l'année hydrologique 1976-77 qui n'apparaît pas sur le graphique correspondant de la figure 2. En effet, si les crues enregistrées sur le bassin du Chari proprement dit sont toutes très faibles, par contre sur le Logone, en particulier à partir de Laf, les crues sont fortes et certaines cotes atteintes à l'échelle limnimétrique avoisinent celles des plus hautes eaux connues (1955 et/ ou 1970). Du fait des débordements dans les plaines d'inondation, ces fortes crues n'ont plus aucune influence au niveau de N'Djamena. Ces fortes valeurs se retrouvent également sur la Pendé. Les crues enregistrées sur le bassin supérieur du Logone sont moyennes ou légèrement supérieures à la moyenne mais dans tous les cas elles ne sont pas comparables aux valeurs notées sur les stations du cours moyen ou inférieur.

Les débits maximaux des crues observées en 1975 sur les deux bassins sont proches de la moyenne, certains légèrement supérieurs sur les deux bassins. Par contre en 1977, toutes les valeurs (débits maximaux et modules) sont particulièrement faibles et pour certaines de l'ordre de la fréquence trentennale ou cinquantennale sèche. Nous verrons d'ailleurs que certains phénomènes constatés au cours de cette dernière campagne (faibles débordements du Logone hors du lit principal) se rapprochent de ceux enregistrés lors des années du paroxysme de la sécheresse en 1972 et 1973.

Les données de base du transport solide en suspension aux différentes stations, ainsi que les paramètres hydrologiques principaux pour les différentes campagnes sont rassemblés dans les tableaux I à V.

Pour les données de base, on trouvera :

1ère colonne : Le module M en m^3/s et entre parenthèse le

module spécifique m en $l/s \cdot Km^2$;

2ème colonne: Le transport solide annuel moyen R en Kg/s et entre

parenthèse la dégradation spécifique en $T/Km^2/an$;

Tableau I

LE BAHR SARA A MANDA (79 600 km²)

Moyennes mensuelles du débit liquide et solide et de la concentration

Année \ Mois	1976-77			1977-78		
	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s
A	37,3	12,5	0,5	23,6	7,5	0,2
M	29,0	16,9	0,5	21,4	9,4	0,2
J	52,3	22,6	1,2	44,4	15,7	0,7
J	212	82,5	17,5	220	110	24,2
A	621	118	73,5	514	118	60,5
S	1080	61,1	66,0	958	78,7	75,4
O	1040	43,1	44,8	918	50,3	46,2
N	497	38,2	19,0	276	31,7	8,7
D	176	22,3	3,9	900	16,1	1,5
J	95,8	14,0	1,3	44,7	9,1	0,4
F	58,1	9,5	0,6	24,5	9,5	0,2
M	30,2	7,8	0,2	16,0	(8,0)	(0,1)

Données de base du transport solide en suspension

Année	M m ³ /s (m en l/s.km ²)	R kg/s (e T/km ² /an)	C _{an} g/m ³	C _{min} g/m ³ et date	C _{max} g/m ³ et date	Q _s kg/s et date	Q _v m ³ /s (q _v en l/s.km ² et date)
1976-77	329 (4,1)	19,0 (7,5)	37	7 02.04.76	185 27.07.76	91,6 26.08.76	1370 (17,2) 23.09.76
1977-78	262 (3,3)	18,2 (7,2)	39	6 05.04.77	212 30.07.77	96,5 07.09.77	1195 (15,0) 30.09.77
Médiane	526 (6,6)						1990 (24,9)
Décennale sèche	334 (4,2)						
Cinquennale sèche	217 (2,7)						

- 3ème colonne : La concentration en sédiments, moyenne annuelle, C_{an} en g/m^3 ;
- 4ème colonne : La concentration minimale mesurée, C_{min} , en g/m^3 avec sa date d'occurrence ;
- 5ème colonne :: La concentration maximale mesurée, C_{max} , en g/m^3 et sa date d'occurrence ;
- 6ème colonne : Le débit journalier maximal mesuré, Q_V en Kg/s et sa date d'occurrence.
- 7ème colonne : Le débit maximal annuel de crue Q_V en m^3/s et sa valeur spécifique Q_V en $l/s. Km^2$ avec sa date d'occurrence.

En ce qui concerne les 2ème et 7ème colonnes il faut bien noter qu'étant donné la morphologie du bassin du Logone et du Chari, en particulier l'étendue des plaines d'inondation, la dégradation spécifique n'a pas de signification physique et, pour les stations aval, il en est de même des débits spécifiques.

Pour les modules et les débits de crue, les valeurs médianes et caractéristiques principales sont également indiquées.

2. LE BASSIN DU CHARI

2.1. Le Bahr Sara à Manda (79.600 Km^2)

Les moyennes mensuelles du débit liquide et solide et de la concentration ainsi que les données de base du transport solide en suspension sont rassemblées dans le tableau I. La figure 3 traduit l'allure des hydrogrammes journaliers et la valeur du transport solide en suspension mensuel.

Les deux crues 1976-77 et 1977-78 sont faibles, les modules sont respectivement de l'ordre de la valeur décennale et trentennale sèches.

Ces données de base du transport solide en suspension (concentrations maximales, minimales, annuelles, débit solide maximal) sont toujours du même ordre de grandeur. Cette constance qui avait été mise en évidence lors des campagnes précédentes est une caractéristique de chaque station.

Le transport solide est maximal lors de l'arrivée des premières crues, ceci est particulièrement net au cours de la campagne 1976-77.

