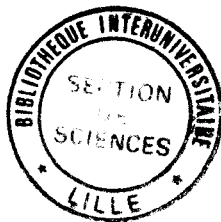


50377
1991
202-2

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE
U.F.R. DE GEOGRAPHIE ET D'AMENAGEMENT SPATIAL

50377
1991
202-2



ETUDE HYDRO-PLUVIOMETRIQUE COMPARATIVE DES BASSINS
VERSANTS DE LA REGION COTIERE INTERMEDIAIRE DU LIBAN
(LE DAMOUR, L'AWALI-BISRI, LE SAÏNIQ ET LE ZAHRANI)

VOLUME II

THESE DE DOCTORAT
(Nouveau régime)

Présentée par

Zoubeida TAYARA

Sous la direction de
Melle Monique DACHARRY, Professeur à Lille I

soutenue le : 15 Novembre 1991 devant le jury composé de :

Président : M. J. NICOT, Professeur émérite, Université
d'Aix-Marseille II

Rapporteurs : Melle M. DACHARRY, Professeur à l'Université
des Sciences et Techniques Lille Flandres Artois

M. N. CRAMPON, Professeur à l'Université des
Sciences et Techniques Lille Flandres Artois

M. G. B... de Lyon I.

FIG . I - La répartition des régions hydrologiques au Liban
et la situation de la zone d'étude .
Réf. YORDANOV (V.) , 1973

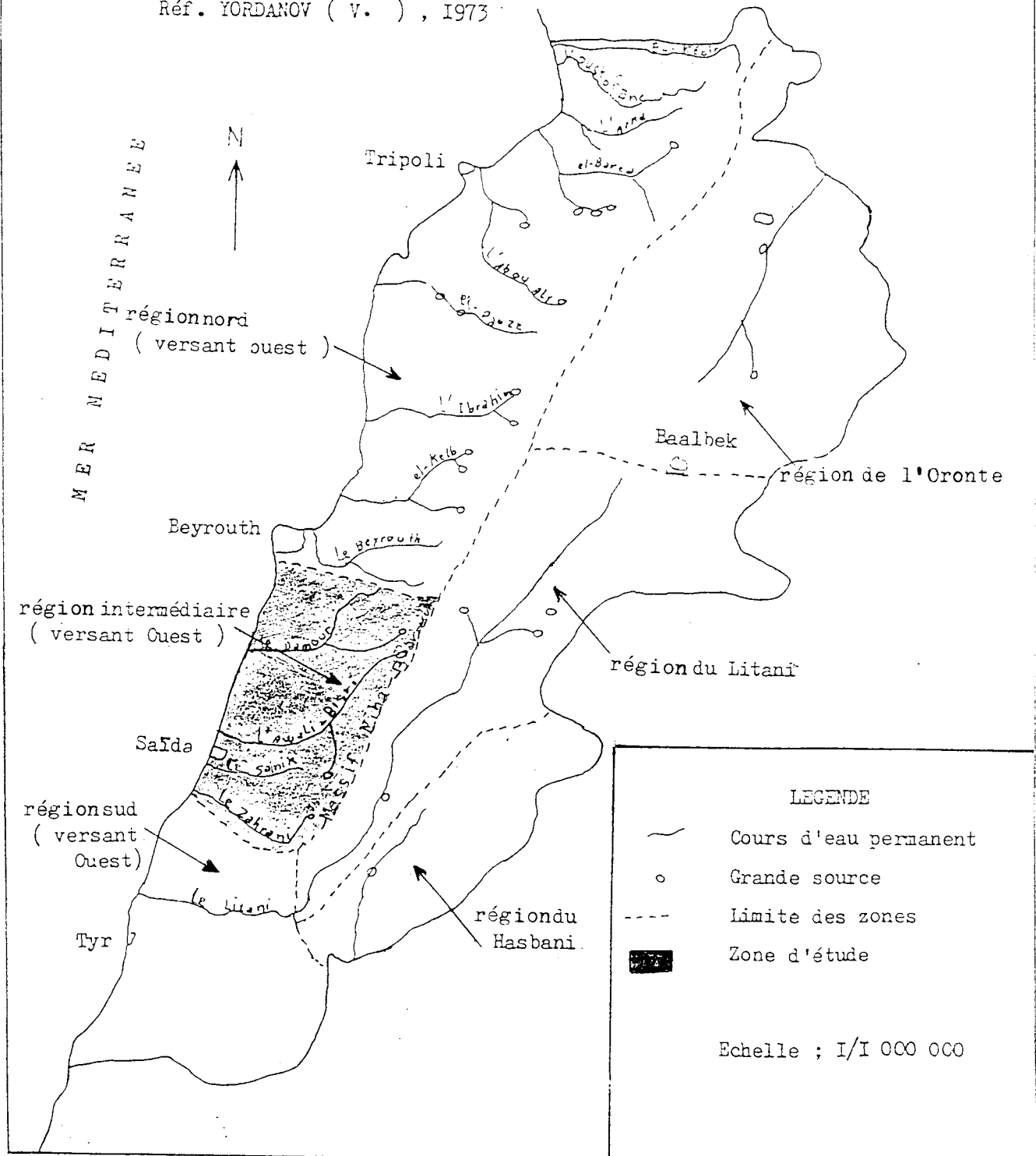
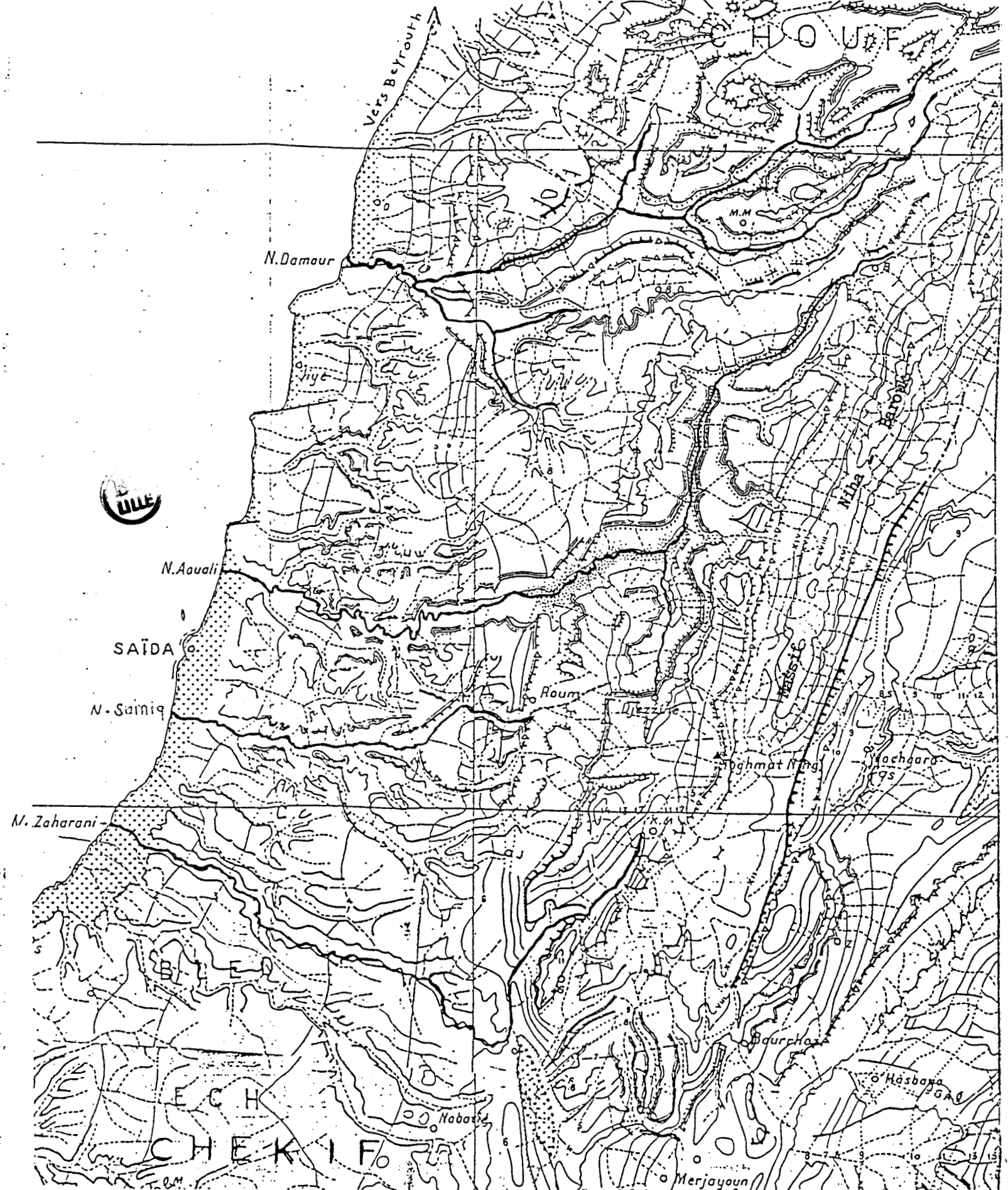




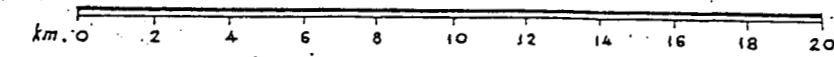
Fig. 2 - CARTE MORPHOLOGIQUE DE LA ZONE CÔTIÈRE INTERMÉDIAIRE DU LIBAN



LEGENDE

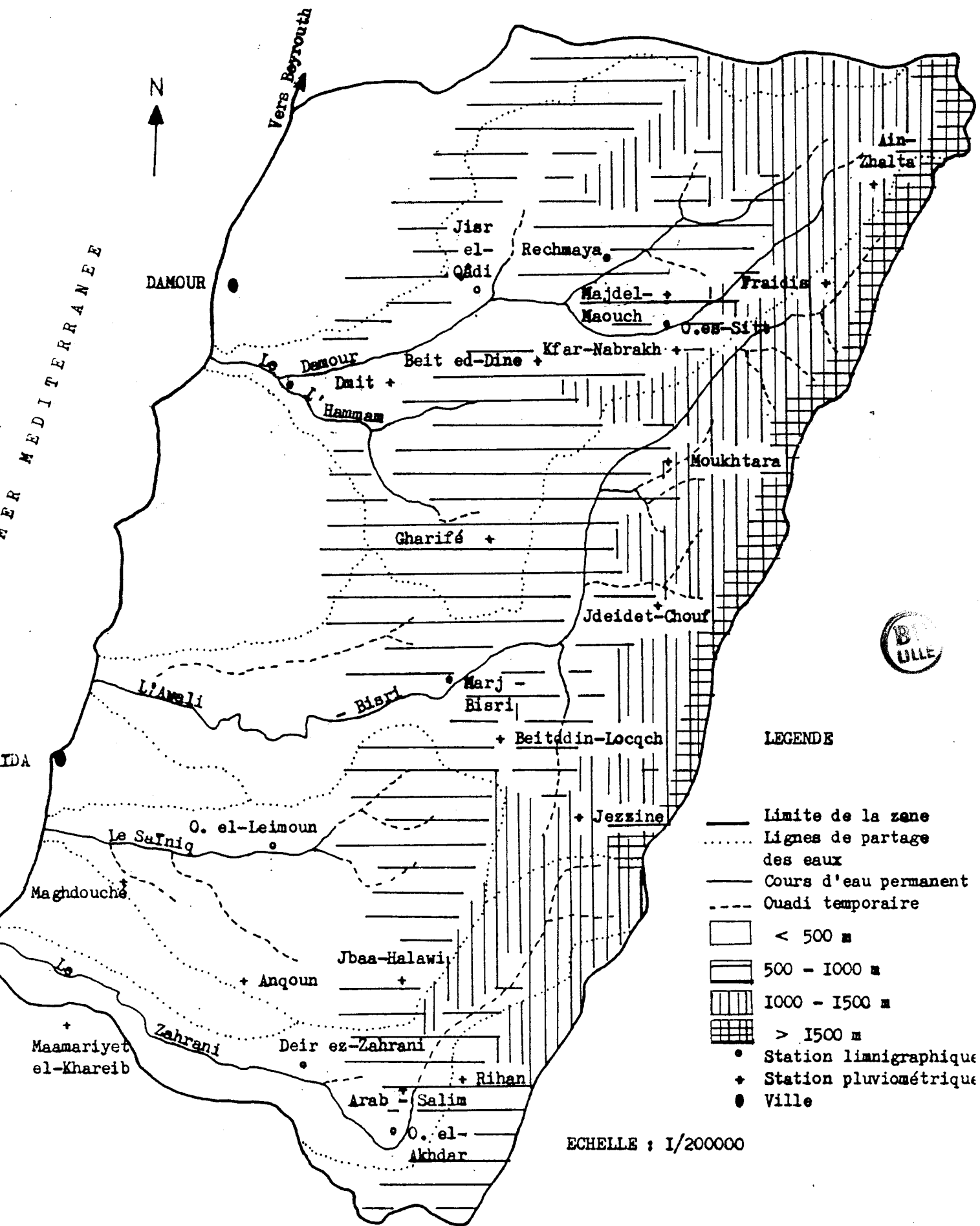
- MONT
- VAL
- SURFACE KARSTIQUE
- POLJÉ
- CRÊT
- FAILLE
- FAILLE INVERTIE
- FAILLE ORIENTANT LE RELIEF
- CORNICHE FORMÉE PAR LA TRANCHE D'UNE COUCHE
- BORD DE PLATEAU DE ROCHE DURE (FALAISE, MURAILLE ROCHEUSE)
- VALLÉE ENCAISSÉE
- ALLUVIONS
- SABLES
- DUNES
- CÔNE DE DÉJECTION (à gros éléments)
- CÔNE DE DÉJECTION (à petits éléments)
- PLATEAU VOLCANIQUE
- APPAREIL VOLCANIQUE
- COURBES de la SURFACE POLYCYCLIQUE (hauteur en hm.). Les pointilles indiquant les endroits où la surface a été diséquée; les tiretés, les courbes intercalaires.

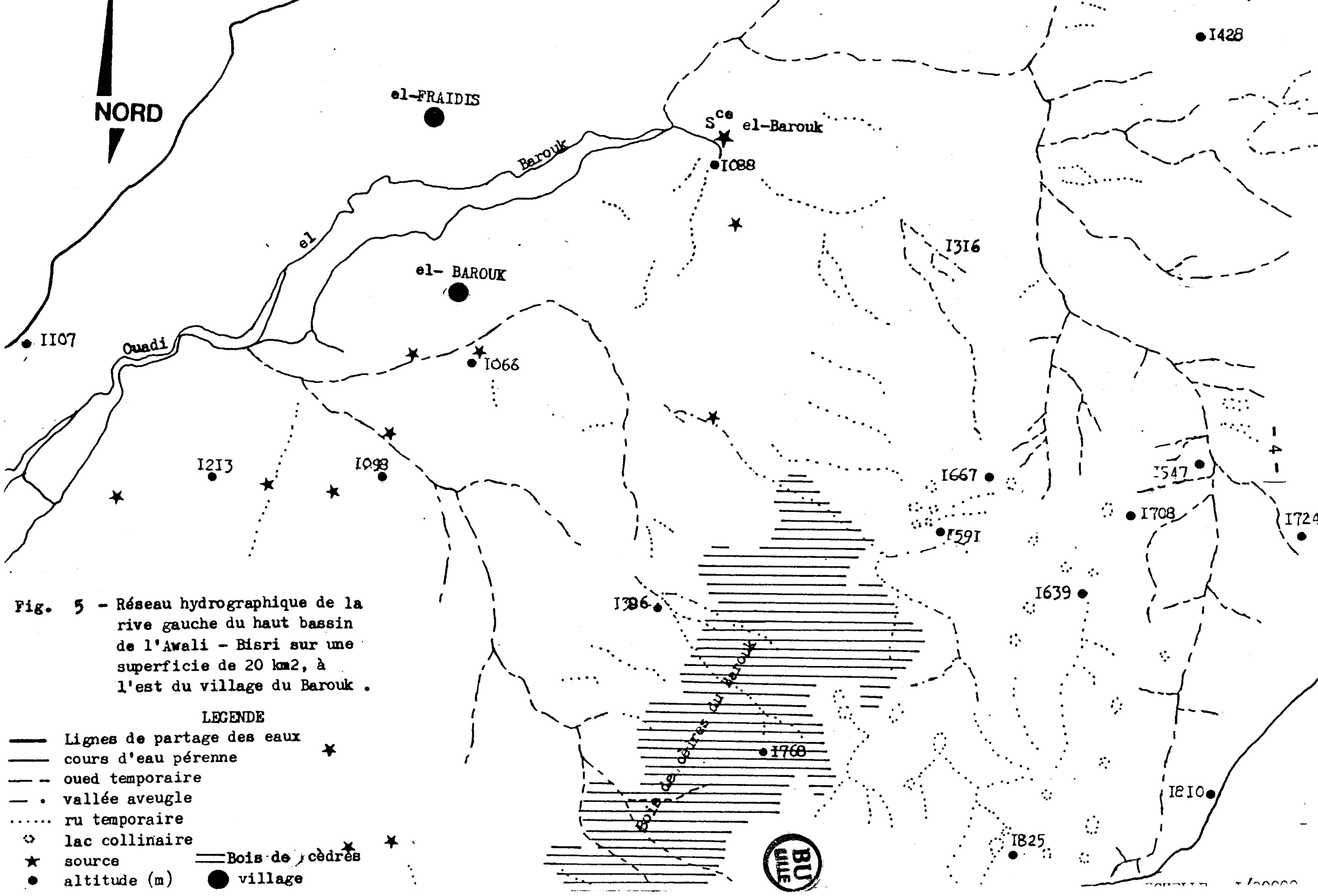
ÉCHELLE : 1/200.000



Extrait d'après DE VAUMAS (E.), 1954

Fig. 4 - Carte orohydrographique de la zone côtière intermédiaire du Liban et la situation des stations limnigraphiques et pluviométriques dans les bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Safniq et du Zahrani .





