

COMMISSION SCIENTIFIQUE
DU LOGONE ET DU TCHAD

Section d'hydrologie

SUPPLEMENT 1954

A LA MONOGRAPHIE DU LOGONE INFERIEUR

-----oOo-----

A1) PERTES DU LOGONE ENTRE LAI ET BONGOR

Mai 1955

ETUDE DES PERTES ENTRE LAI ET BONGOR
EN 1953 et 1954

I) BILAN HYDROLOGIQUE ENTRE LES STATIONS DE LAI ET BONGOR -

La comparaison des débits du LOGONE à LAI et à BONGOR, telle qu'elle a été présentée dans la Monographie du LOGONE INFÉRIEUR, édition 1953, n'avait pas pu être effectuée avec toute la précision et la clarté souhaitables. Les études effectuées en 1953 et 1954 sur les débits du LOGONE lui-même entre ces deux stations, les débits des effluents, et les observations climatologiques ont permis d'établir le bilan de façon beaucoup plus complète, surtout en ce qui concerne l'année 1954 où les déversements ont été particulièrement importants.

Dans le présent chapitre, nous comparerons les débits apportés par le LOGONE et la TANDJILE dans ce secteur et les débits en sortant à BONGOR. D'autre part, nous étudierons, dans une seconde partie, les débits prélevés par chacun des effluents.

1°) Comparaison des débits moyens :

On trouvera, dans le tableau n° I, les débits moyens par décade :

- a) Débits alimentant le LOGONE dans la section LAI - BONGOR (LOGONE à LAI + TANDJILE à TCHOA).
- b) Débits observés à la station de BONGOR.
- c) Différence de ces débits en 1954 et 1953.

Nous constatons que la différence entre les débits moyens à l'entrée et à la sortie est positive dans les périodes de crue et négative dans les périodes de décrue.

TABLEAU I

Débits moyens en m³/sec.

1954	JUIN			JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE			NOVEMBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
LOGONE à LAÏ	210	265	320	440	670	890	800	880	1210	1950	2500	2340	1920	2080	2040	1110	700	490
TANDJILÉ à TCHOA	Débit pratiquement nul						7,5	9,5	15,4	50	82	80	96	56	42	22	16	12
LAÏ + TCHOA							807,5	889,5	1225,4	2000	2582	2420	2116	2136	2082	1132	716	502
LOGONE à BONGOR	200	290	320	420	600	830	890	820	1110	1490	1800	2090	1990	1910	1920	1720	850	600
Différence	10	-25	0	20	70	60	-82,5	69,5	115,4	510	782	330	126	226	162	-588	-134	-98

1953	JUIN			JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE			NOVEMBRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
LOGONE à LAÏ							740	930	1110	1420	1630	1750	1450	1150	900	500	330	240
TANDJILÉ à TCHOA							8	10	15	50	82	80	50	56	42	22	16	
LAÏ + TCHOA							748	940	1125	1470	1712	1830	1500	1206	942	522	346	
LOGONE à BONGOR							680	810	1100	1300	1500	1590	1730	1500	1160	700	450	
Différence							68	130	25	170	212	240	-230	-294	-218	-178	-104	

On serait tenté d'attribuer ce fait au décalage correspondant à la propagation des ondes de crue sur le parcours LAI-BONGOR. Mais cette propagation est rapide pour la première pointe se produisant fin Juillet (environ deux jours).

TABLEAU II - POINTES ET CREUX

	L A I	B O N G O R	E R E
Pointe	29 au 2 Août	1er au 4 Août	1er Août
Creux	9 Août	10 Août	9 Août
Pointe	12 et 13 Sept.	27 Septembre	16 au 23 Sept.
Creux	9 Octobre	18 au 24 Oct.	
Pointe	19 "	27 au 31 "	

Il serait anormal que le décalage dû à la propagation soit plus important pour des cotes plus élevées du plan d'eau, la vitesse de propagation tendant alors à s'accroître.