BASSIN DU CHARI

Hydrogrammes journaliers (m^3/s) et Transport solide mensuel (kg/s)

Le Bahr Sara à MANDA

B.V. = 79 600 km^2

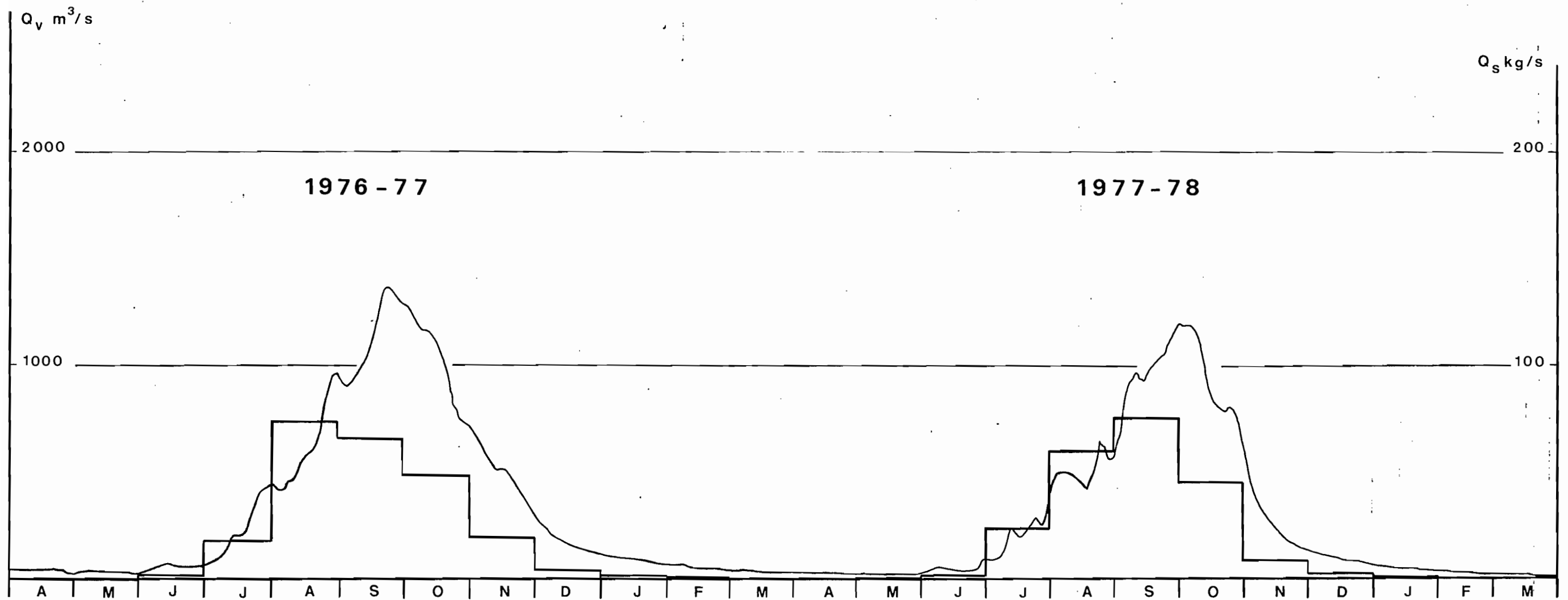


Fig. 3

BASSIN DU CHARI
Hydrogrammes journaliers (m³/s) et Transport solide mensuel (kg/s)

Le Chari à CHAGOUA
B.V. = 515 000 km²

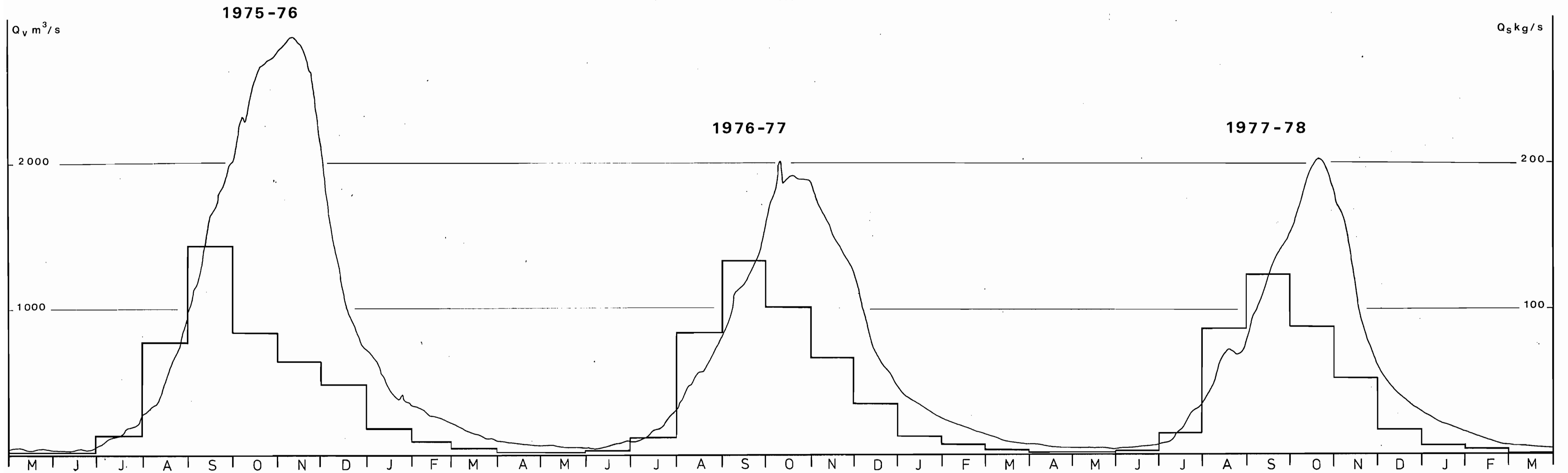


Fig.4

Tableau II

LE CHARI A CHAGOUA (515 000 km²)

Moyennes mensuelles du débit liquide et solide et de la concentration

Année \ Mois	1975-76			1976-77			1977-78		
	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s
A	54,4	34,2	1,9	80,6	32,3	3,1	54,0	26,1	1,4
M	47,6	37,5	1,8	59,8	35,0	2,0	40,6	26,5	1,0
J	40,5	42,3	1,7	64,7	45,3	2,9	49,0	40,5	2,0
J	153	87,6	13,4	182	59,7	10,9	192	73,9	14,2
A	531	143	76,1	575	146	83,8	616	139	85,6
S	1490	96,7	144	1190	112	133	121	102	123
O	2450	34,7	85,0	1850	55,7	103	1843	46,5	85,7
N	2710	24,1	65,2	1540	43,3	66,6	1180	44,4	52,4
D	1220	40,1	48,9	752	48,4	36,4	410	41,5	17,0
J	483	34,6	16,7	348	36,5	12,7	211	26,2	5,5
F	272	33,5	9,1	189	35,0	6,6	107	27,9	3,0
M	136	29,8	4,1	95,2	28,6	2,7	54,3	26,4	1,4