NORD

el-FRAIDIS

Sc el-Barouk

Barouk

el

el-BAROUK

1316

1107

ouadi

1066

1213

1098

1667

1547

1708

1724

1591

1639

1396

1768

1825

1810

1428

Fig. 5 - Réseau hydrographique de la rive gauche du haut bassin de l'Awali - Bisri sur une superficie de 20 km², à l'est du village du Barouk .

LEGENDE

- Lignes de partage des eaux
- cours d'eau pérenne
- - oued temporaire
- . vallée aveugle
- ru temporaire
- o lac collinaire
- ★ source
- altitude (m)
- village

Bois de cèdres

Bois de cèdres du Barouk



Tableau n° I - Quelques données sur les bassins ayant fait l'objet d'études antérieures (le Damour , le Zahrani et l'Awali- Bisri)

Bassin versant	Emplacement		S ₂ km ²	L. du cours d'eau (km)	Source	Etude antérieure		
	Longitude Est	Latitude Nord				Ouvrage	Date	But
Le Damour	35°26'-35°46'	33°37'-33°45'	288	31	es-Safa	Nahr Damour basin (FAO)	mars 1958	Développement des projets hydroélectriques et de l'apport en eau domestique
L'Awali-Bisri	35°30'-35°46'	33°30'-33°45'	296	49	el-Barouk	Bisri dam project (ONL)	mars 1982	Possibilité de construction d'un barrage sur le cours d'eau du Bisri .
Le Saïniq	35°21'-35°34'	33°27'-33°34'	108	21	ez-Zarqua	-	-	-
Le Zahrani	35°20'-35°37'	33°24'-33°31'	106	25	el-Tassé	Aménagement de Maifadoun (ONL)	mars 1967	Capter et amener l'eau du Zahrani à Ouadi el-Akhdar vers Maifadoun dans le bassin versant du Litani

Fig. 6 - Nappes souterraines et sources principales des bassins versants du Damour, de l'Awali - Bisri, du Saïniq et du Zahrani.

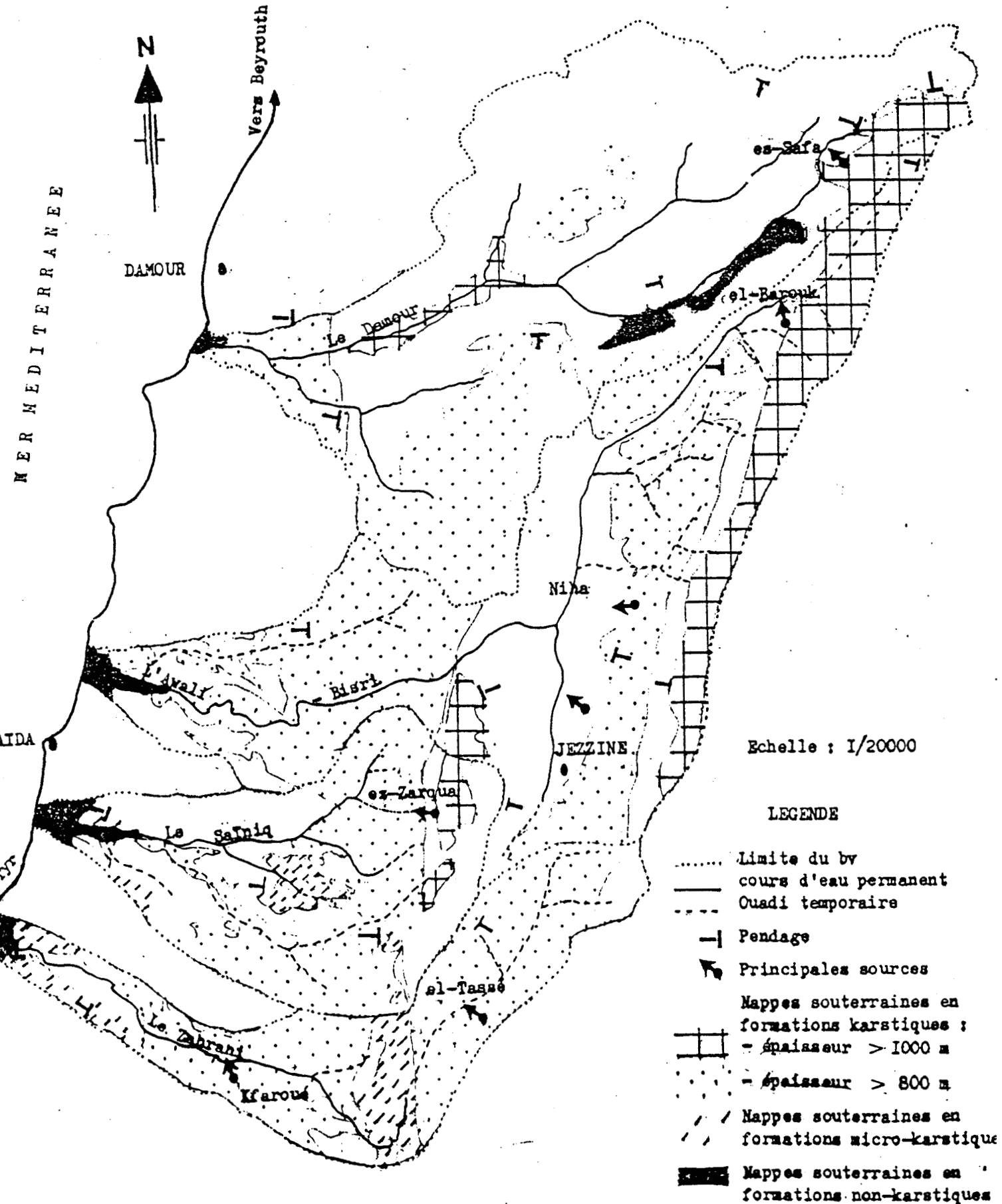






Tableau n° 2 - Caractéristiques des nappes souterraines de la zone côtière intermédiaire du Liban (I)

Nappes sou - terraines		Faciès	Symbole sur la carte	Epais - seur (m)	Age	Débits des sources l/s
Nappes étendues et riches	En formations karstiques	calcaires massifs et calcaires dolomiti - ques avec intercalai - re de marnes		> 1000	Juras - sique	de < 100 à > 1000
		calcaires régulière - ment lités		800 à 1000	Crétacé - Cénoma - nien - turonien	de < 100 à > 1000
Nappes étendues moins riches	En formations micro - karstiques	calcaires, marnes		100 à 300	Nummuli - tique Eocène	< 100
	En formations non - karstiques	Limons et terra - rosa		600	Quater - naire	Décharge diffuse

(I) D'après le rapport technique du PNUD 1971

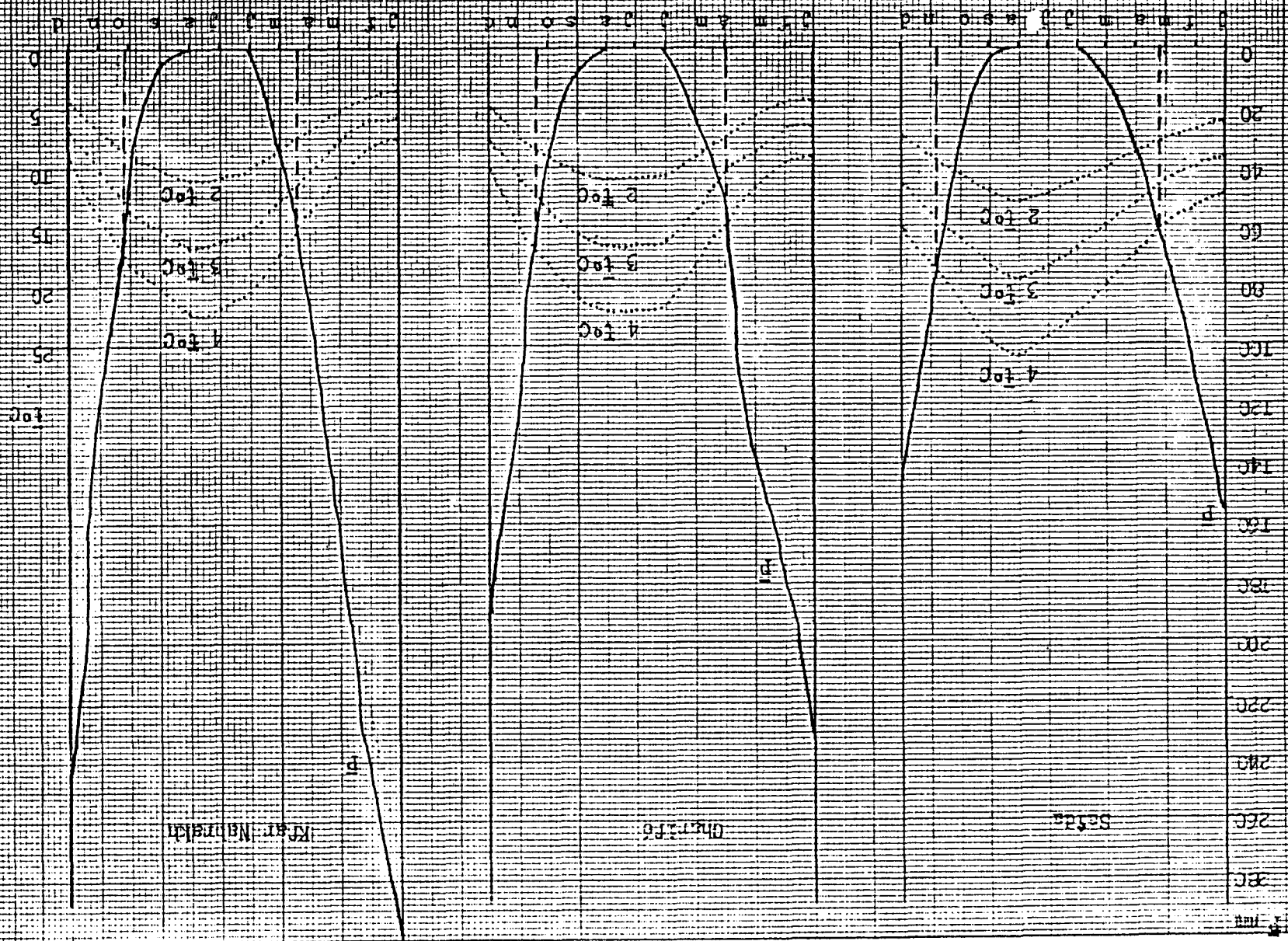
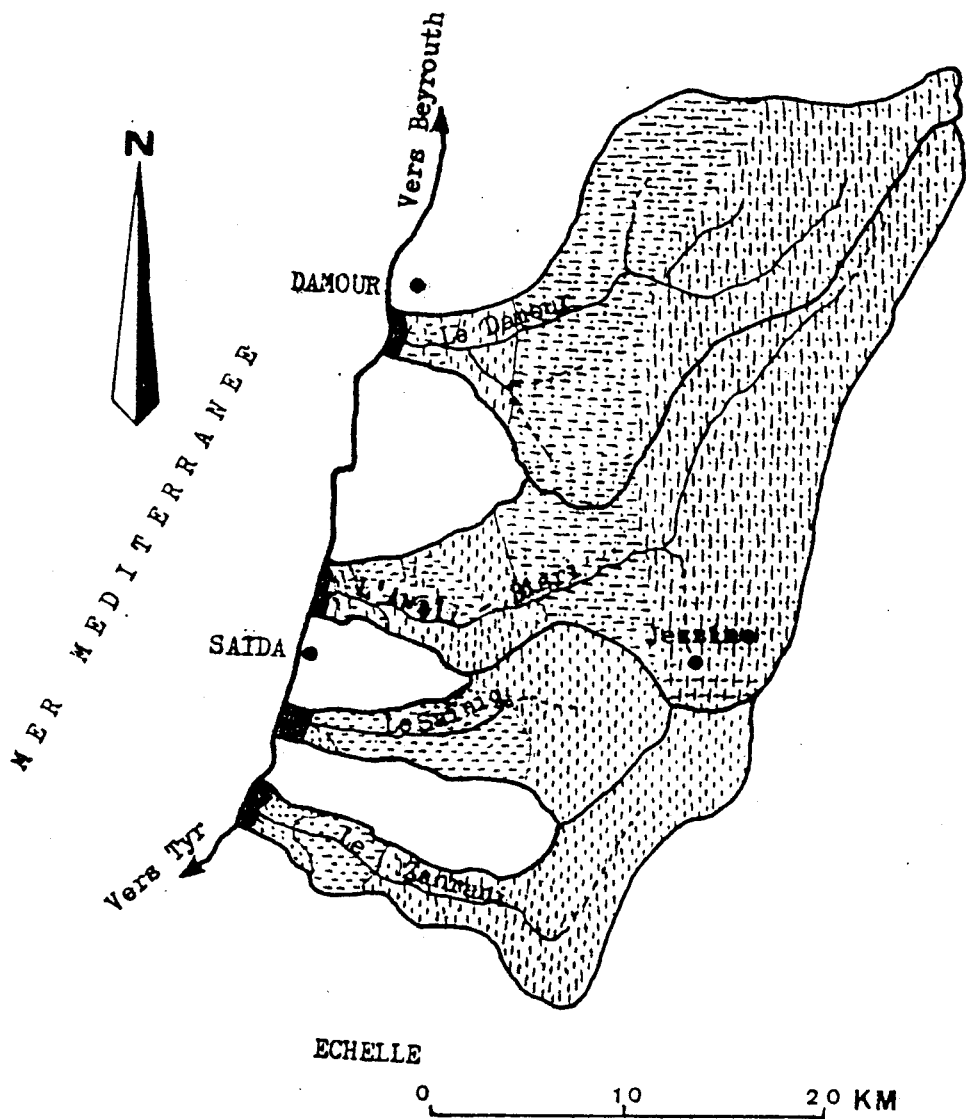


Fig. 10. Diagrammes moyens - courbes moyennes pour les stations de Saida (5m d'intervalle) de 0 à 100 m) et de 0 à 200 m) (1020 m) - p. 2 et 3 et 4.

Fig. 12 - Nature et répartition des sols dans les bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Safniq et du Zahrani .



LEGENDE

▨▨▨▨	Sol rouge lixivié non calcaire)
▩▩▩▩	Sol rouge argileux , non calcaire et rocheux) Bon drainage
▧▧▧▧	Sol brun foncé argileux non calcaire et rocheux)
▦▦▦▦	Sol brun calcaire à alternance de calcaires et de marnes)
▥▥▥▥	Sol gris très calcaire) Drainage ralenti
▤▤▤▤	Sol brun calcaire)
▣▣▣▣	Sol alluvial) Mauvais drainage

Tableau n° 6 - Les dimensions linéaires des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani.

Bassin versant	S km ²	Périmé- tre (Pe) km	Grand vecteur (V) km	largeur moyenne (l) km
Damour	288	94	32	9
Awali - Bisri	296	106	42	7
Saïniq	108	58	19	6
Zahrani	106	73	27	4

Tableau n° 7 - Les indices des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani .

Bassin versant	Indice de forme(IF)	Indice d'ex- tension(E)	Indice de compacité(K)
Damour	0.32	1.66	1.55
Awali - Bisri	0.36	2.16	1.73
Saïniq	0.54	1.59	1.56
Zahrani	0.67	2.29	1.98

Avec :

$$l = \frac{S}{V}$$

$$IF = \frac{Pe}{S}$$

$$E = \frac{V}{\text{diamètre du cercle de même superficie}}$$

$$K = \frac{0.28 Pe}{\sqrt{S}}$$

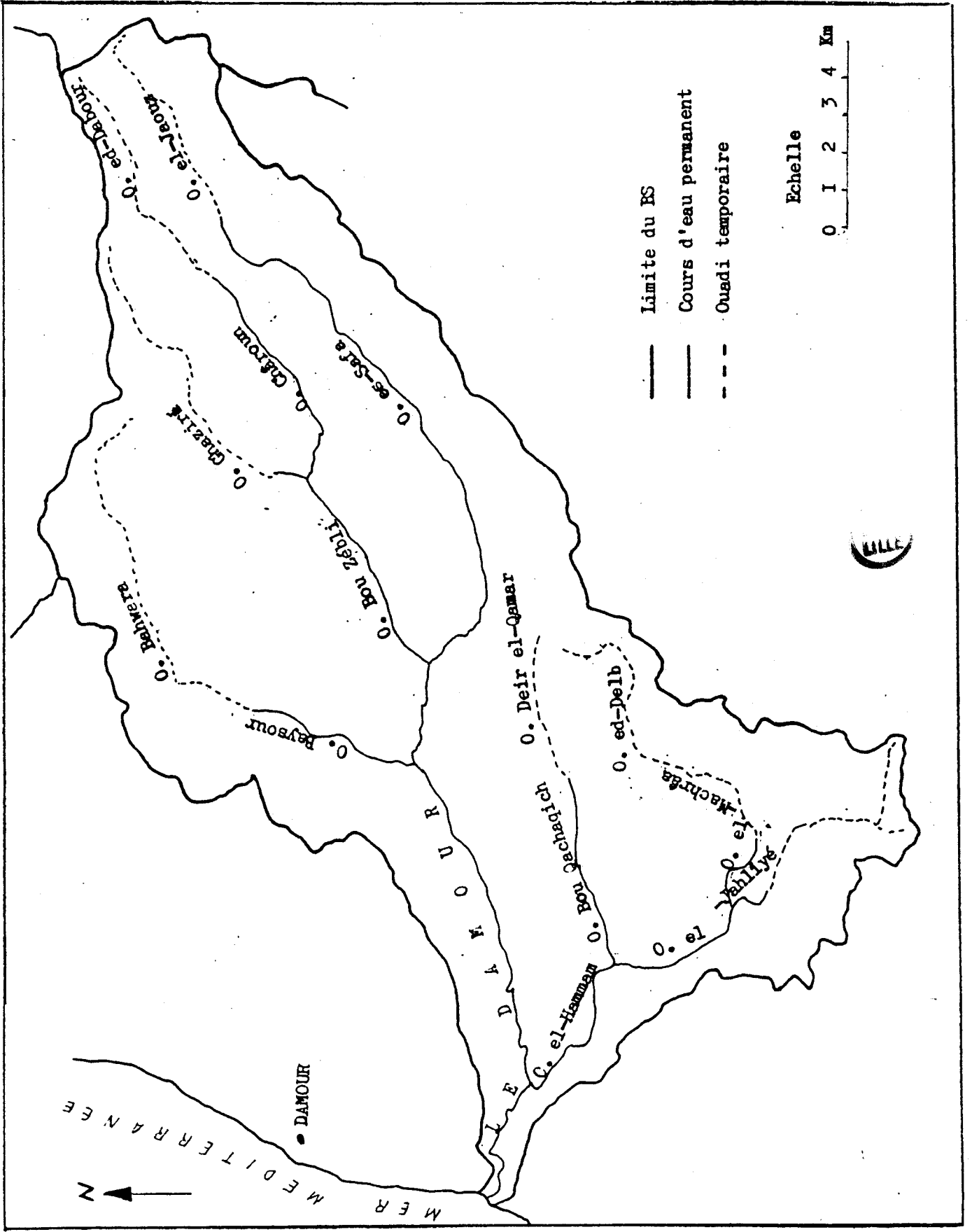


FIG. 13 - Le bassin versant du DAMOUR

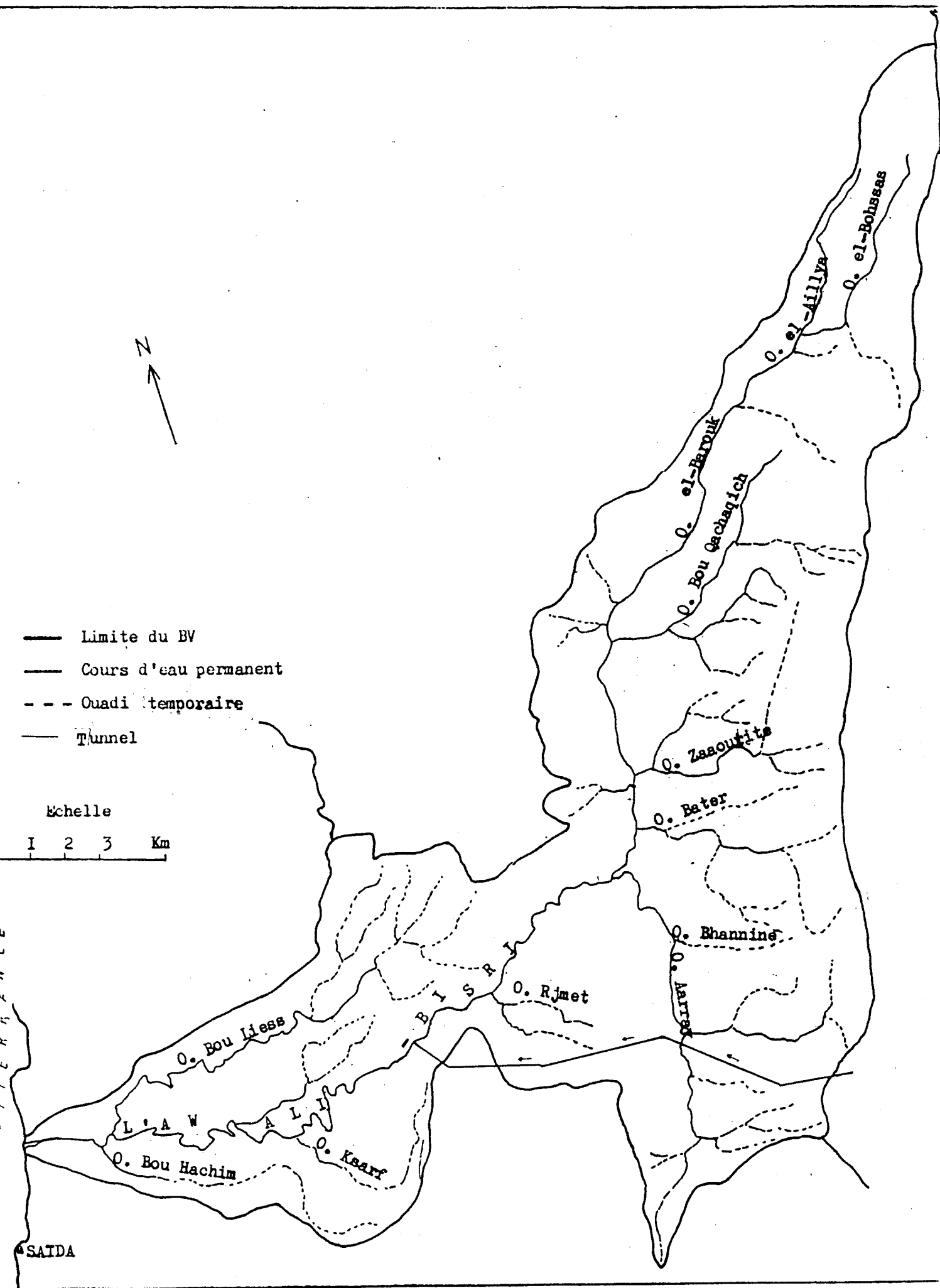


FIG. 14 - Le bassin versant de l'Awali - Bisri

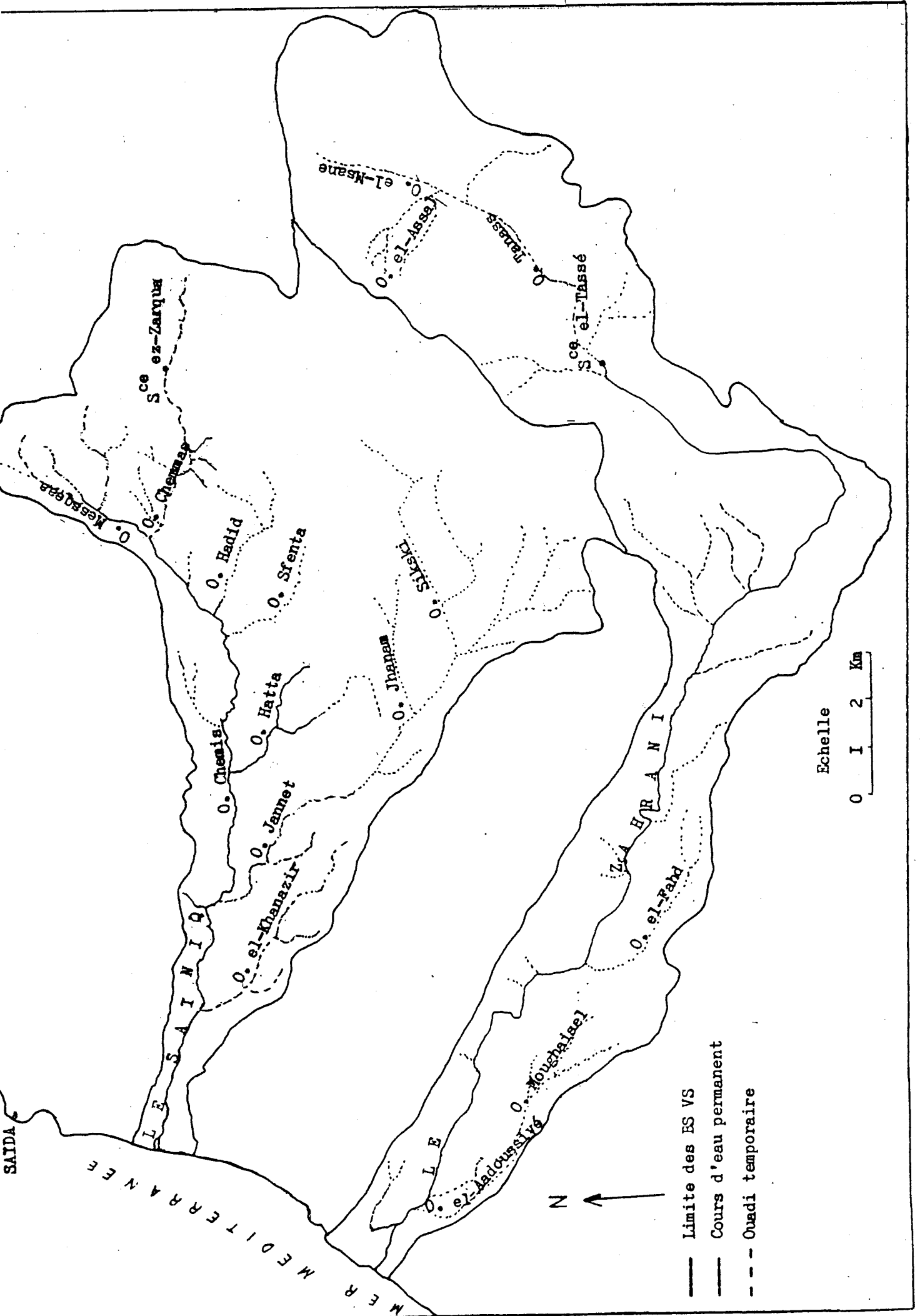


FIG. 15 - Les bassins versants du Saïniq et du Zahrani

Fig. 16 - Polygones des fréquences altimétriques et courbe hypsométrique des bassins versants du Damour , de l'Awali-Bisri , du Saïniq et du Zahrani .

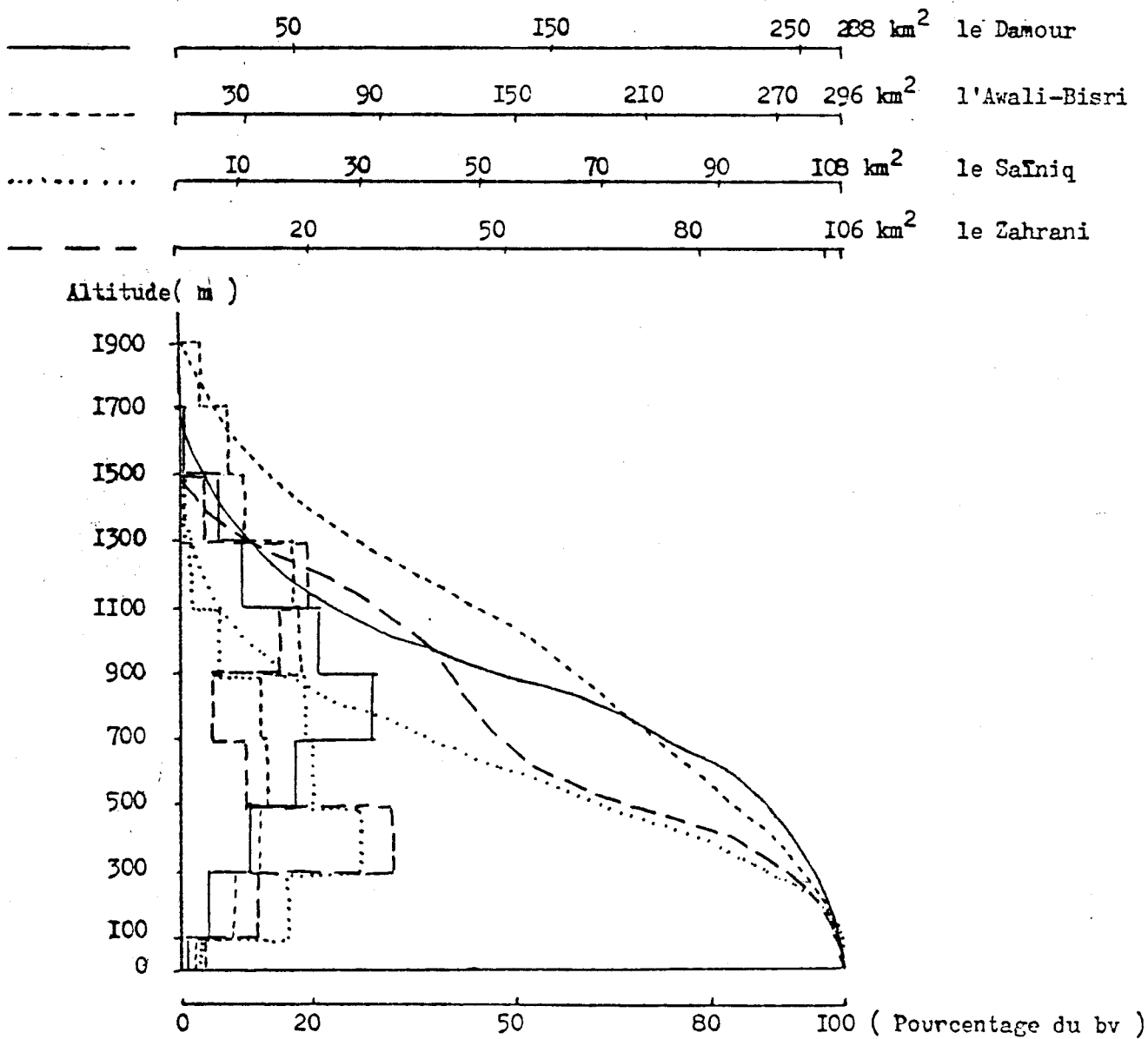


Tableau n° 8 - Répartitions des surfaces des bassins versants :

du Damour

Altitude (m)	Surface(km ²)	Surface cumulée(km ²)	% de la surface	% de la surface cumulée
De 1700 à 1500	4.8	4.8	1.7	1.7
1500 - 1300	15.9	20.7	5.5	7.2
1300 - 1100	26.3	47.0	9.1	16.3
1100 - 900	60.3	107.5	21.0	37.3
900 - 700	81.4	188.9	28.2	65.5
700 - 500	50.6	239.5	17.6	83.1
500 - 300	30.8	270.3	10.7	93.8
300 - 100	13.7	284.0	4.8	98.6
Au-dessous de 100	4.0	288.0	1.4	100