L'explication réelle du phénomène réside dans l'accumulation d'une quantité d'eau considérable dans le lit apparent, entièrement inondé, et le lit majeur. Ce dernier dépasse fréquemment 4 km. de largeur et est sillonné de nombreux bras morts sur sa rive gauche. Une partie de cette eau est restituée à la décrue, raison du débit plus élevé à BONGOR dans cette phase du phénomène.

L'estimation des volumes restitués à la décrue montre que la capacité du lit entre LAI et BONGOR est de l'ordre de 800 millions de m³ (1).

(1) Le volume restitué en Novembre 1954 est de 708 millions m³. La baisse du plan d'eau entre LAI et BONGOR pendant le mois a été de 1,60 m. en moyenne. La distance suivant l'axe du lit majeur entre LAI et BONGOR est de 145 km. 700 millions m³ correspondent à une largeur utile moyenne de 3 km., ce qui correspond bien à la largeur moyenne de l'ensemble : lit majeur, bras morts et parties les plus profondes des plaines d'inondation qui, seuls, interviennent dans la restitution.

En 1954, les débordements sur de grandes surfaces et avec de très faibles profondeurs ont donné lieu à des pertes par évaporation. En même temps, les effluents ont soustrait à la station de BONGOR des volumes importants. Ces pertes compliquent un peu le phénomène d'accumulation dans le lit.

Mais en 1953 la situation a été beaucoup plus simple : en effet, le niveau des eaux a été insuffisant pour provoquer des déversements au-delà du lit majeur par les voies bien connues du grand-courant du seuil d'ERE ou de la dépression HAM-DJOU MANE. Le phénomène observé s'est limité à un remplissage du lit ou des dépressions particulièrement basses telles que celle de BOUMO, dont les eaux reviennent en partie au LOGONE. Le volume restitué à la décrue est du même ordre que celui emmagasiné à la crue. (voir graphique ci-contre).

Par contre, en 1954 les déversements ont été importants et les quantités d'eau restituées en Novembre ne sont pas égales aux excédents de LAI en Août-Septembre-Octobre.

2°) Evaluation des pertes en 1954 :