Données de base du transport solide en suspension

Année	M m ³ /s (m en l/s.km ²)	R kg/s (t/km ² /an)	C _{ang} g/m ³	C _{ming} g/m ³ et date	C _{max} g/m ³ et date	Q _s kg/s et date	Q _v m ³ /s (q _v en l/s.km ²) et date
1975-76	800 (1,55)	38,9 (2,4)	53	(20)	165	160	2867 (5,6)
				avril 75	fin août 75	début sept.	12.11.75
1976-77	579 (1,12)	38,1 (2,3)	56	17	191	155	2000 (3,9)
				28.06.76	10.08.76	07.09.76	10.10.76
1977-78	406 (0,78)	32,7 (2,0)	52	22	182	135	2020 (3,9)
				16.05.77	12.08.77	14.09.77	20.10.77
Médiane	870 (1,69)						2800 (5,4)
Décennale sèche	590 (1,14)						

2.2. Le Chari à Sarh (193.000 Km²)

Les deux crues 1976-77 et 1977-78 sont très faibles. Les modules et les débits maximaux avoisinent des valeurs trentenales ou cinquanteennes sèches. Les données recueillies sur le transport solide en suspension ont dû être éliminées : observateurs déficients et mauvaises manipulations sur le terrain.

2.3. Le Chari à Chagoua (515.000 Km²)

Les données de base sont rassemblées dans le tableau II et schématisées sur les graphiques de la figure 4.

On retrouve à cette station aval du bassin les caractéristiques générales déjà énoncées concernant les trois campagnes. De même, la constance des valeurs obtenues pour le transport solide apparaît ici nettement malgré la différence d'hydraulicité entre 1975-76 et les deux autres années.

3. LE BASSIN DU LOGONE

3.1. Le Logone à Moundou (33.970 Kms²)

Les valeurs du débit liquide maximal et du module sont moyennes en 1976-77 (cf. tableau III et figure 5).

Au cours de la campagne 1977-78, ces mêmes valeurs sont très faibles et le module avoisinerait même l'ordre de grandeur du module cinquantennal sec.

Ici aussi, malgré ces deux périodes d'hydraulicité très différentes, la constance des données de base du transport solide en suspension est bien mise en évidence.

3.2. La Pendé à Goré (12.020 Km²)

Le tableau IV et la figure 6 résument les principaux résultats obtenus au cours des campagnes 1976-77 et 1977-78.

On a noté lors de la première campagne une forte crue de la Pendé. En 1977-78, bien que le débit maximal soit supérieur à la moyenne, le module est très faible et bien inférieur à la valeur décennale sèche.

Tableau III

LE LOGONE A MOUNDOU (33 970 km²)

Moyennes mensuelles du débit liquide et solide et de la concentration

Année \ Mois	1976-77			1977-78		
	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s
A	17,5	14,0	0,3	26,2	6,9	0,2
M	46,9	70,9	3,3	41,4	35,5	1,5
J	188	187	35,2	113	175	19,8
J	594	280	166	418	312	130
A	1 330	202	269	790	211	167
S	1 270	135	172	1 150	157	181
O	929	136	126	475	104	49,3
N	448	89	40	155	34	5,3
D	202	29	5,8	86,8	23	2,0
J	126	16,4	2,1	52,9	10	0,5
F	74,4	11,2	0,8	33,9	11	0,3
M	36,4	9,7	0,3	24,0	6,5	0,2

Données de base du transport solide en suspension

Année	M m ³ /s (m en l/s.km ²)	R kg/s (e T/km ² /an)	C _{an} g/m ³	C _{min} g/m ³ et date	C _{max} g/m ³ et date	Q _s kg/s et date	Q _v m ³ /s (q _v en l/s.km ² et date)
1976-77	441 (12,9)	68 (64)	98	7 03.04.76	500 15.07.76	445 18.08.76	2320 (68) 20.08.76
1977-78	281 (8,2)	46 (43)	90	5 avril 77	453 29.07.77	428 28.08.77	1530 (45)
Médiane	398 (11,7)						2100 (62)
Décennale sèche	310 (9,1)						
Centennale sèche	240 (7,1)						

BASSIN DU LOGONE

Hydrogrammes journaliers (m^3/s) et Transport solide mensuel (kg/s)