Altitude maximum : 1750 m

Altitude minimum : 0 m

Altitude médiane : 880 m

de l'Awali - Bisri

Altitude (m)	Surface(km ²)	Surface cumulée(km ²)	% de la surface	% de la surface cumulée
De 1900 à 1700	8.3	8.3	2.8	2.8
1700 - 1500	20.2	28.5	6.8	9.6
1500 - 1300	29.4	57.9	9.9	19.5
1300 - 1100	48.4	106.3	16.4	35.9
1100 - 900	54.3	160.6	18.4	54.3
900 - 700	35.1	195.7	11.9	66.2
700 - 500	36.2	231.4	12.2	78.4
500 - 300	34.4	265.3	11.6	90.0
300 - 100	24.3	290.6	8.2	98.2
Au-dessous de 100	5.4	296.0	1.8	100

Altitude maximum : 1924 m

Altitude minimum : 0 m

Altitude médiane : 1020 m

suite

(suite tableau n° 8)

du Saïniq

Altitude (m)	Surface (km ²)	Surface cumulée (km ²)	% de la surface	% de la surface cumulée
De 1500 à 1300	0.6	0.6	0.6	0.6
1300 - 1100	2.8	3.4	2.6	3.2
1100 - 900	7.8	11.2	7.2	10.4
900 - 700	21.6	32.7	19.9	30.3
700 - 500	22.5	55.2	20.8	51.1
500 - 300	30.9	86.1	28.6	79.7
300 - 100	18.5	104.5	17.2	96.9
Au-dessous de 100	3.4	108.0	3.1	100

Altitude maximum : 1500 m
 Altitude minimum : 0 m
 Altitude médiane : 590 m

du Zahrani

Altitude (m)	Surface (km ²)	Surface cumulée (km ²)	% de la surface	% de la surface cumulée
De 1500 à 1300	4.5	4.5	4.3	4.3
1300 - 1100	20.4	24.9	19.2	23.5
1100 - 900	16.2	41.1	15.2	38.7
900 - 700	5.5	46.6	5.2	43.9
700 - 500	10.7	57.3	10.1	54.0
500 - 300	32.0	89.3	30.2	84.2
300 - 100	12.9	102.2	12.2	96.4
Au-dessous de 100	3.8	106	3.6	100

Altitude maximum : 1500 m
 Altitude minimum : 0 m
 Altitude médiane : 660 m

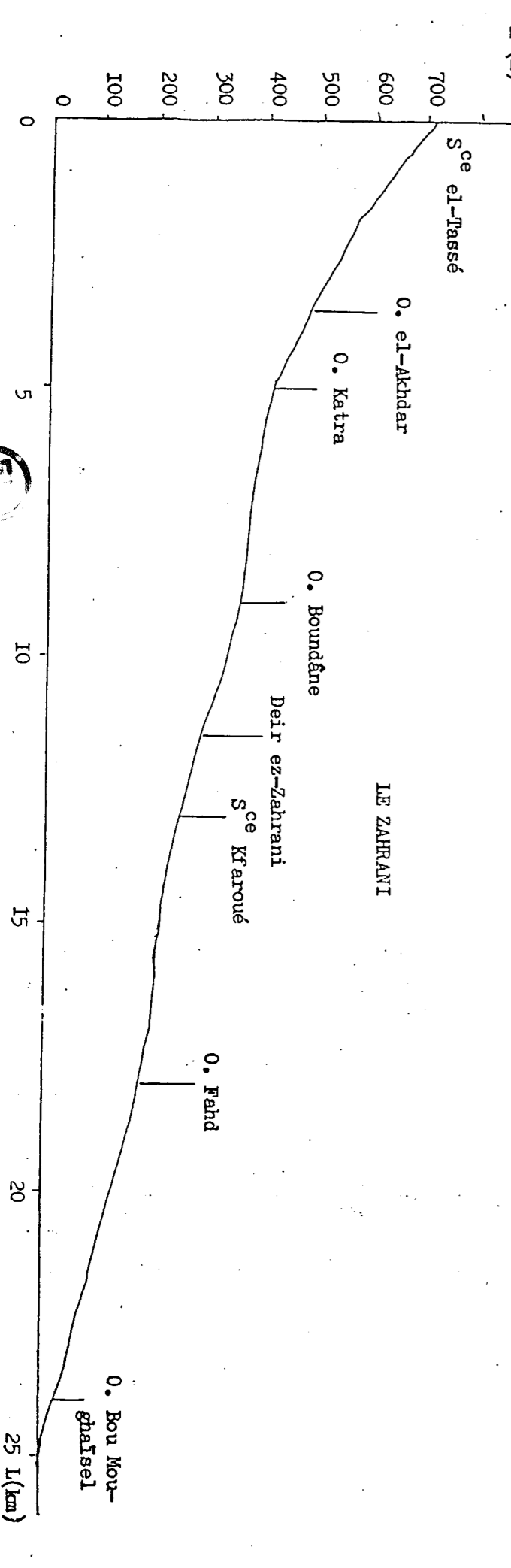
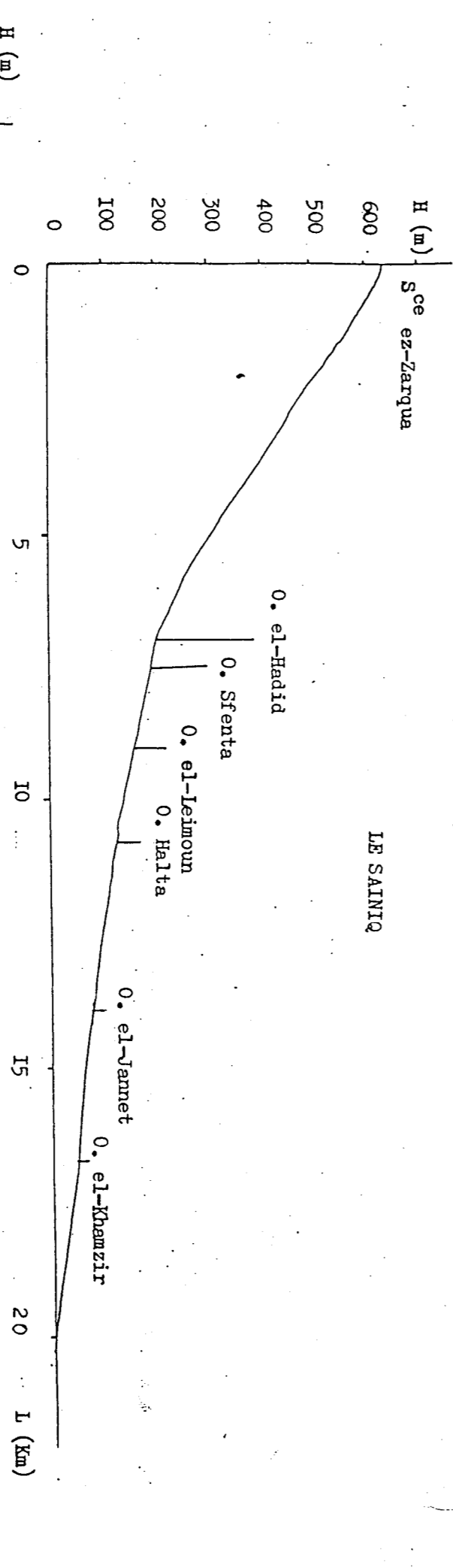
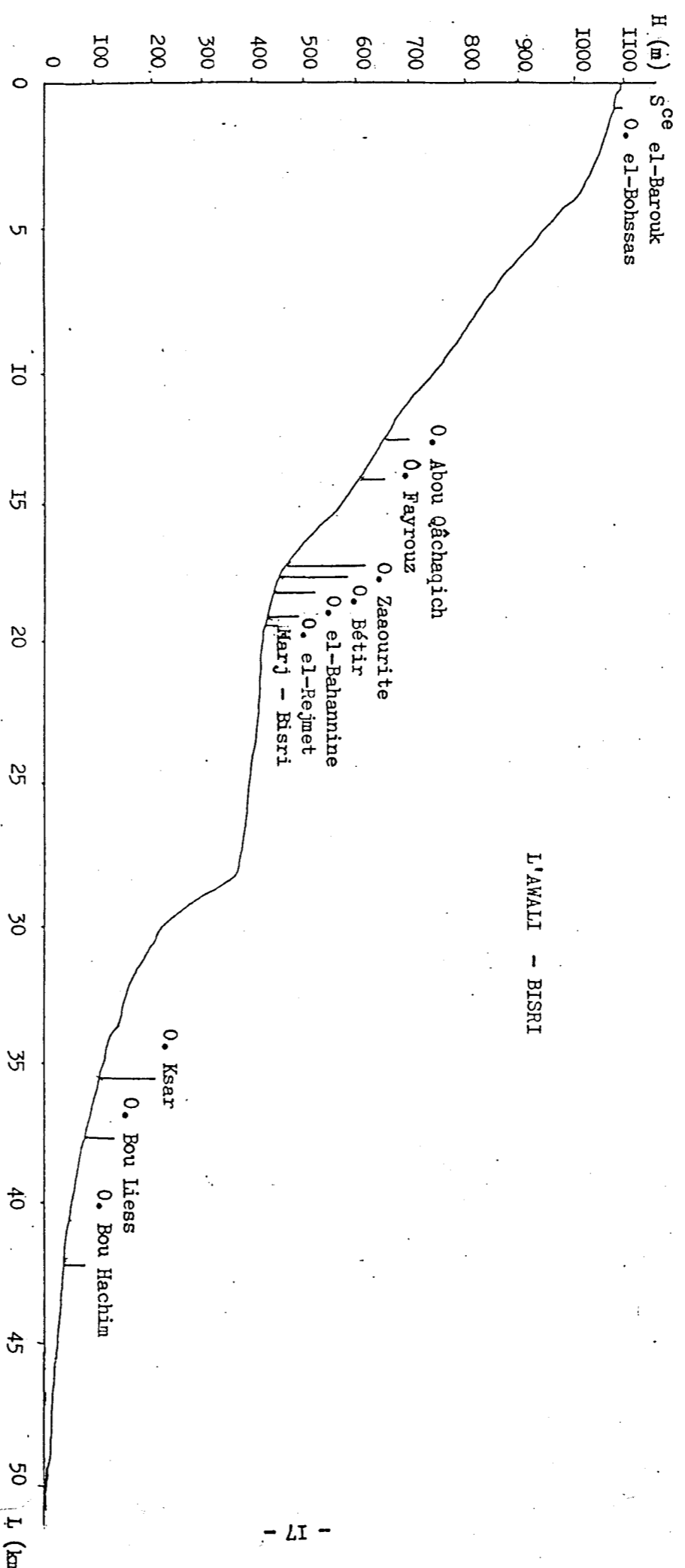
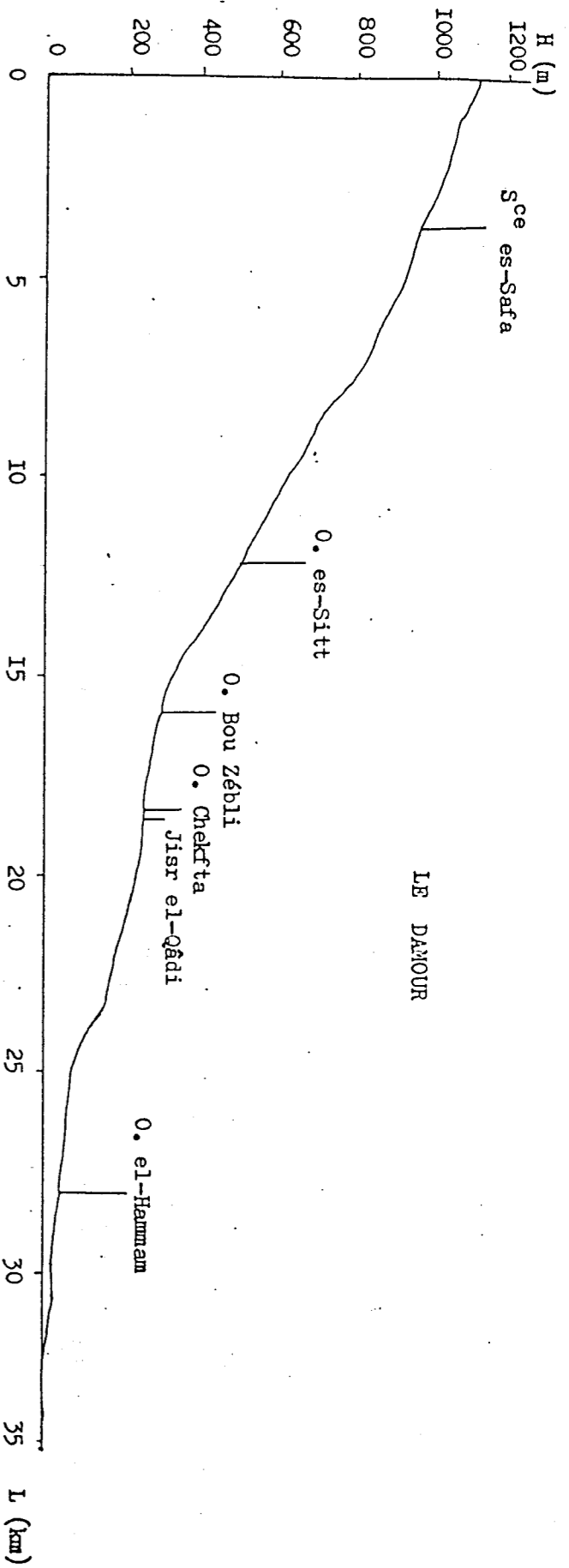
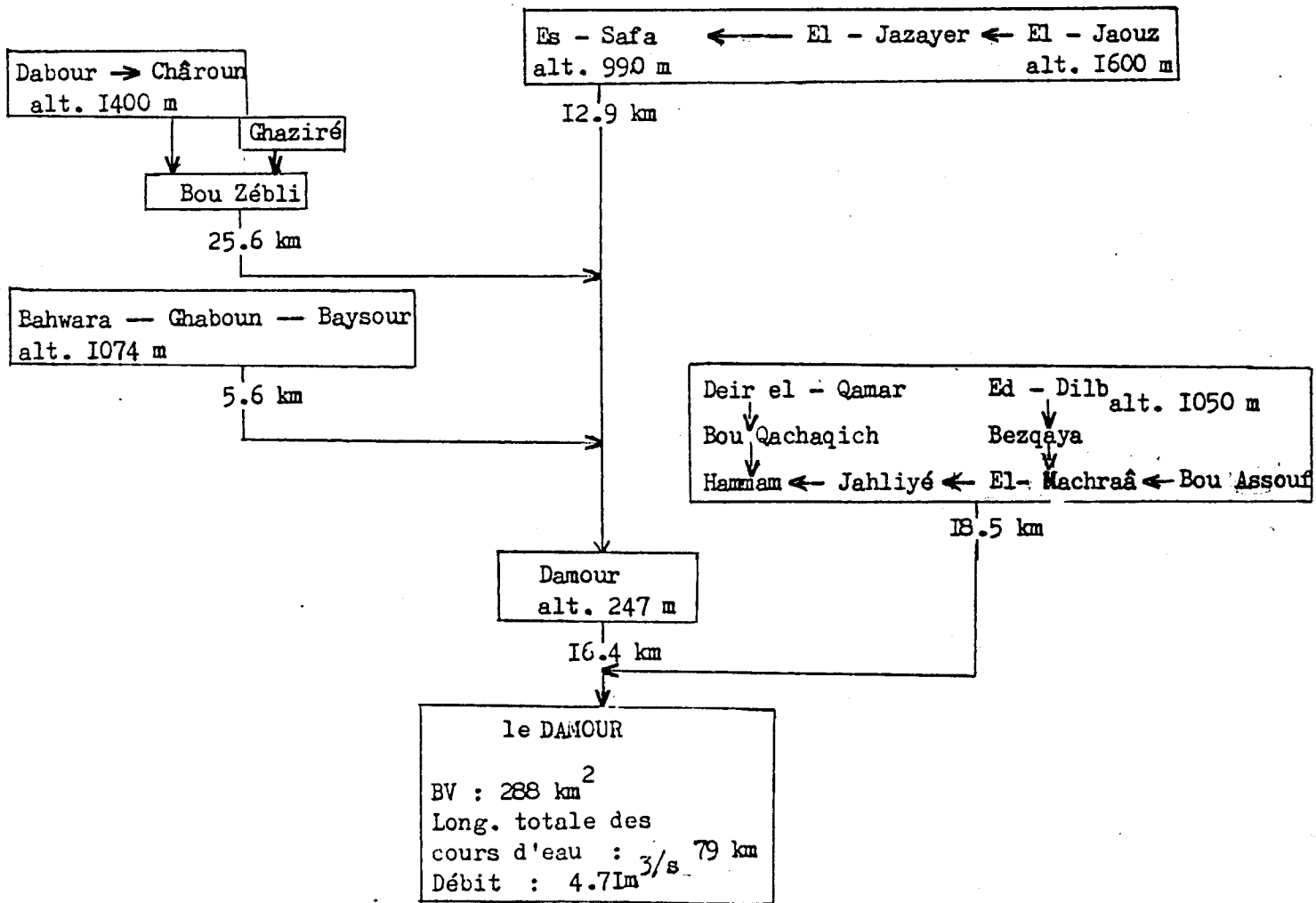


FIG. 17 - Profil en long du Damour, de l'Awali - Bisri, du Saintiq et du Zahrani.