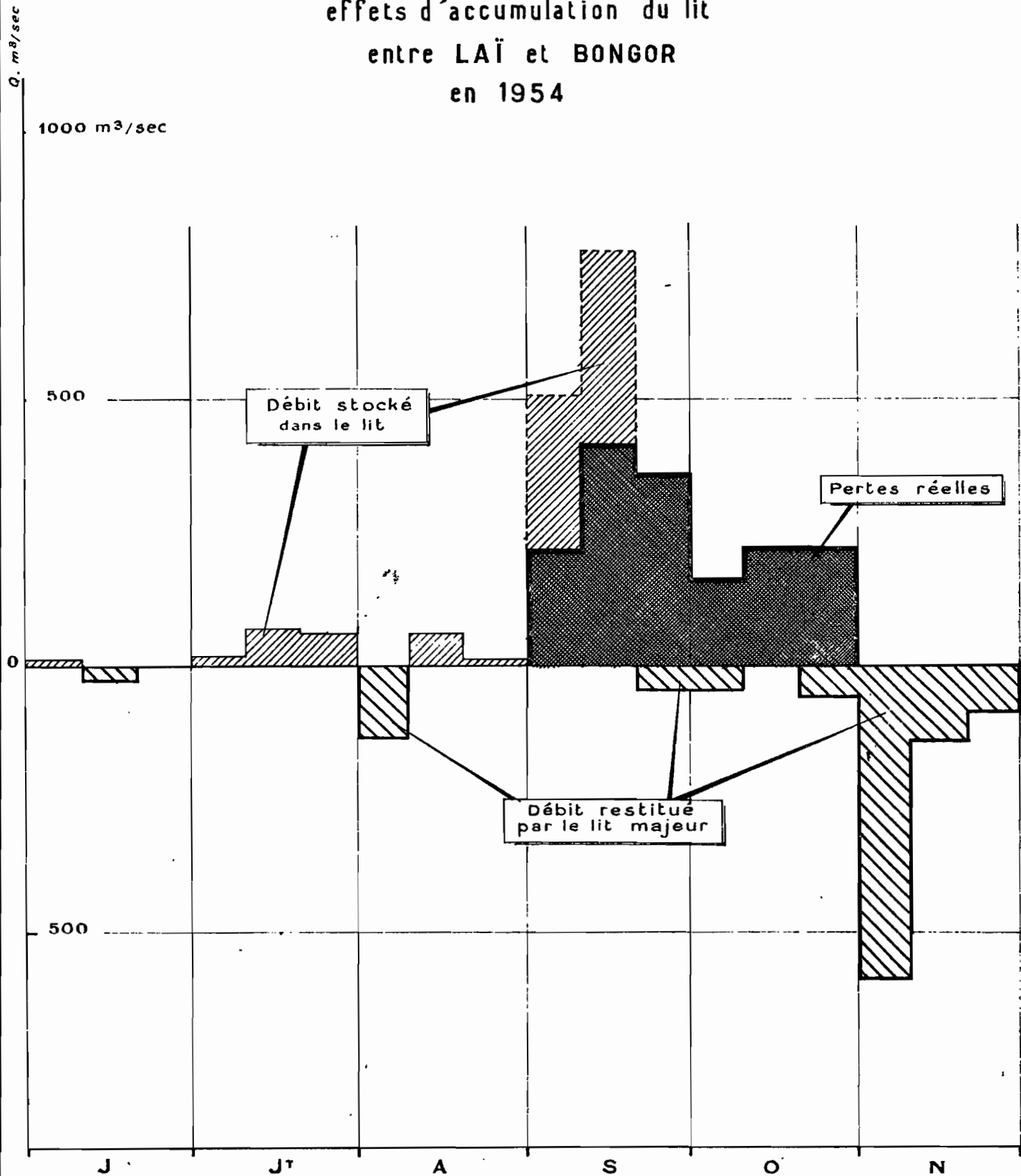
Il est facile d'évaluer le volume total des quantités d'eau perdues entre LAI et BONGOR.

- Volume entré dans la section du 1er Juin au 30 Nov :			
(débits LAI + TANDJILE)	18,87	milliards de m ³	
- Volume sorti de la section			
du 1er Juin au 30/11			
(débits à BONGOR)	17,50	"	"

- Différence	1,37	"	"

Il faudrait aussi tenir compte des précipitations et de l'évaporation dans le lit majeur (sur une surface que l'on peut estimer à 800 km²). Les précipitations durant cette période ont été de l'ordre de 1.000 mm. et l'évaporation de 900 mm. (5 mm. par jour environ). Le bilan serait donc de 100 mm. sur 800 km², soit 80 millions de m³. Etant donné l'incertitude de cette donnée, nous n'en retiendrons que l'ordre de grandeur (6 %) qui n'affecte pas sensiblement le chiffre précédent.

Débits moyens des pertes et effets d'accumulation du lit entre LAÏ et BONGOR en 1954



TCH 5527

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ÉTUDES D'OUTRE-MER

ED:

LE: 1-7-55

DES: Feuilleux

VISA:

TUBE N°:

A 0

3°) Variation du débit de déversement au cours de la crue

Dans la différence des débits instantanés de LAI + TANDJILE et BONGOR entrent d'une part le débit de remplissage ou de restitution du lit et d'autre part le débit des pertes réelles. On ne peut donc pas utiliser cette différence pour évaluer les pertes. Nous sommes obligés de faire une hypothèse sur le mécanisme des déversements pour étudier leur répartition.

Nous supposons que sur les plaines d'inondation à l'origine des effluents tels que le BA-ILLI ou l'effluent de capture le débit déversé est sensiblement proportionnel à $h^{3/2}$ (h : hauteur de lame d'eau déversante).