Le Logone à MOUNDOU

B.V. = $33\,970\ km^2$

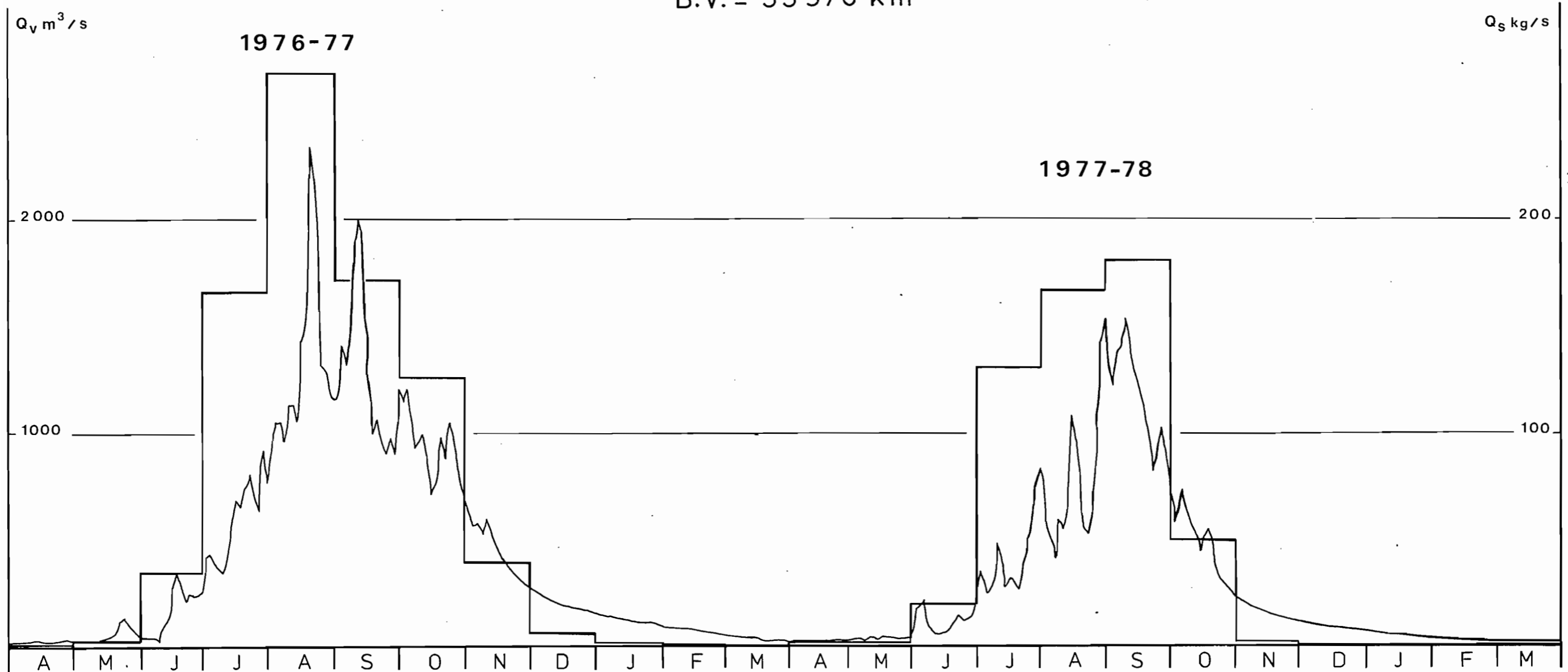


Fig. 5

Tableau IV

LA PENDE A GORE (12 020 km²)

Moyennes mensuelles du débit liquide et solide et de la concentration

Année \ Mois	1976-77			1977-78		
	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s
A	3,69	21,3	0,08	1,56	24,9	0,04
M	4,27	32,1	1,4	3,36	(35,0)	(0,1)
J	25,7	70,5	1,8	16,2	101	1,6
J	155	171	26,6	33,5	209	7,0
A	688	85,6	58,9	360	116	41,8
S	601	52,6	31,6	425	44,8	19,0
O	320	45,6	14,6	176	29,8	5,2
N	102	22,7	2,3	25,8	16,1	0,4
D	39,3	(12,0)	(0,5)	7,48	9,3	0,07
J	15,5	(10,0)	(0,1)	3,37	14,0	0,04
F	5,40	14,4	0,08	2,24	(10,0)	(0,02)
M	2,78	8,4	0,02	1,90	(9,0)	(0,02)

Données de base du transport solide en suspension

Année	M m ³ /s (m en l/s.km ²)	R kg/s (e T/km ² /an)	C _{an} g/m ³	C _{min} g/m ³ et date	C _{max} g/m ³ et date	Q _s kg/s et date	Q _v m ³ /s (q _v en l/s.km ²) et date
1976-77	167 (13,7)	11,5 (30,2)	46	3 06.03.77	358 21.07.76	92,3 01.08.76	1000 (83) 21.08.76
1977-78	88,1 (7,3)	6,3 (16,6)	51	8 avril 77	317 12.07.77	80,8 17.08.77	850 (71) 29.08.77
Médiane	139 (11,6)						652 (54)
Décennale sèche	115 (9,5)						

BASSIN DU LOGONE

Hydrogrammes journaliers (m^3/s) et Transport solide mensuel (kg/s)

La Pendé à GORE
B.V. = 12 020 km^2

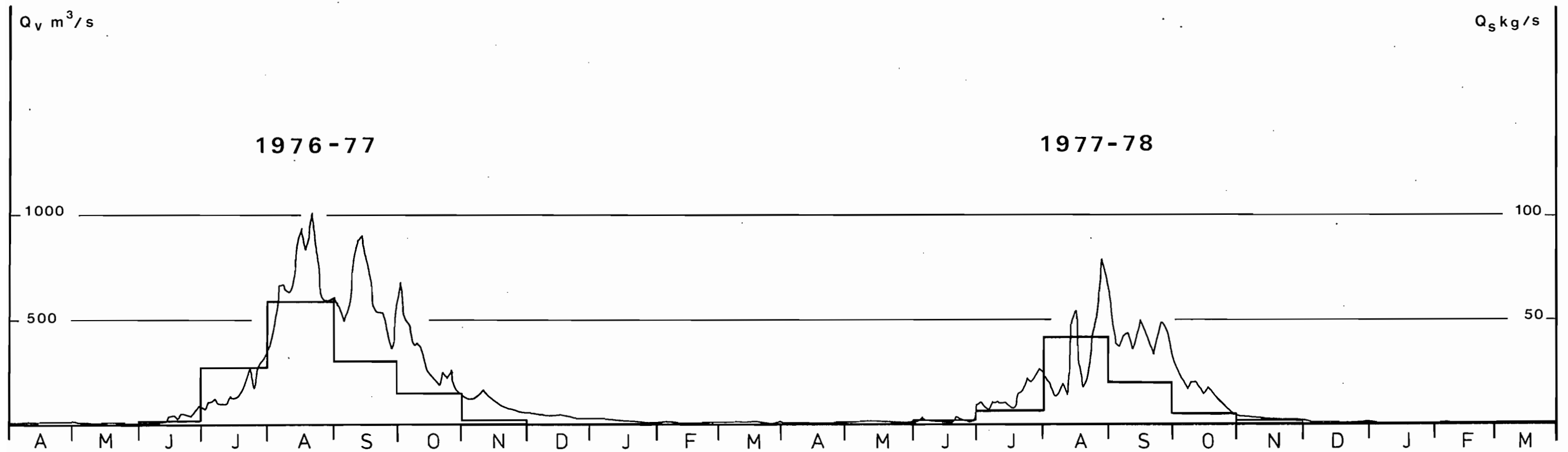


Fig. 6

Tableau V

LE LOGONE A KOUSSERI (85 000 km²)