Fig. 18 - Structure du réseau hydrographique du Damour

Affluents de la rive droite

Affluents de la rive gauche

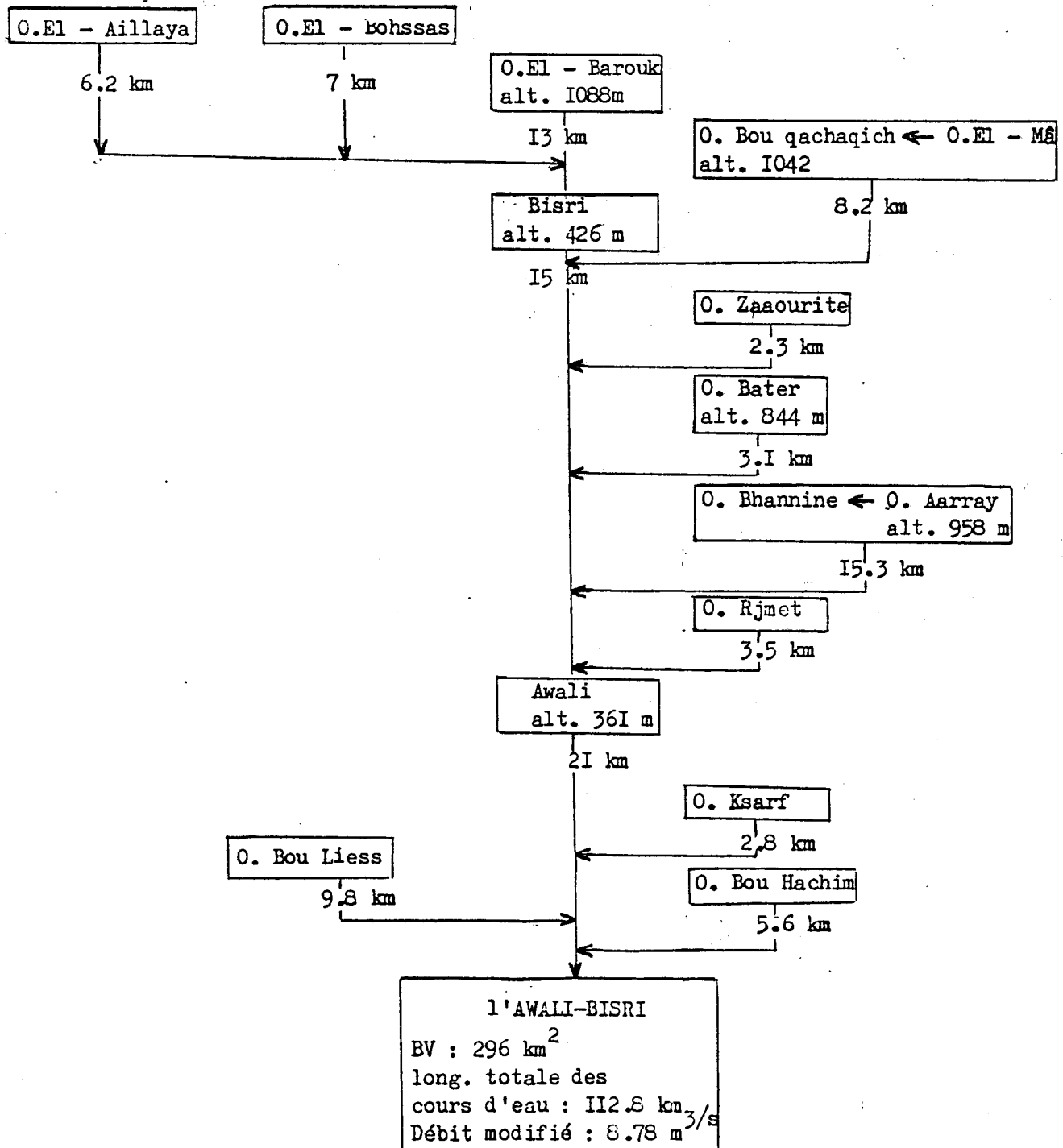


NB : Les flèches horizontales dans les rectangles indiquent un même cours d'eau dont le nom varie en descendant .

Fig. 19 - Structure du réseau hydrographique de l'Awali-Bisri

Oueds de la rive droite

Oueds de la rive gauche



NE : Les flèches horizontales dans les rectangles indiquent un même cours d'eau dont le nom varie en descendant.

Fig. 20 - Structure du réseau hydrographique du Saïniq

Oued de la rive droite

Oueds de la rive gauche

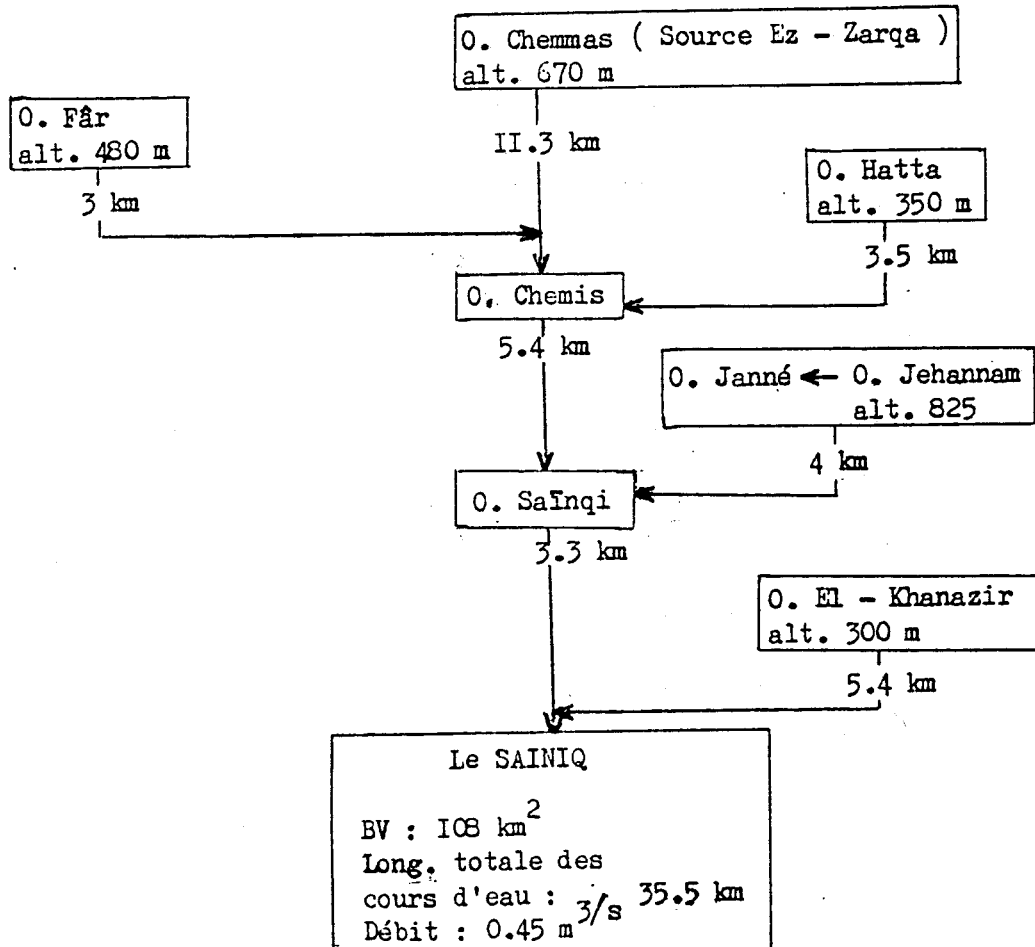


Fig. 2I - Structure du réseau hydrographique du Zahrani

Oued de la rive droite

Oueds de la rive gauche

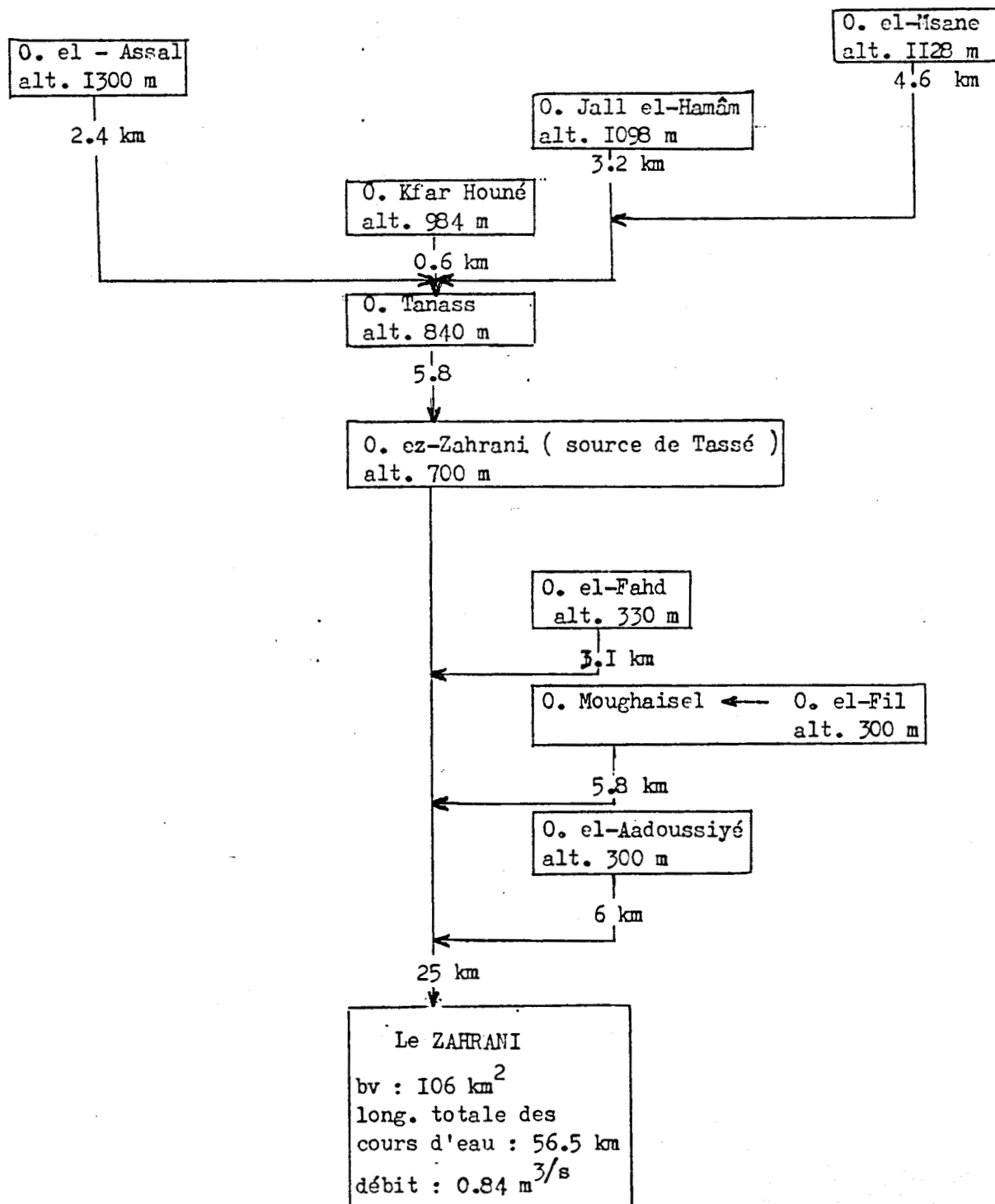


Tableau n° 9 - La mesure des paramètres géométriques des réseaux hydrographiques du Damour , de l'Awali - Bisri , du Safniq et du Zahrani .

Cours d'eau	Longueur km	Dénivelée m	Pente moyenne m/km
Damour	31	1150	57
Awali-Bisri	49	1090	22
Safniq	20	640	32
Zahrani	25	710	28

Tableau n° 10 - La longueur totale du réseau hydrographique :

du Damour et ses affluents permanents		de l'Awali-Bisri et ses rus temporaires	
Affluent	L. (km)	ravin	L. (km)
Es-Safa	12.9	Bohssas	7.0
Charoun	8.0	Aillaya	6.2
Ghaziré	3.6	Barouk	13.0
Bou Zébli	14.0	Bou-Qâchaqich	8.0
Ghaboun	5.6	Zaaourité	2.3
Damour	16.4	Bater	3.1
Melaye	7.4	Array	15.3
Hammam	10.6	Rejmeyt	3.5
Total	79	Bisri	15.0
		Ksarf	2.8
		Bou Hachim	5.6
		Bou Liess	9.8
		Awali	21.0
		Total	112.8
du Safniq et ses rus temporaires		du Zahrani et ses rus temporaires	
ru	L. (km)	ru	L. (km)
Fâr	3.0	Misane	4.6
Chemmas	11.3	Hamâm	3.2
Hatta	3.5	el-Assal	2.4
Chemis	5.4	Kfar Houné	1.0
Janné	4.0	Tanass	5.8
Safniq	3.3	Ez-Zahrani	25.0
Khanazir	5.4	Fahd	3.1
Total	35.5	Moughaisel	5.8
		Aadoussiyé	6.0
		Total	56.5

Tableau n° II - Caractéristiques des stations pluviométriques des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban .

Bassin versant	Station pluviométrique	Coordonnées géographiques			Année de mise en service	(I) Moyenne (mm)	(2) Catégorie
		Latitude Nord	Longitude Est	Altitude (m)			
Le Damour	Ain - Zhalta	33°45	35°42	1080	1959	1370	S O P
	Beit ed-Dine	33°42	35°35	880	1941	1159	S O P
	Majdel - Maouch	33°43	35°37	810	1947	1044	S O P
	Kfar - Nabrakh	33°43	35°38	1020	1945	1291	S C O
	Jisr el-Qâdi	33°43	35°34	260	1949	1218	S O P
	Dmit	33°42	35°30	350	1947	1084	S O P
	Gharifé	33°38	35°34	680	1965	1169	S C O
L'Awali - Bisri	Jdeidet chouf	33°40	35°37	770	1944	1336	S O P
	Moukhtara	33°39	35°36	810	1955	1299	S O P
	Beitdin - Locqch	33°34	35°33	835	1966	1277	S C O
	Fraidis	33°43	35°42	1250	1967	1436	S O P
	Jezzine	33°33	35°35	945	1928	1408	S C O
	Sfarai	33°33	35°20	570	1962	1005	S O P
Le Safniq	Maghdouché	33°31	35°23	230	1965	855	S O P
	Jbaa - Halawi	33°29	35°31	800	1965	1025	S O P
	Anqoun	33°30	35°26	380	1965	745	S O P
Le Zahrani	Rihan	33°37	35°34	1090	1966	1077	S O P
	Maamariyet el-Kharaefb	33°27	35°21	262	1966	920	S O P
	Deir ez-Zahrani	33°26	35°27	450	1965	1108	S O P
	Arab - Salim	33°26	35°31	580	1965	1108	S O P

(I) Jusqu'a 1970 .

(2) S C O = Station climatologique ordinaire
S O P = Station d'observations pluviométriques

Tableau n° 12 - Répartition par tranches d'altitude , des pluviomètres sur les bassins versants du Damour , de l'Awali - Bisri , du Saïniq et du Zahrani .