D'autre part, dans les zones de déversements importants (DERESSIA et ERE), la variation du plan d'eau est analogue à celle de LAI.

La hauteur de la lame d'eau déversante peut être estimée approximativement égale à la hauteur à l'échelle de LAI, diminuée de la cote limite à partir de laquelle commencent les déversements. Cette cote a été déterminée directement à LAI pour le BA-ILLI : 4,00 m. Cette valeur a été vérifiée en 1953 à la fois pour le BA-ILLI et l'effluent de capture : les déversements ont été pratiquement inexistantes. Or, le débit du LOGONE n'avait pas dépassé 1.550 m³/Sec. correspondant précisément à la cote 4,00 m.

Connaissant, d'une part, la valeur globale du volume déversé : soit 1.370.000.000, d'autre part la loi de variation du débit déversé en fonction de la hauteur d'eau à l'échelle de LAI (1), il est facile de trouver les débits correspondants.

Nous donnons dans le tableau ci-après les débits moyens déversés par période de cinq jours :

-
- (1) Ceci suppose que le débit de la TANDJILE varie parallèlement à celui du LOGONE. En fait, les pointes très aiguës de la TANDJILE sont bien amorties lorsqu'elles arrivent au voisinage d'ERE et le débit de cette rivière est très faible par rapport à celui du LOGONE à LAI.

- Tableau III :

	Débits moyens m ³ /sec.	
	Septembre	Octobre
1 - 5	83	220
6 - 10	345	90
11 - 15	452	110
16 - 20	380	320
21 - 25	360	360
26 - 31	366	83

Nous verrons dans le chapitre suivant la mesure directe de ce débit sur les divers effluents.

4°) Explication générale des divergences entre le débit à BONGOR et la somme des débits à LAT et à TCHOA :

On trouvera, ci-après, le tableau n° IV résumant les différents phénomènes (emmagasinement, déversements et restitution) au cours des décades successives de la crue.

.../...

T A B L E A U IV

			Debit	Debit	Debit	Différ.
			moyen	moyen	moyen	entre dév.
			emma-	resti-	déver-	moy. LAI
			gasiné	tué	sé	et BONGOR
Juin	1	Crue	10		0	10
	2	Décrue et crue		25	0	- 25
	3	Crue	0		0	0
Juillet	1	Crue rapide	20		0	20
	2	Crue lente	70		0	70
	3	Crue	60		0	60
Août	1	Décrue		83	0	- 83
	2	Crue	70		0	70
	3	Crue	115		0	115
Sept.	1	Crue	296		214	510
	2	Pointe et décrue	356		416	782
	3	Pointe		33	363	330
Oct.	1	Décrue		29	155	126
	2	Crue	6		220	226
	3	Décrue		59	221	162
Nov.	1	Décrue		588	0	- 588
	2	Décrue		134	0	- 134
	3	Décrue		98	0	- 98

(Voir graphique ci-contre).

II) MESURE DIRECTE DES DEVERSEMENTS -

REPARTITION DES DEBITS DE DEVERSEMENTS DE LAI A BONGOR EN 1954-

1°) Grand-Courant, plaine de DERESSIA :

Des mesures ont été faites en 1954 comme en 1953 tout le long de la rive droit, du LOGONE et pour préciser en suivant la route LAI-BONGOR entre SATEGUI et DRAIN-GOLO. D'autre part, un jaugeage a été effectué au seuil de MAROU, premier point où il soit possible de faire un jaugeage régulier.

Nous comparons ci-dessous les résultats des mesures en 1953 et 1954 faites aux mêmes emplacements :

- Mesures sur la route SATEGUI-GOUNDO :

3-6 Octobre 1953 Echelle de LAI (case Mission)	4,02 m.
2 km. en amont de SATEGUI à SATEGUI	2,5 m ³ /sec.
De SATEGUI au Km. 3 à l'aval	1,9 "
Du Km. 3 au Km. 5 (Grand-Courant)	4,5 "
De GOUNDO à DRAIN-GOLO	5 "(1)

	13,9 m ³ /sec.