Moyennes mensuelles du débit liquide et solide et de la concentration

Année \ Mois	1975-76			1976-77			1977-78		
	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s	Q m ³ /s	C g/m ³	Q _s kg/s
A	20,5	43,6	0,9	27,2	45,6	1,2	23,9	35,3	0,8
M	39,2	75,7	3,0	30,2	56,5	1,7	26,9	52,3	1,4
J	69,0	104	7,1	92,1	195	17,9	81,2	164	13,3
J	219	396	86,7	307	477	146	267	445	119
A	446	361	161	528	255	135	482	321	155
S	641	89,3	57,2	707	64,7	45,7	669	94,5	63,2
O	836	21,2	17,7	917	29,9	27,4	828	47,8	39,6
N	912	20,5	18,6	837	50,7	42,4	488	77,5	37,8
D	437	67,4	29,4	368	68,0	25,0	142	59,2	8,4
J	132	44,3	5,8	135	55,8	7,5	(100)	33,6	(3,4)
F	78,0	37,4	2,9	85,1	38,9	3,3	(70)	33,1	(2,3)
M	43,3	35,8	1,5	50,3	36,0	1,8	(40)	33,0	(1,3)

Données de base du transport solide en suspension

Année	M m ³ /s (m en l/s.km ²)	R kg/s (e T/km ² /an)	C _{an} g/m ³	C _{min} g/m ³ et date	C _{max} g/m ³ et date	Q _s kg/s et date	Q _v m ³ /s (q _v en l/s.km ²) et date
1975-76	323 (3,8)	33,0 (12,3)	108	15 nov. 75	640 15.07.75	223 août 75	931 (10,9) 14-17.11.75
1976-77	340 (4,0)	37,9 (14,0)	114	24 14.10.76	660 12.07.76	219 23.07.76	931 (10,9) 19-26.10.76
1977-78	268 (3,15)	37,1 (13,8)	116	29 mars 78	734 15.07.77	254 04.08.77	870 (10,2) 17-19.10.77
Médiane	380 (4,5)						900 (10,6)
décennale sèche	330 (3,9)						

BASSIN DU LOGONE

Hydrogrammes journaliers (m^3/s) et Transport solide mensuel (kg/s)

Le Logone à KOUSSERI
B.V. = $85000 km^2$

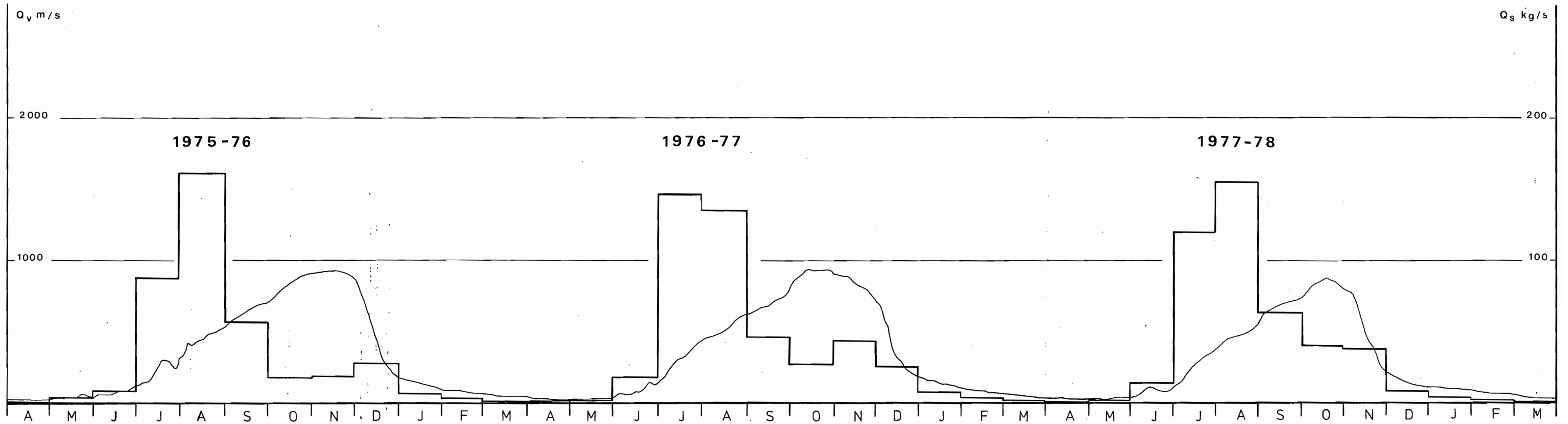


Fig. 7

Les remarques générales faites au sujet du Logone à Moundou s'appliquent également à la station de Goré sur la Pendé.

3.3. Le Logone à Kousseri (85.000 Km²)

Le tableau V et la figure 7 rassemblent les résultats obtenus à cette station au cours des campagnes 1975-76, 1976-77 et 1977-78.

On retrouve à Kousseri les caractéristiques notées sur les stations amont du Logone. En 1977-78, le module a été particulièrement faible et voisin de la valeur trentennale sèche.

Le tonnage annuel par station, le total de matières en suspension apportées au lac Tchad et les effets des très faibles crues enregistrées au cours de la dernière campagne seront examinés au chapitre suivant.

4 - QUANTITES ANNUELLES TRANSPORTEES EN SUSPENSION

On considérera principalement les résultats obtenus en 1976-77 et 1977-78 (cf. tableau VI et figure 8), campagnes pour lesquelles on possède les données des stations de l'amont.

On retrouve ici les caractéristiques déjà notées lors des campagnes précédentes.

En année normale, du fait du rôle des plaines d'inondation, les apports venant du Logone et du Chari sont sensiblement du même ordre de grandeur, à l'inverse des débits liquides. Le Logone perd environ la moitié ou le tiers des apports solides mesurés sur son bassin amont.

Avec les très faibles crues du Logone en 1977-78, on ne note que des pertes minimales entre l'amont et l'aval du fait des faibles débordements dans les plaines du Nord-Cameroun. Au niveau de N'Djamena, les apports du Logone sont alors supérieurs à ceux du Chari. Cette situation se rapproche de celle qui avait été observée lors des années de sécheresse de 1972 et 1973.

Les basses valeurs du module de l'El Beïd confirment la faiblesse des débordements du Logone, le module de l'El Beïd à Tildé n'a été que de 3,75 m³/s en 1977-78.