Le Damour				L'Awali - Bisri			
Altitude (m)	Superficie (km2)	%	Nbre de pluvio- mètres %	Altitude (m)	Superficie (km2)	%	Nbre de pluvio- mètres %
I700 à I500	4.8		I.7	I900 à I700	8.3		2.8
I500 - I300	I5.9		5.5	I700 - I500	20.2		6.8
I300 - II00	26.3		9.1	I500 - I300	29.4		9.9
II00 - 900	60.5		21.0	I300 - II00	48.4		I6.4
900 - 700	81.4		28.0	II00 - 900	54.3		I8.4
700 - 500	50.6		I7.0	900 - 700	35.1		II.9
500 - 300	30.8		IO.7	700 - 500	36.2		I2.2
300 - I00	I3.7		I4.8	500 - 300	34.4		II.6
au-dessous de I00	4.0		I.4	300 - I00	24.3		8.2
Total	288	I00	7 I00	Total	296	I00	6 I00

Le Saïniq				Le Zahrani			
Altitude (m)	Superficie (km2)	%	Nbre de pluvio- mètres %	Altitude (m)	Superficie (km2)	%	Nbre de pluvio- mètres %
I500 à I300	0.6		0.6	I500 à I300	4.5		4.3
I300 - II00	2.8		2.6	I300 - II00	20.4		I9.2
II00 - 900	7.8		7.2	II00 - 900	I6.2		I5.2
900 - 700	21.5		I9.9	900 - 700	5.5		5.2
700 - 500	22.5		20.8	700 - 500	IO.7		IO.I
500 - 300	30.9		28.6	500 - 300	32.0		30.2
300 - I00	I8.5		I7.2	300 - I00	I2.9		I2.2
au-dessous de I00	3.4		3.1	au-dessous de I00	3.6		3.6
Total	I08	I00	3 I00	Total	I06	I00	4 I00

Tableau n° 13 - Caractéristiques des stations hydrométriques équipées d'un limnigraphe des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban .

Cours d'eau	Station hydro-métrique	S. du bassin versant (km ²)	Altitude (m)	Date de mise en service du limnigraphe	Prise en charge par	Nbre d'années	Limnigraphe marque
Le Damour et ses affluents							
es - Safa	Ouadi es-Sitt	40	518	8/12/1965	ONL ^(I)	7	SIAP
le Bou Zébli	Centrale de Rechmaya	52	447	7/12/1965	ONL	7	SIAP
le Damour	Jisr el-Qâdi	185	250	19/08/1948	ONL(1965)	24	A.O.BAR
el- Hammam	Avant la confluence du Damour	77	45	8/12/1965	ONL	7	SIAP
L'Awali - Bisri et son affluent							
le Bisri	Marj - Bisri	222	385	24/II/1952	ONL(1962)	20	A.OTT
el -Aaray	Prêt de fenêtre de	30	552	-	ONL	-	-
l'Awali	Saïda (2) Jezzine	296	4	16/01/1949	ONL(1962)	24	E.O.BAR
Le Saïniq							
le Saïniq	Ouadi el-Leimoun	31	205	31/10/1963	ONL	9	A.OTT
le Saïniq	A l'embouchure	108	2	28/12/1965	ONL	7	SIAP
Le Zahrani							
le Zahrani	Ouadi el-Akhdar	47	445	30/09/1946	ONL(1963)	28	OTT
le Zahrani	Deir ez-Zahrani	66	302	4/II/1963	ONL	9	OTT
le Zahrani	A l'embouchure	106	3	28/12/1965	ONL	7	SIAP

(1) ONL = Office National du Litani

(2) Débit influencé à partir de 1966/67

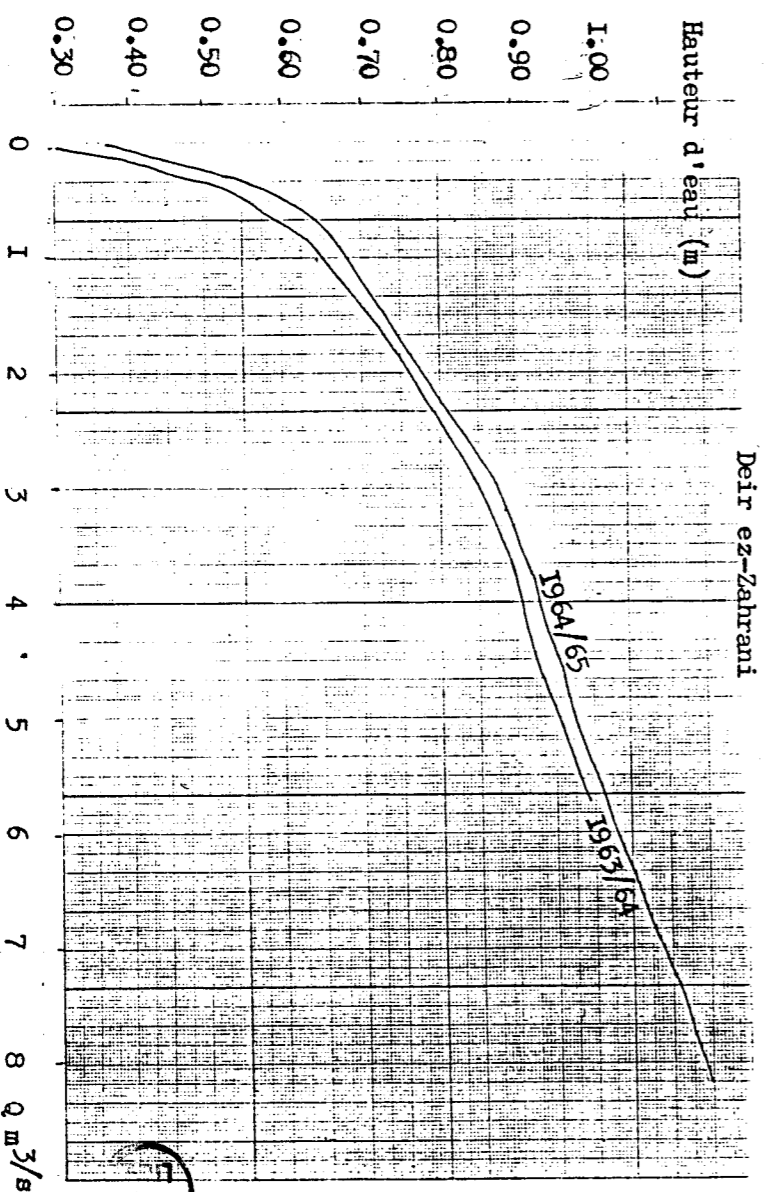
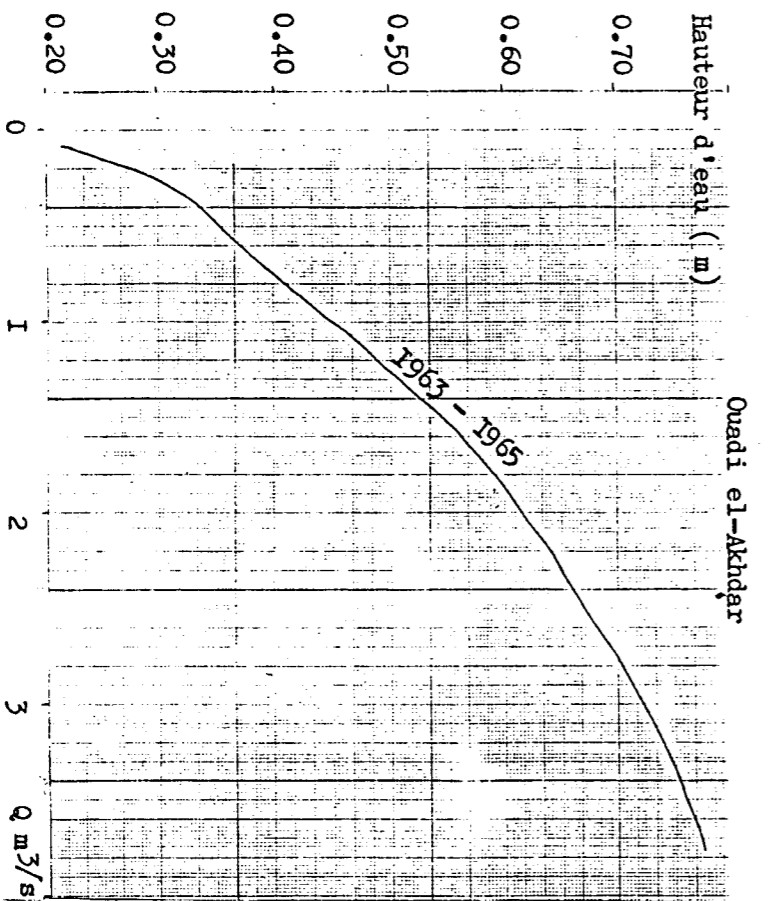
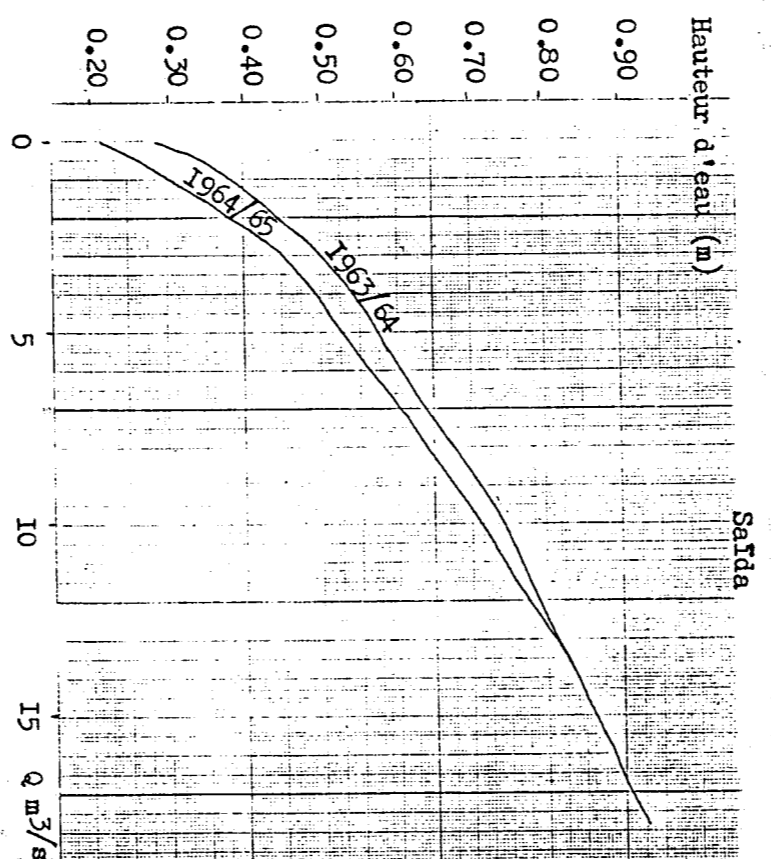
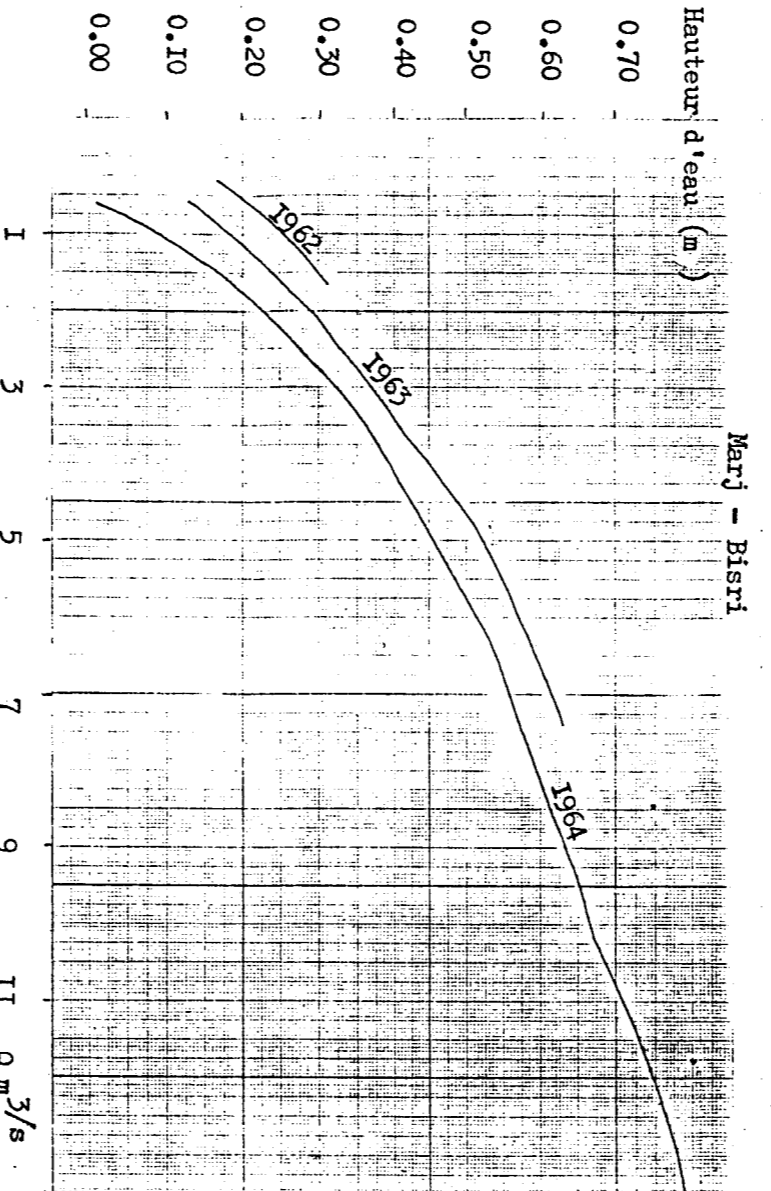
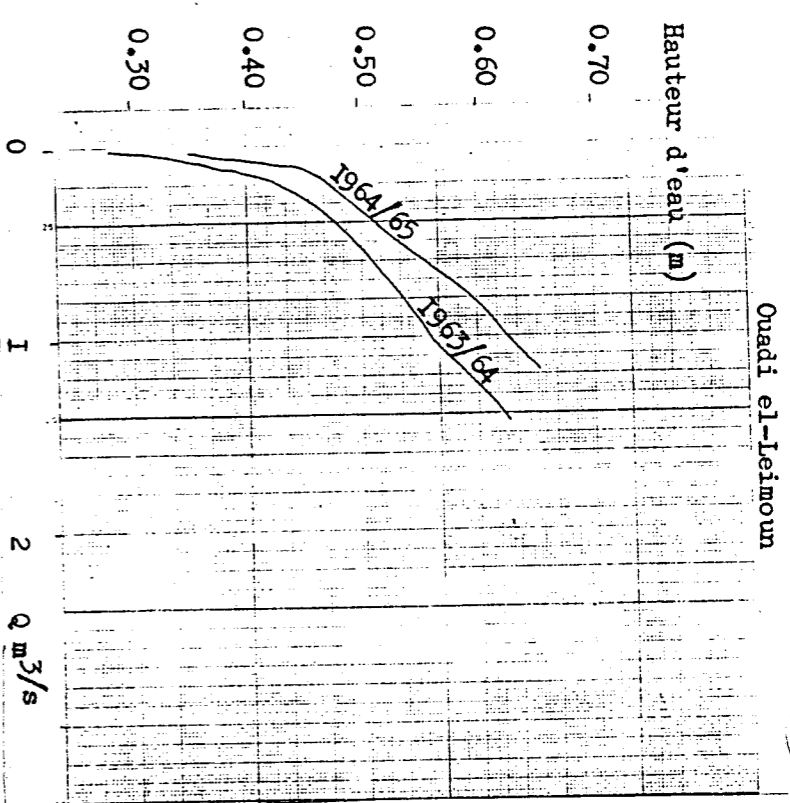
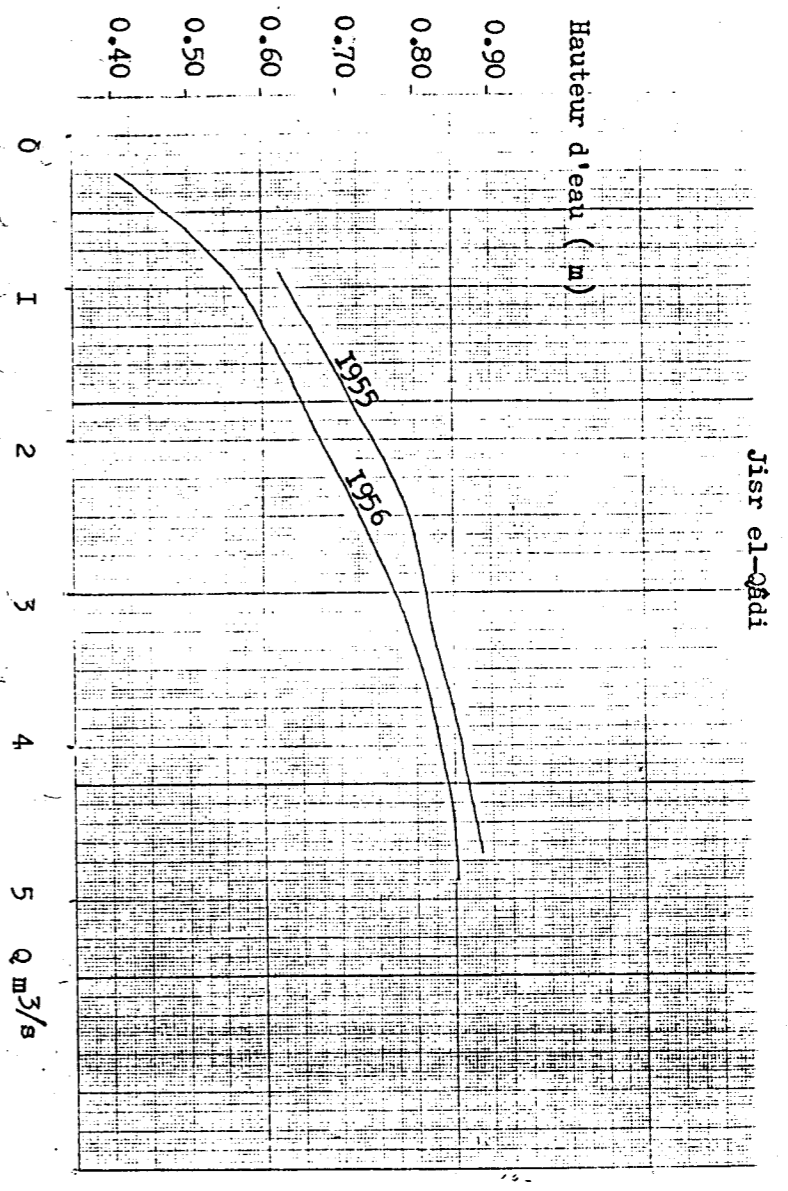


Fig. 22 - Modifications des courbes de tarage sur le Damour à Jisr el-Qâdi, l'Awali-Bisri à Marj-Bisri, le Sainiq à O. el-Leimoun et le Zahrani à Deir ez-Zahrani.