20-21 Septembre 1954 Echelle de LAI (case Mission)	4,63 m.
2 km. en amont de SATEGUI à SATEGUI	9 m ³ /sec.
De SATEGUI au Km. 3 à l'aval	8,5 "
Du Km. 3 au Km. 5 (Grand-Courant)	14,5 "
De GOUNDO à DRAIN-GOLO	8,5 "

	40,5 m ³ /sec.

Les déversements ne se produisent pas quand la cote à LAI (échelle mission) est inférieure à 3,90 m. Ils sont très faibles pour une cote voisine de 4,00 m.

Notons que la première mesure a été effectuée cinq jours après le maximum et pour une cote inférieure de 24 cm.

(1) Ce dernier chiffre a été simplement estimé.

TCH 5523

ED:

LE: 27-6-55

DES: Rouillon

VISA:

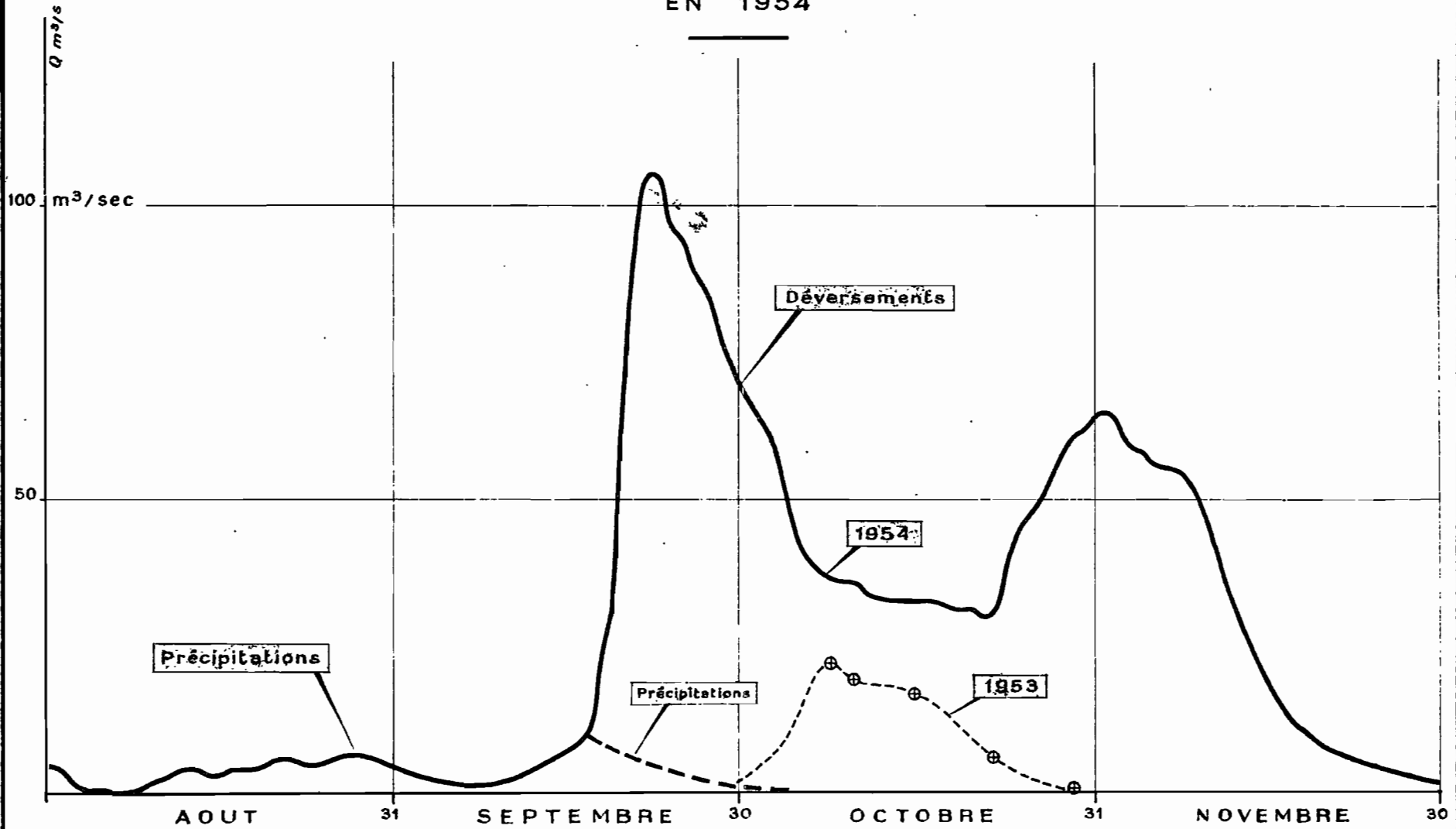
TUBE N°:

A O

ELECTRICITE DE FRANCE - SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER

LE BA-ILLI A MAROU

EN 1954



mesurés à l'origine du BA-ILLI; mais ces dernières mesures ont été faites après le maximum, le temps de parcours étant de 9 à 10 jours. On voit que le débit mesuré à l'origine du Grand-Courant les 20-21/9/54 correspond au débit du 1er Octobre à MAROU, soit 65 m³/sec. au lieu de 40,5 (1), soit une différence de plus de 50 %. Malgré les très mauvaises conditions de mesures sur la route, la concordance devrait être meilleure. Notons qu'en 1953 on retrouve encore un écart notable, bien que relativement plus faible. Or, l'onde de crue ne pouvant aller qu'en s'amortissant, l'écart devrait être dans l'autre sens. Les précipitations sur la nappe de déversements sont insuffisantes pour expliquer cet écart (voir sur le graphique la portion de la courbe correspondant uniquement aux précipitations).

Il semble que l'on doive invoquer un autre phénomène déjà observé au seuil de DANA en 1950.

Au début du déversement, la pente longitudinale de la nappe est très forte, d'où des vitesses relativement élevées. Le relèvement du plan d'eau vers le resserrement de MAROU et dans les premiers kilomètres à l'amont de ce seuil diminue la pente, de sorte que pour une même hauteur de déversement à SATEGUI, la vitesse, donc le débit, est plus faible. On observerait donc immédiatement après le maximum une baisse très sensible du débit, baisse beaucoup plus élevée que ne pourrait le faire prévoir la différence de niveau entre 4,78 m. et 4,63 m. par exemple.

Les mesures de 1954, faites plus tard que celles de 1953 par rapport au maximum, semblent effectivement donner des débits beaucoup plus faibles vers le bas.

Notons que la seconde pointe de 1954 (H à LAI = 4,80 m. le 19 Octobre) n'a donné que 65 m³/sec. à MAROU, ce qui tendrait à confirmer notre hypothèse.

Il sera nécessaire de procéder en 1955 à des mesures avant, et si possible au moment même, du maximum (2).

(1) Mesurés entre SATEGUI et DRAIN-GOLO.

(2) Ceci est un peu en contradiction avec l'hypothèse faite plus haut de la variation de débits proportionnels à $H^{3/2}$ mais n'oublions pas que cette hypothèse simplificatrice n'avait pour but que de donner un simple ordre de grandeur des débits de déversements.