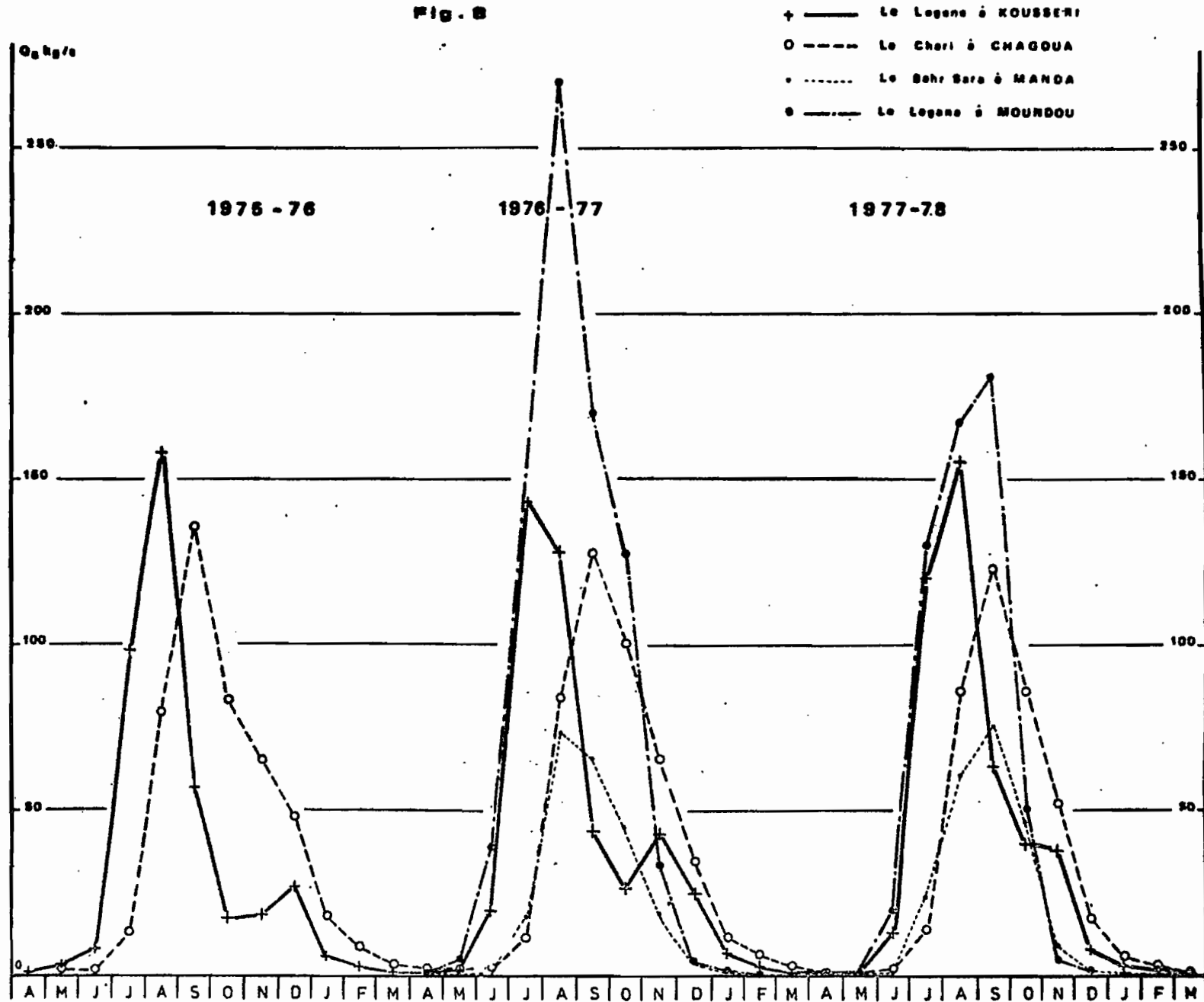
Tableau VI

QUANTITES ANNUELLES TRANSPORTEES EN SUSPENSION

Fleuve	Station	Année	Transports (tonnes)
LOGONE	MOUNDOU	1976-77	2.161.000
		1977-78	1.466.000
	KOUSSERI	1975-76	1.043.000
		1976-77	1.198.000
		1977-78	1.172.000
	PENDE	GORE	1976-77
1977-78			200.000
CHARI	CHAGOUA	1975-76	1.229.000
		1976-77	1.200.000
		1977-78	1.033.000
BARH SARA	MANDA	1976-77	600.000
		1977-78	575.000
Totaux des apports au lac Tchad		1975-76	2.272.000
		1976-77	2.398.000
<u>au niveau de N'Djamena</u>		1977-78	2.205.000

Evolution du débit solide moyen mensuel

Fig. 8



Pour le seul bassin du Chari, de par l'absence de données concernant la station de Sarh, il est difficile de chiffrer pour ces années le gain généralement constaté lors des campagnes précédentes et qui pouvait varier entre 20 et 50 % entre le tonnage transité à l'aval et la somme des exportations du Bahr Sara et du Chari supérieur, l'érosion des berges semblant fournir dans ce cas plus de matériaux que les plaines n'en retiennent.

En possession cependant des résultats obtenus à Manda sur le Bahr Sara, on peut tenter une estimation du tonnage qui a transité à Sarh en se basant sur les données des campagnes antérieures. On peut raisonnablement estimer que le tonnage apporté à Sarh en 1976-77 a été de l'ordre de 200.000 tonnes et de 150.000 tonnes en 1977-78, ce qui donne un gain respectivement de l'ordre de 50 et 40 % enregistré à Chagoua.

Malgré les aléas climatiques, les quantités de matières solides en suspension acheminées vers le lac Tchad et mesurées au niveau de N'Djamena présentent une certaine constance. Depuis 1969, soit sur neuf années d'observations, la moyenne du transport solide annuel en suspension est de 2.300.000 tonnes pour lesquelles nous avons vu les parts respectives du Logone et du Chari suivant l'hydraulicité de l'année considérée.

Sur une longue période, la valeur médiane des apports serait probablement de l'ordre de 2.500.000 à 2.600.000 tonnes dont près de 60 % sont apportées entre juillet et septembre, au début de la montée des eaux.

5. LES CONCENTRATIONS.

Les résultats des différentes campagnes ont mis en évidence une homogénéité relativement bonne des valeurs des concentrations maximales, minimales et annuelles à chaque station.