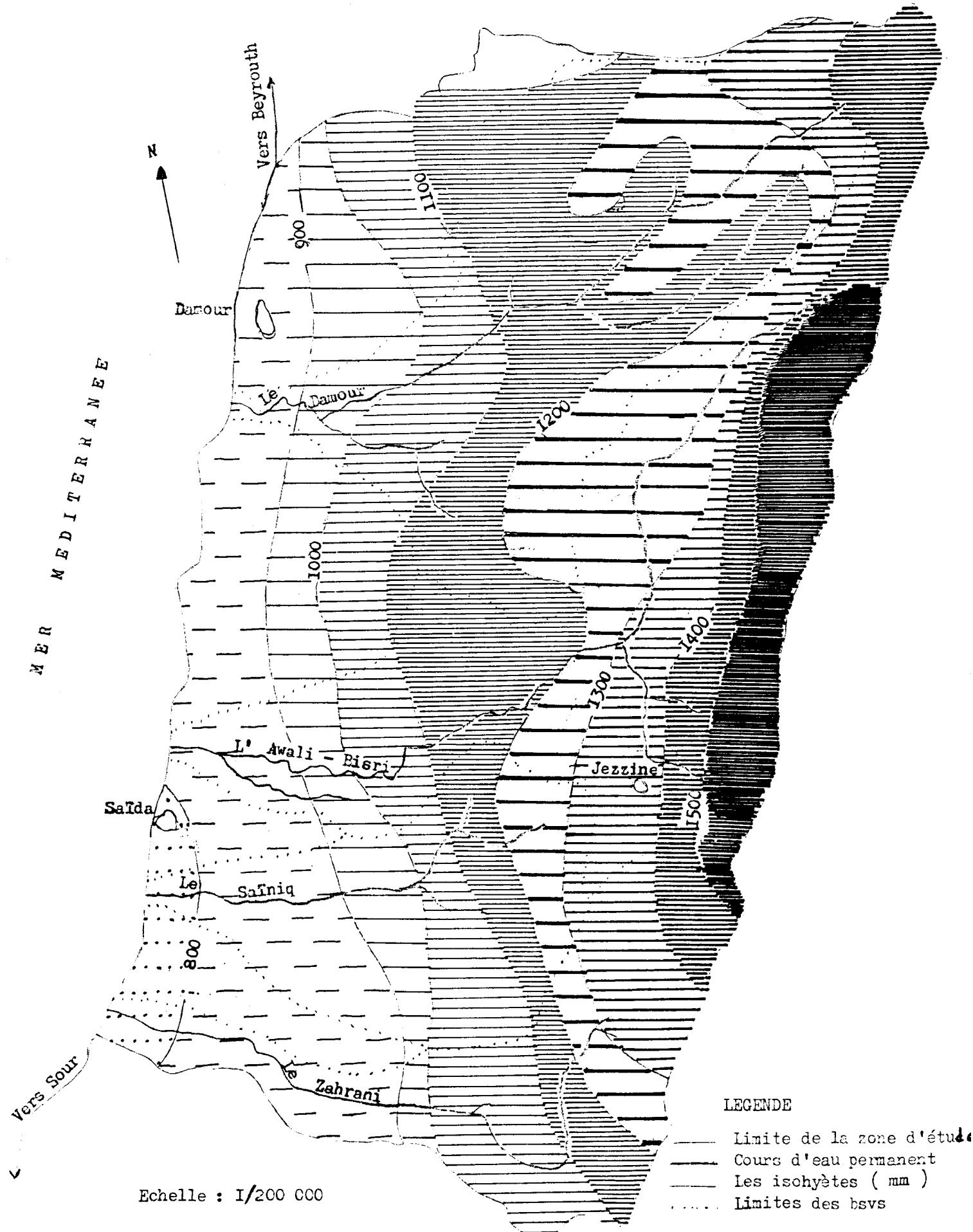
Tableau n° I4 - Lame d'eau annuelle précipitée sur les bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban selon la méthode des isohyètes

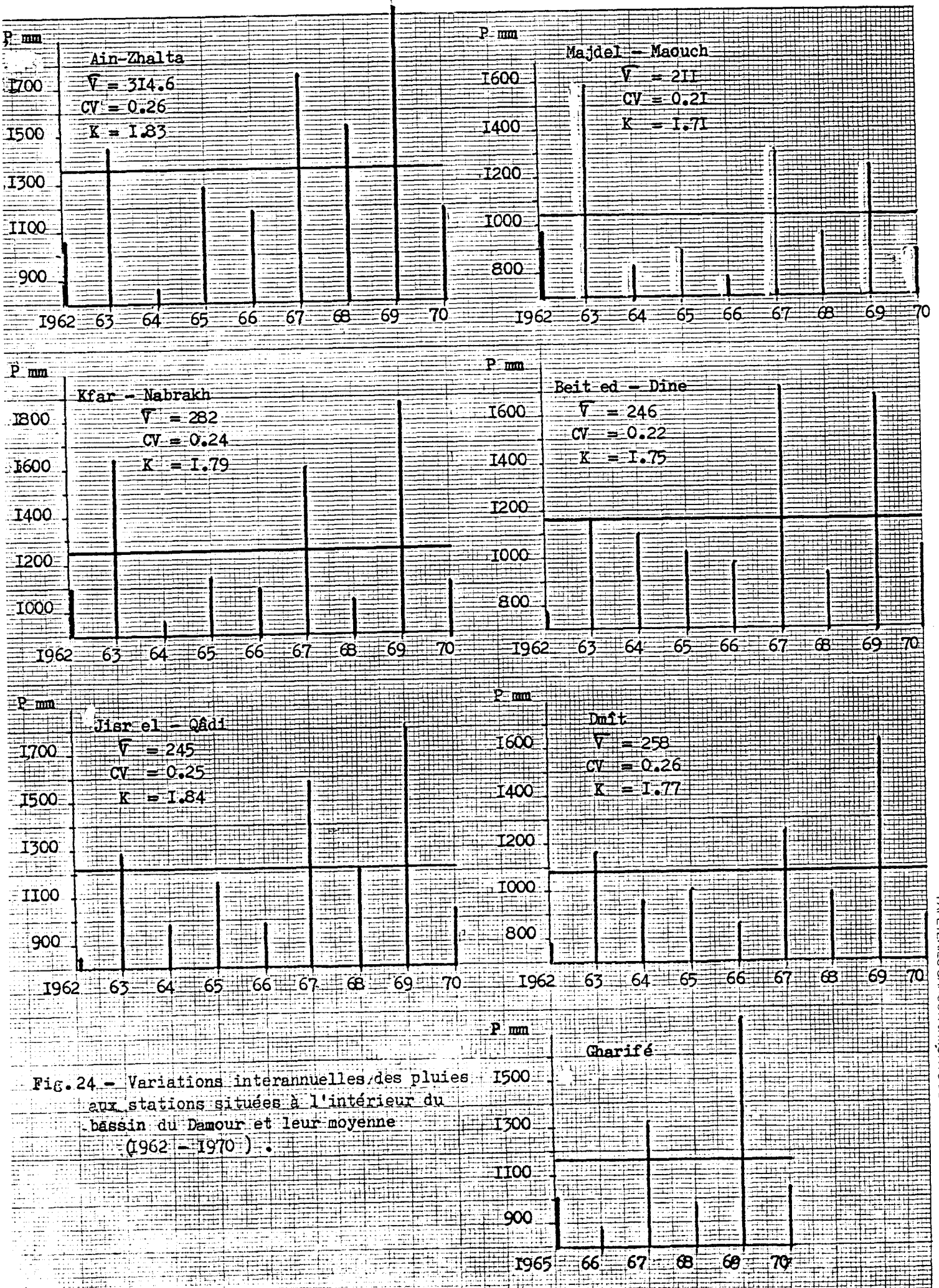
Moyenne de la pluviométrie (mm) 1962-1970	Portion de la surface du bv planimétrée (km2)				Lame d'eau annuelle moyenne (mm)			
	Damour	Awali - Bisri	Safniq	Zahrani	Damour	Awali - Bisri	Safniq	Zahrani
750	-	-	0.6	4.0	-	-	450	3000
850	2.8	21.0	37.4	24.0	2380	17850	31790	20400
950	17.2	12.2	15.0	3.2	16340	11590	14250	3040
1050	34.4	20.2	22.2	24.0	36120	21210	23310	25200
1150	129.6	44.6	19.0	14.8	149040	51290	21850	17020
1250	70.0	59.4	14.2	12.0	87500	74250	17750	15000
1350	19.6	58.6	-	18.8	26460	79110	-	25380
1450	14.4	36.2	-	4.0	20880	52490	-	5800
1550	-	43.4	-	0.8	-	67270	-	1240
					1210	1270	1012	1100

Tableau n° 15 - Moyenne précipitée sur les bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban d'après la méthode de THIESSEN .

Bassin versant	Station pluviométrique	Moyenne précipitée 1962-1970	Portion de la surface du bv affectée par la station pluviométrique		Lame d'eau moyenne précipitée sur chaque portion (mm)
			S (km ²)	%	
Le Damour	Ain Zhalta	1370	58	20.1	275
	Beit ed-Dine	1159	21	7.2	83
	Majdel-Maouch	1044	37	12.8	133
	Kfar-Nabrakh	1291	11	3.9	50
	Jisr el-Qâdi	1218	79	27.5	334
	Dmft	1084	44	15.3	165
	Gharifé	1169	38	13.1	153
L'Awali - Bisri	Jdeidet Chouf	1336	73	24.7	329
	Moukhtara	1299	53	17.8	231
	Beitdin Locqch	1377	102	34.5	473
	Fraidis	1436	39	13.2	189
	Jezzine	1408	29	9.7	130
Sfarai	-				
Le Saïniq	Maghdouché	885	29	27.2	240
	Jbaa Halawi	1025	50	46.6	477
	Anqoun	748	28	26.1	193
Le Zahrani	Rihan	1077	36	33.6	361
	Maamariyet Kha.	920	25	23.4	215
	Deir ez-Zahrani	-	45	42.8	474
	Arab - Salim	1108			

Fig. 23 - Les courbes isohyètes de région côtière intermédiaire du Liban (1930 - 1970) :





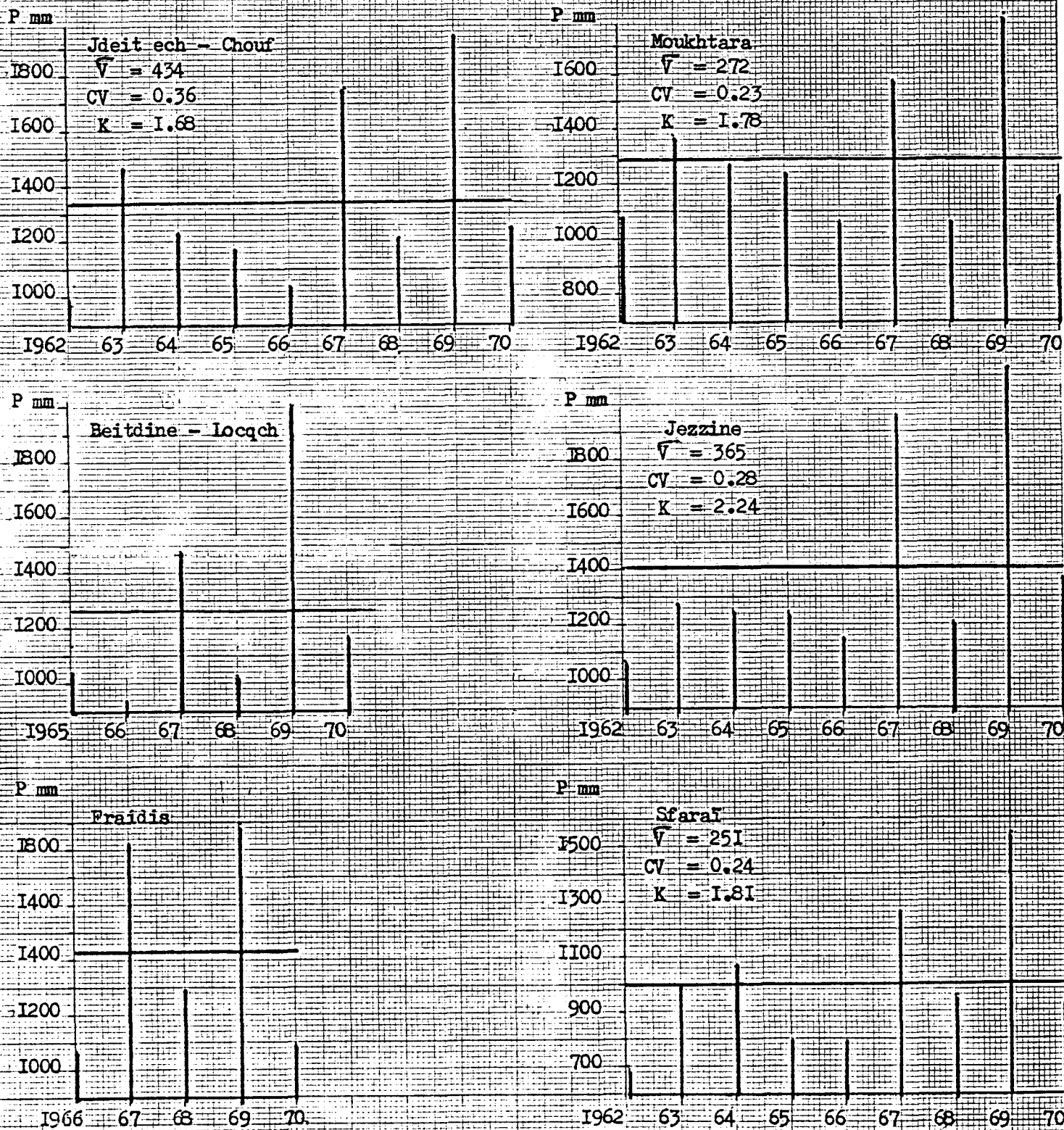


Fig. 25 - Variations interannuelles des pluies aux stations situées à l'intérieur du bassin de l'Awali-Bisri et leur moyenne (1962 - 1970)