TCH 5522

ED:

LE: 29.6.55

DES: Faudour

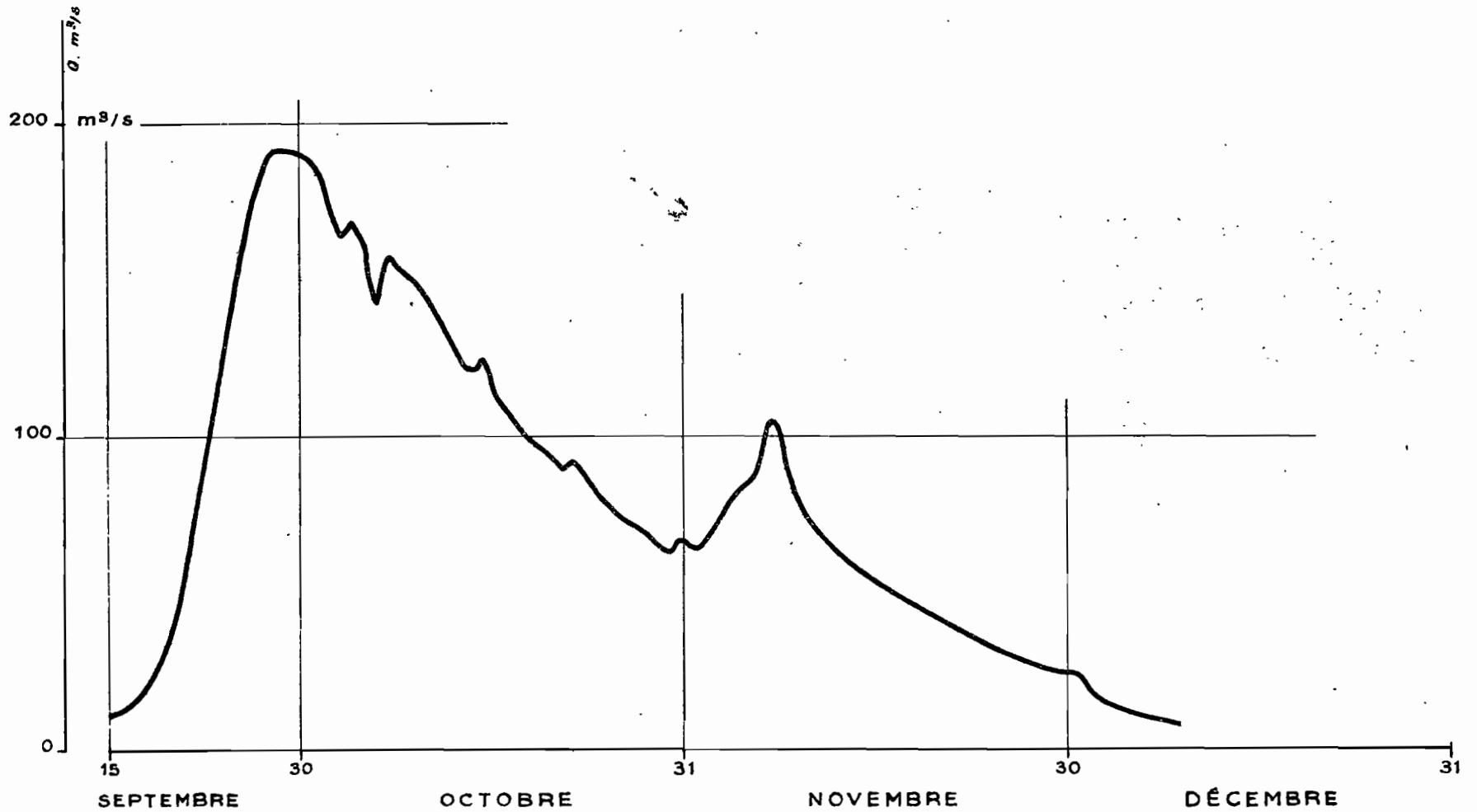
VISA:

TUBE N°:

A O

ELECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER

DÉBIT DE LA KABIA (effluent de capture) A PATALAO en 1954



Le volume total écoulé à PATALAO a été en 1954 de 617 millions de m³ du 15 Septembre au 8 Décembre. L'apport des précipitations peut être estimé pendant cette période à 26.000.000 m³ seulement.