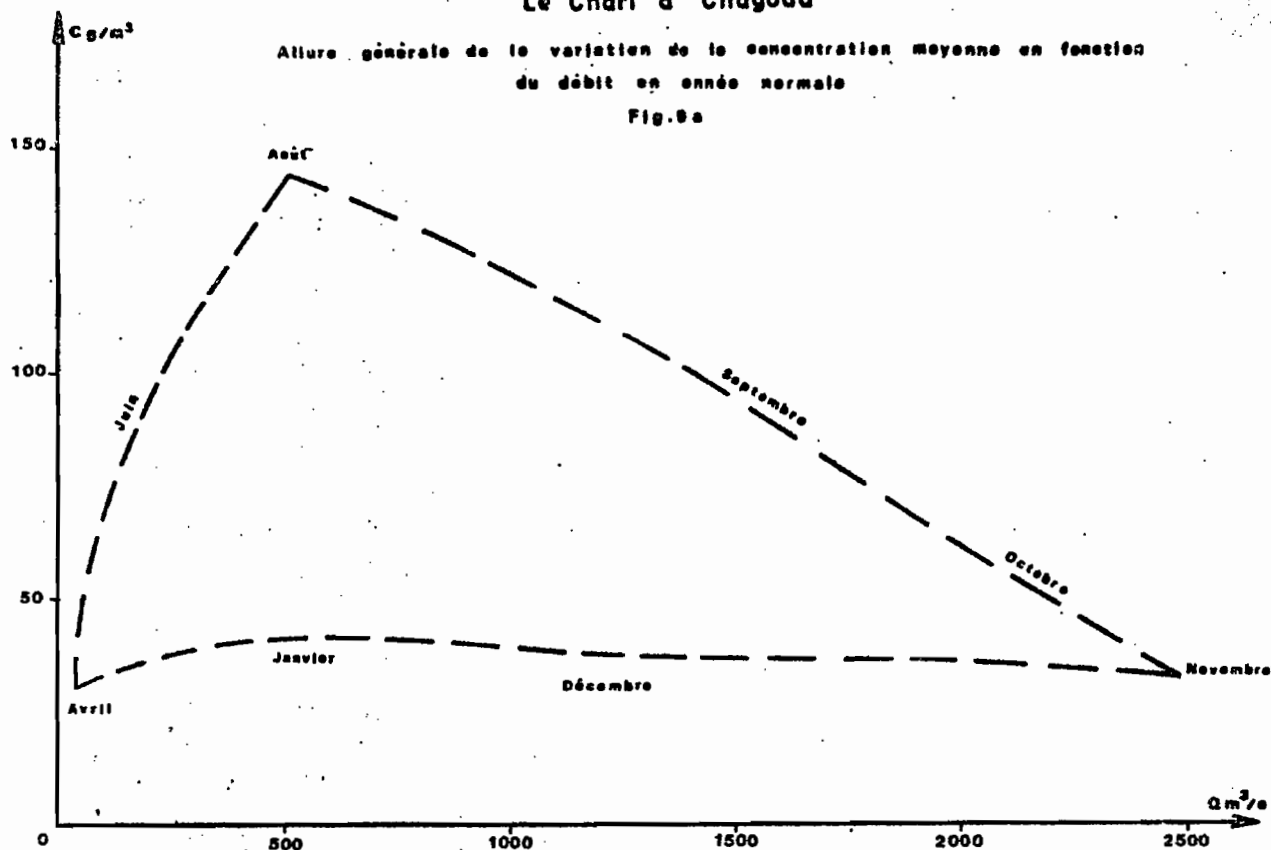
Les fortes concentrations individualisent bien le Logone par rapport au Chari avant leur confluent et traduisent ^{la} la croissance de l'aptitude à l'érosion de l'ouest vers l'est.

Nous avons vu (CHOURET, 1975) que la variation de la concentration moyenne en fonction du débit et de l'époque de l'année peut se traduire par deux courbes pour les stations aval de Chagoua et de Kousseri : une courbe pour les années dites normales et une autre pour les années de sécheresse exceptionnelle.

Le Chari à Chagoua

Allure générale de la variation de la concentration moyenne en fonction du débit en année normale

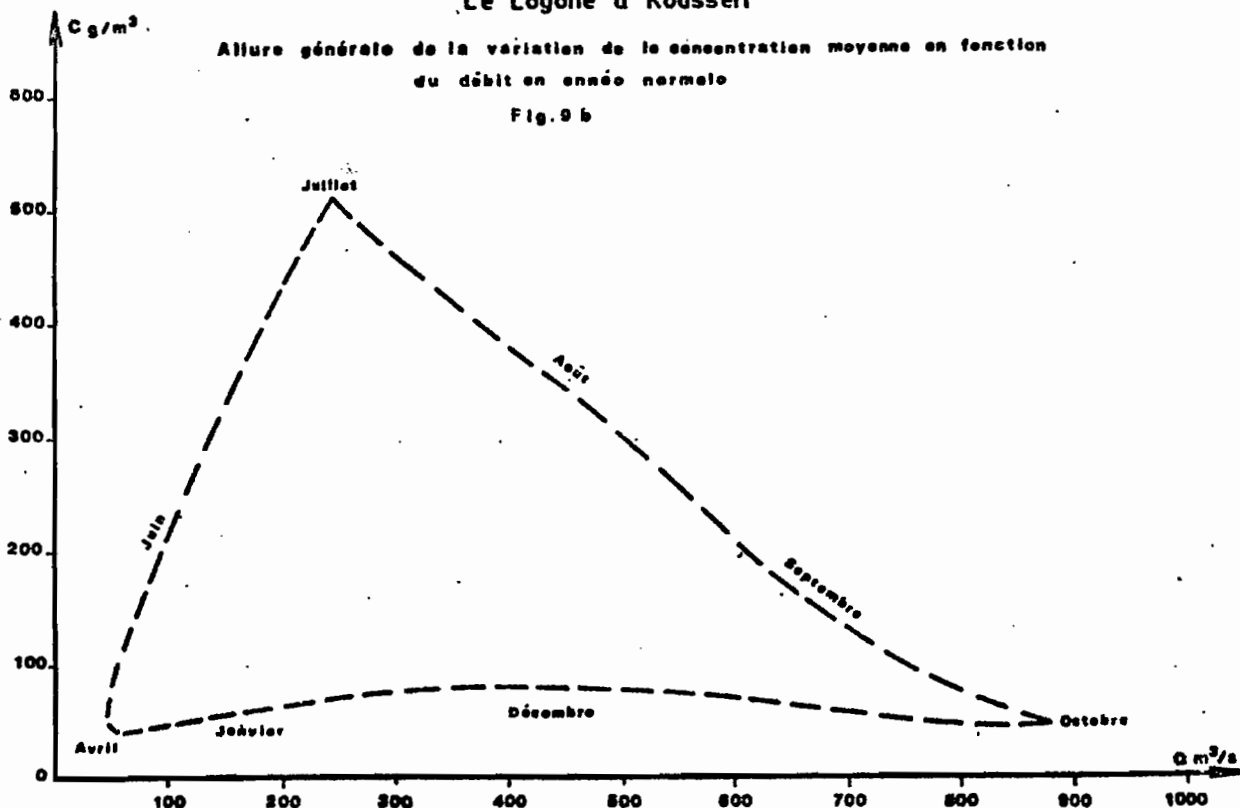
Fig. 9a



Le Logone à Kousseri

Allure générale de la variation de la concentration moyenne en fonction du débit en année normale

Fig. 9b



Sur les figures 9a et 9b sont reportées pour ces stations aval l'allure générale de la variation de la concentration en fonction du débit et de l'époque de l'année, en année normale, à la suite des différentes observations effectuées depuis 1969.

Ces deux graphiques sont quelque peu différents. Dans le cas de la station aval du Logone à Kousseri, le diagramme de l'évolution de la concentration est marqué par une augmentation rapide des valeurs de mars à juillet suivie ensuite d'une décroissance aussi rapide des valeurs jusqu'à la fin de la saison des pluies où se produit le minimum de concentration à la vidange des plaines d'inondation où la végétation a joué son rôle de filtre, valeur inférieure à celles de fin de saison sèche.

Pour le Chari à Chagoua, le diagramme montre la variation moins rapide de la concentration avec les premières crues, le maximum se produisant au mois d'août. Ces concentrations sont minimales pendant la saison sèche.

CONCLUSION

Les résultats de ces trois campagnes confirment les résultats obtenus antérieurement.

On en rappellera ici les grandes lignes générales :

- Décroissance d'ouest en est de l'aptitude à l'érosion sur les bassins amont en liaison avec le relief,

- Nette individualisation du Logone par rapport au Chari avant leur confluent du fait de ses fortes concentrations,

- Les concentrations maximales se rencontrent avec l'arrivée des premières crues. Elles croissent brutalement par suite du ruissellement sur le sol sec et dénudé de végétation et atteignent leur maximum au début de la montée des eaux. Le débit solide maximal, plus ou moins étalé, est toujours nettement décalé par rapport au maximum du débit liquide,

- Les concentrations sont minimales pendant la saison sèche, sauf sur la station aval du Logone où, excepté en année de très faible hydraulité, elles se rencontrent à la fin de la saison des pluies à l'époque de la vidange des plaines d'inondation où la végétation a joué un rôle de filtre,

- Pour chaque station, les données de base font apparaître une homogénéité relativement bonne des différentes valeurs du transport solide. On note également, malgré les aléas climatiques, une constance dans les apports solides vers le lac Tchad au niveau de N'Djamena.

- L'importance du rôle des plaines d'inondation en particulier pour le bassin du Logone est une fois de plus bien mise en évidence de même que la part importante de l'érosion des berges pour le bassin du Chari.

R E F E R E N C E S

- BILLON (B.), 1968 - Mise au point des mesures de débits solides en suspension (République du Tchad).
Cah. ORSTOM, série Hydrol., vol. V n°2, 1968, p.3-14
- CARRE (P.), 1972 - Quelques aspects du régime des apports fluviaux de matériaux solides en suspension vers le lac Tchad.
Cah. ORSTOM, série Hydrol., vol.IX, n°1, 1972, p.19-45
- CHOURET(A.), 1973 - Etude des transports solides en suspension au Tchad (campagne 1971-1972).
Rapp. ORSTOM, N'Djamena, 12 p., annexes.
- CHOURET(A.), 1975 - Etude des transports solides en suspension au Tchad. Campagnes 1972-73, 1973-74, 1974-75.
Bilan de 7 années d'observations (1968 à 1974).
Rapp. ORSTOM, N'Djamena, multigr. 24 p.
- CHOURET(A.) 1977 - Régime des apports fluviaux de matériaux solides en suspension vers le lac Tchad : synthèse des études de l'ORSTOM en République du Tchad
AIHS 122, colloque de Paris, juillet 1977.
- ROCHE (M.A), 1973 - Traçage naturel salin et isotopique des eaux du système hydrologique du lac Tchad,
Thèse Sci., Univ. PARIS, 398 p.

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 :** Le bassin versant du Chari à N'Djamena, isohyètes interannuelles en mm et stations de mesure.
- Fig. 2** La Chari à N'Djamena. Hydrogrammes des crues récentes.
- Fig. 3** Le Bahr Sara à Manda. Hydrogrammes journaliers et transport solide mensuel.
- Fig. 4** Le Chari à Chagoua. Hydrogrammes journaliers et transport solide mensuel.
- Fig. 5** Le logone à Moundou. Hydrogrammes journaliers et transport solide mensuel.
- Fig. 6** La Pendé à Goré. Hydrogrammes journaliers et transport solide mensuel.
- Fig. 7** Le Logone à Kousseri. Hydrogrammes journaliers et transport solide mensuel.
- Fig. 8** Evolution du débit solide moyen mensuel.
- Fig. 9** Allure générale de la variation de la concentration moyenne en fonction du débit en année normale à Chagoua et à Kousseri.

O. R. S. T. O. M.

Direction générale :

24, rue Bayard, 75008 PARIS

Service Central de Documentation :

70-74, route d'Aulnay - 93140 BONDY

Centre O.R.S.T.O.M. de N'djaména :

B. P. 65 - N'DJAMÉNA (Tchad)