Par le passage dans les différents lacs, les débits de crue dus aux déversements sont amortis, mais le volume de déversement reste à peu près inchangé car ces lacs sont déjà remplis par les pluies avant le 15 Septembre. Le chiffre de 600 millions de m³ peut donc être considéré comme un assez bon ordre de grandeur du volume de déversement.

Par contre, il est certain qu'au maximum de la crue, le débit déversé a dû être plus important que celui que nous trouvons à PATALAO : 192 m³/sec.

Ces chiffres : volume déversé et maximum, sont légèrement inférieurs à ceux de 1950. En fait, les débits déversés dépendent non seulement de la cote de la crue, mais encore de la durée de la pointe.

3°) Déversements à l'origine de la Rivière BISSIM :

Les déversements en direction de la rivière BISSIM qui se produisent principalement au voisinage de DIEP ont été mesurés à la traversée de la route BONGOR-BOUDOUGOUR. Malheureusement, d'une part, les lectures n'ont pas été continues, et, d'autre part, la digue s'est rompue le 12 Octobre, rendant toute mesure très aléatoire. Le débit mesuré vers le maximum était de 75 m³/sec. On peut estimer que le débit de déversement correspondant était de l'ordre de 100 m³/sec.

Pour estimer le volume des eaux déversées par cette voie, on peut, faute de mieux, faire l'hypothèse que les phénomènes se sont déroulés de la même manière que pour la plaine de DERESSIA et la zone de capture et que le rapport entre le débit maximum et le volume déversé est le même que pour ces deux zones d'effluence.

	Débit maxim.	Volume déversé	R
	m ³ /sec.	millions de m ³	
DERESSIA - MAROU	95	267	2,9
PATALAO	192	600	3,1
BISSIM	100	<u>300</u>	3,0

4°) Autres Pertes :

En dehors des trois grandes zones d'effluence étudiées, il existe d'autres pertes de moindre importance.

Le total des pertes correspondant aux trois zones principales de déversement est de 1.170 millions de m³ alors que, par l'étude des débits du LOGONE, nous avons estimé le total des pertes à 1.370 millions de m³. La marge d'erreur est considérable dans ce genre de mesures : elle ne nous permet pas d'épiloguer sur la différence entre ces deux chiffres. Constatons simplement que, compte-tenu des difficultés de mesures, la concordance est bonne entre les deux résultats, ce qui constitue une vérification à posteriori de l'exactitude (toute relative) des chiffres avancés plus haut.

CONCLUSION -

Les années de forte crue, quand le débit du LOGONE dépasse largement "en tête", à LAI, 1.600 m³/sec., les pertes sur le parcours LAI-BONGOR sont très importantes. Elles dépassent certainement un milliard de m³ pour l'année 1954.

Ce phénomène est compliqué par un stockage très important dans le lit entre LAI et BONGOR qui, d'une part, amplifie la durée de la propagation de la crue et, d'autre part, fait croire à des pertes encore plus importantes qu'elles ne le sont réellement.

La perte la plus importante est celle d'ERE, près de la moitié du total (600 millions de m³). Les deux pertes de la rive gauche par le BA-ILLI et la rivière BISSIM sont du même ordre (300 millions de m³ chacune) et représentent donc chacune environ le 1/4 du déversement total.

Nous voyons donc, dans ces conditions, quelle serait l'influence de l'aménagement total de l'une de ces zones. Cet aménagement devrait être envisagé avec prudence; en volume, les pertes représentent une faible proportion du volume débité par le LOGONE : en 1954 le déversement d'ERE représente 3,3 % et chacun des deux autres environ la moitié. Mais au maximum de la crue, elles "écrêtent" un débit non négligeable (plus de 200 m³/sec. à ERE, 100 m³/sec. pour les deux autres) dont l'afflux dans le lit du LOGONE créerait une augmentation de niveau également non négligeable à BONGOR et au-delà (rappelons que 40 m³/sec. à BONGOR et 15 m³/sec. à KOUMI correspondent à une élévation du plan d'eau de 1 cm).