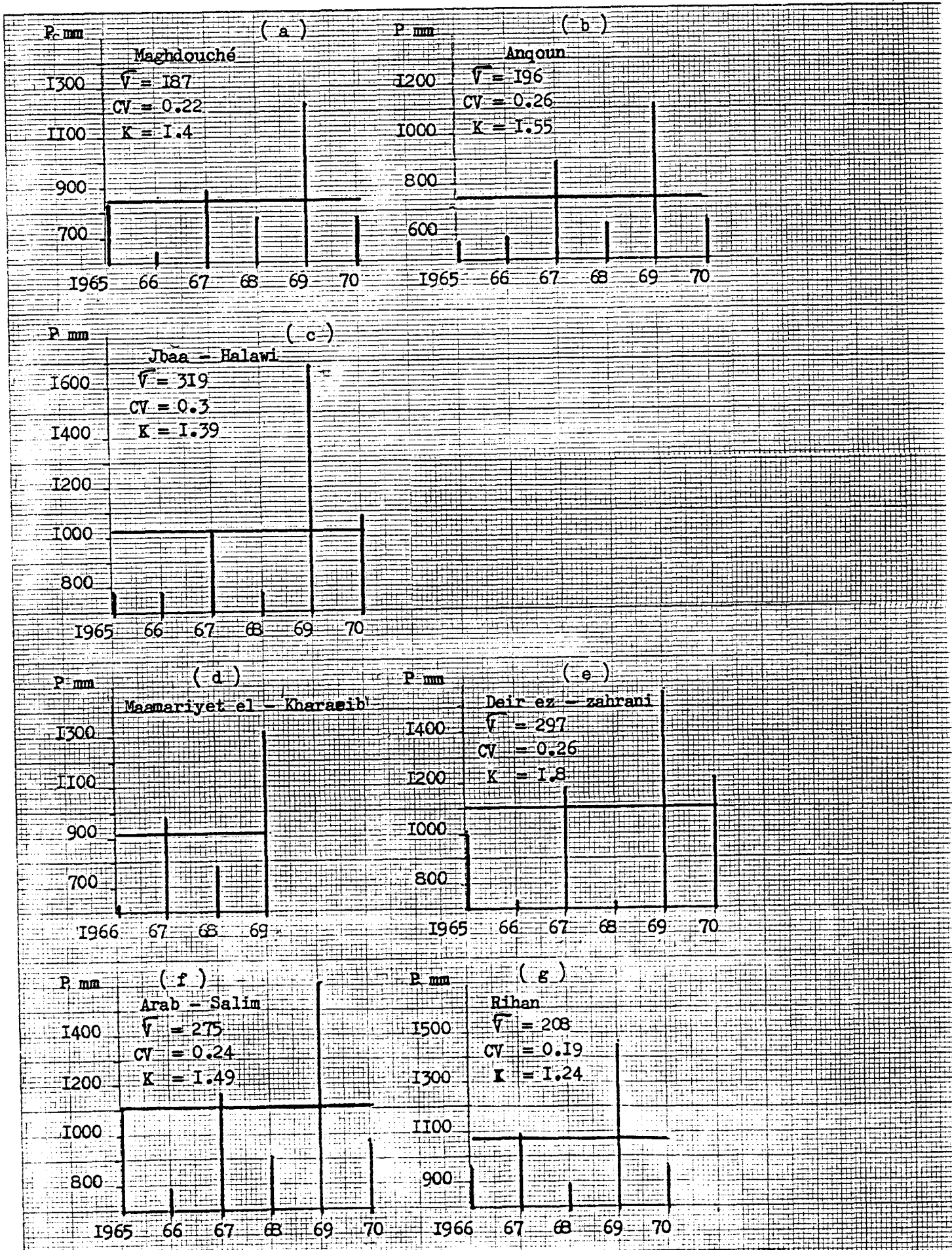


Fig. 26 - Variations interannuelles des pluies aux stations situées à l'intérieur des bassins du Salmiq (a, b, c) et du Zahrani (d, e, f, g) et leur moyenne (1965 - 1970) .

Fig. 27 - Distribution normale des modules annuels des pluies aux stations situées dans le bv du Damour (1944/45 - 1970/71)

$$F(x) = \frac{r - I/2}{N}$$

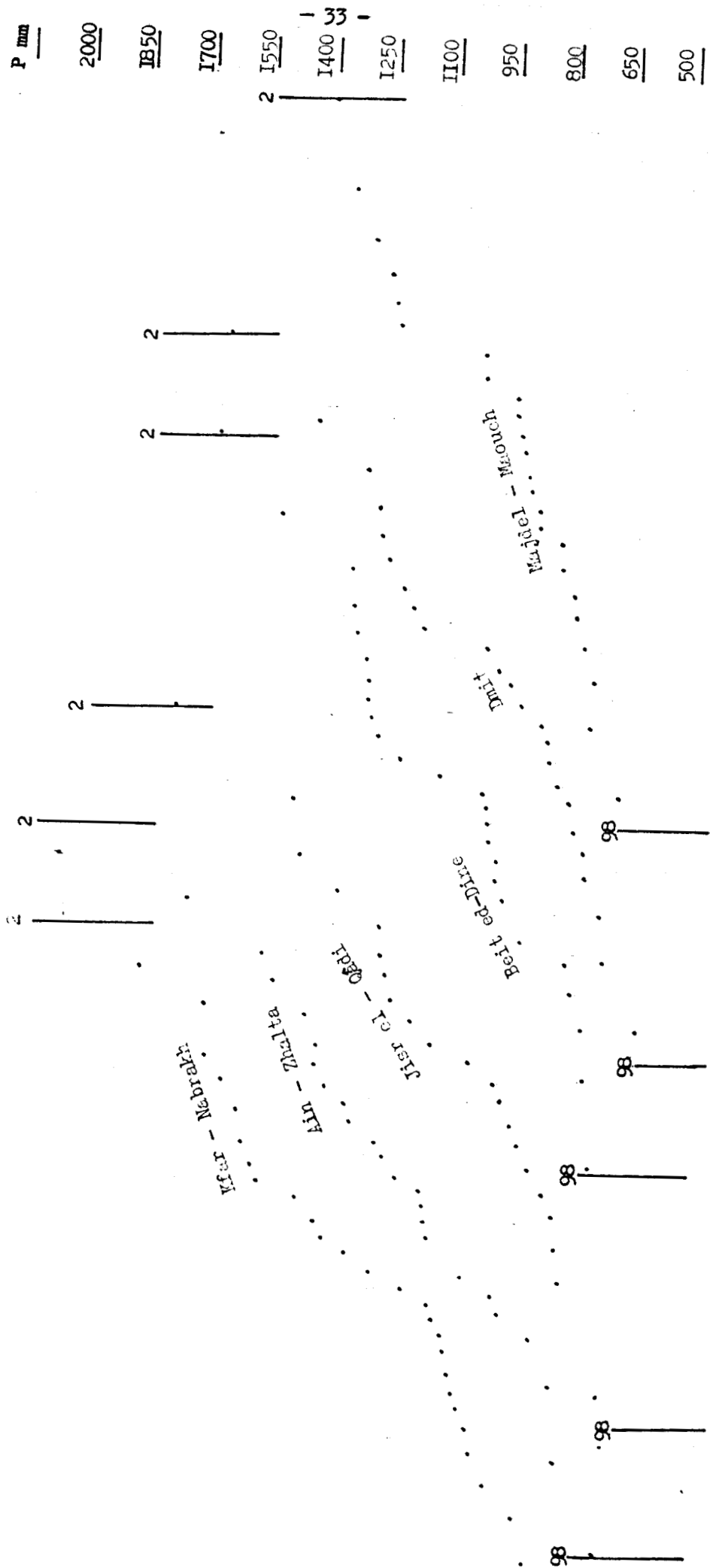


Fig. 28 - Distribution normale des modules annuels des pluies aux stations situées dans le bv de l'Awaï - Bisri (1944/45 - 1970/71) $F(x) = \frac{x - I/2}{N}$

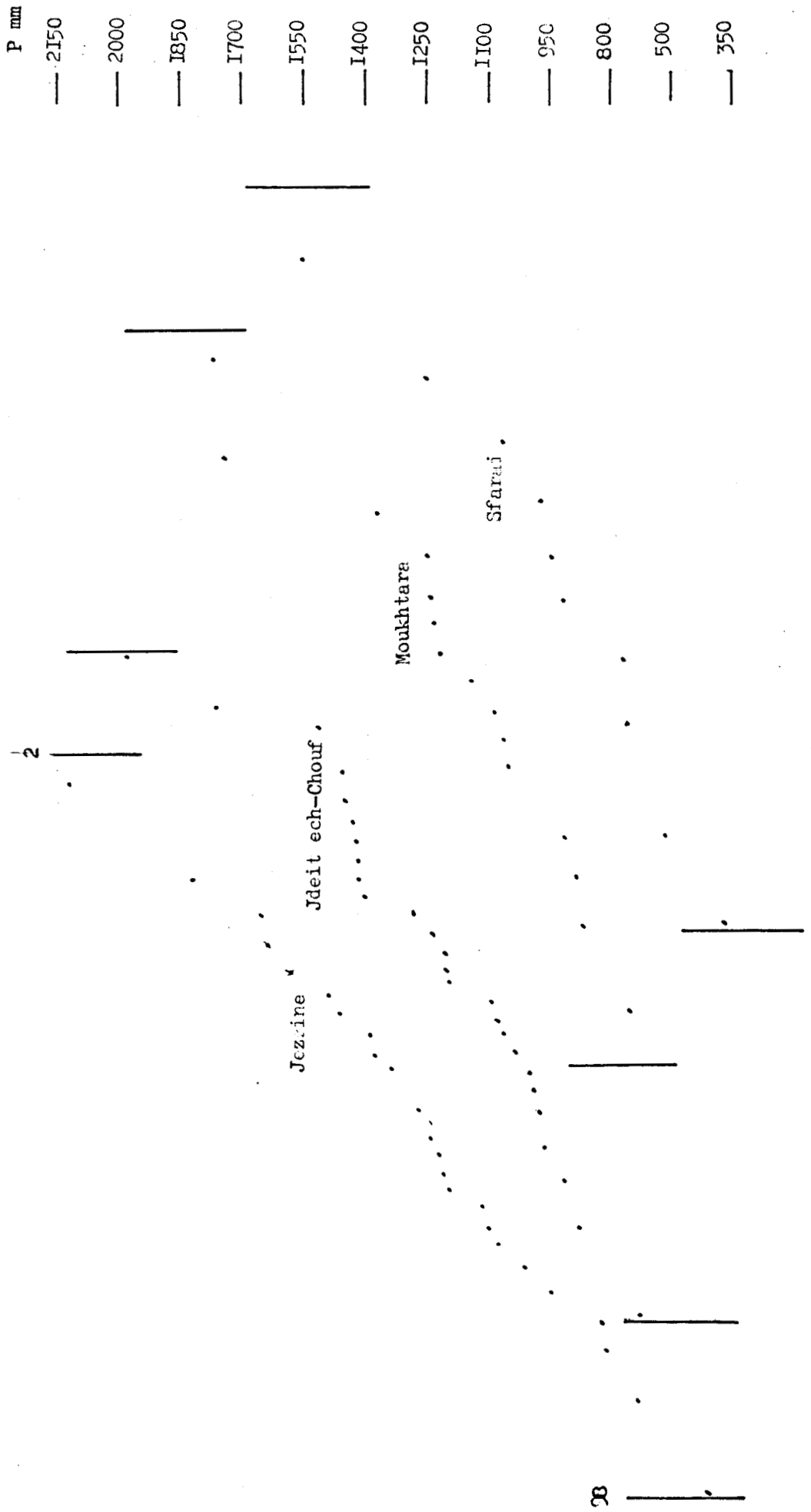


Tableau n° 17 - Variations extrêmes de la pluviosité des vingt stations des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban (1961/62 - 1969/70) .

Bassin versant	Station	+ % la moyenne		- % la moyenne		Max.
		de	1962-1970	de	1962-1970	Min.
Le Damour	Ain Zhalta	51.1	1968/69	38.1	1963/64	2.4
	Majdel-Maouch	51.2	62/63	20.5	63/64	2.1
	Kfar - Nabrakh	45.7	68/69	25.3	63/64	2.0
	Beit ed-Dine	45.6	68/69	32.9	61/62	2.2
	Jisr el-Qâdi	49.3	68/69	34.0	61/62	2.2
	Dmât	50.9	68/69	28.1	61/62	2.1
	Gharifé	51.2	68/69	24.1	65/66	2.0
L'Awali - Bisri	Jdeidet Chouf	45.5	68/69	26.8	61/62	2.0
	Moukhtara	41.0	68/69	18.5	67/68	1.7
	Beitdine-locqch	47.5	68/69	28.2	65/66	2.2
	Jezzine	51.9	68/69	24.0	61/62	2.0
	Fraidis	32.4	68/69	25.5	65/66	1.8
	Sfarai	54.9	68/69	30.3	61/62	2.2
Le Saïniq	Maghdouché	44.7	68/69	26.4	65/66	2.0
	Anqoun	49.2	68/69	23.1	64/65	2.2
	Jbaa - Halawi	64.2	68/69	23.8	67/68	2.0
Le Zahrani	Maamariyet el-Kharaefb	41.6	68/69	24.3	65/66	2.0
	Rihan	36.8	68/69	17.4	66/67	1.7
	Deir ez-Zahrani	43.2	68/69	35.7	65/66	2.0
	Arab - Salim	48.6	68/69	29.2	65/66	2.1

Tableau n° 18 - Taux de pluviosité sur les vingt stations des bassins versants du Damour , de l'Awali - Bisri , du Safniq et du Zahrani .

Bassin versant	Station	1961/62	1962/63	1963/64	1964/65	1965/66	1966/67	1967/68	1968/69	1969/70
Le Damour	Ain Zhalta	0.78	1.05	0.61	0.92	0.85	1.28	1.12	1.51	0.86
	Majdel-Maouch	0.93	1.52	0.80	0.84	0.73	1.25	0.90	1.20	0.85
	Kfar - Nabrakh	0.85	1.28	0.75	0.89	0.84	1.25	0.82	1.46	0.85
	Beit ed-Dine	0.67	1.00	0.96	0.89	0.85	1.49	0.81	1.46	0.90
	Jisr el-Qâdi	0.69	1.06	0.81	0.96	0.81	1.30	0.99	1.49	0.86
	Dmft	0.72	1.08	0.88	0.93	0.80	1.18	0.92	1.51	0.80
	Gharifé				0.85	0.76	1.14	0.84	1.51	0.90
L'Awali - Bisri	Jdeidet Chouf	0.73	1.10	0.92	0.87	0.78	1.32	0.91	1.46	0.94
	Moukhtara	0.83	1.07	0.97	0.96	0.83	1.22	0.82	1.41	0.89
	Beitdine-Loqch				0.81	0.72	1.16	0.81	1.57	0.92
	Jezzine	0.76	0.91	0.89	0.89	0.81	1.39	0.86	1.52	0.98
	Fraidis					0.75	1.27	0.90	1.32	0.76
	Sfarai	0.70	0.99	1.07	0.78	0.80	1.26	0.96	1.55	0.92
Le Safniq	Maghdouché				0.97	0.74	1.03	0.90	1.45	0.91
	Jbaa-Halawi				0.77	0.76	1.00	0.76	1.64	1.06
	Anqoun				0.77	0.78	1.19	0.86	1.49	0.92
Le Zahrani	Rihan					0.90	1.02	0.82	1.37	0.90
	Maamariyet					0.67	1.07	0.85	1.42	-
	el-Kharaeib									
	Deir ez-Zahrani				0.91	0.64	1.07	0.75	1.43	1.20
	Arab - Salim				1.00	0.71	1.06	0.82	1.49	0.89

Tableau n° 19 - Caractères pluviométriques des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani .

Cours d'eau	Station hydrométrique	S km ²	Pluie annuelle (mm)	Années d'observation	Pluie de nov. à mars (mm)	% dans la pluie annuelle	Indice de PEGUY (I)	Trimestre de concentration
Damour	Jisr el-Qâdi	185	1178	1942/43-1972/73	1020	87	1.8	djf
Es-Safa	Ouadi es-Sitt	40	1186	1965/66-1972/73	1024	86	"	"
Bou Zébli	Centrale de Rechmaya	52	1186	1965/66-1972/73	1024	86	"	"
El-Hammam	Avant la confluence du Damour	77	1139	1965/66-1972/73	1001	88	1.9	"
Bisri	Marj - Bisri	222	1308	1949/50-1972/73	1144	87	"	"
Awali	Saïda	296	1150	1949/50-1972/73	1017	88	"	"
Saïniq	Ouadi el-Leimoun	38	887	1963/64-1972/73	788	89	"	"
Saïniq	Embouchure	108	876	1963/64-1972/73	780	89	"	"
Zahrani	Ouadi el-Akhdar	47	1093	1945/46-1972/73	982	90	"	"
Zahrani	Deir ez-Zahrani	66	1098	1963/64-1972/73	991	90	"	"
Zahrani	Embouchure	106	1037	1965/66-1972/73	936	90	"	"

(I) L'indice de PEGUY est le rapport du total le plus élevé , en trois mois consécutifs , au tiers des précipitations tombant pendant les neuf autres mois de l'année ,(DACHARRY (M), 1974) .

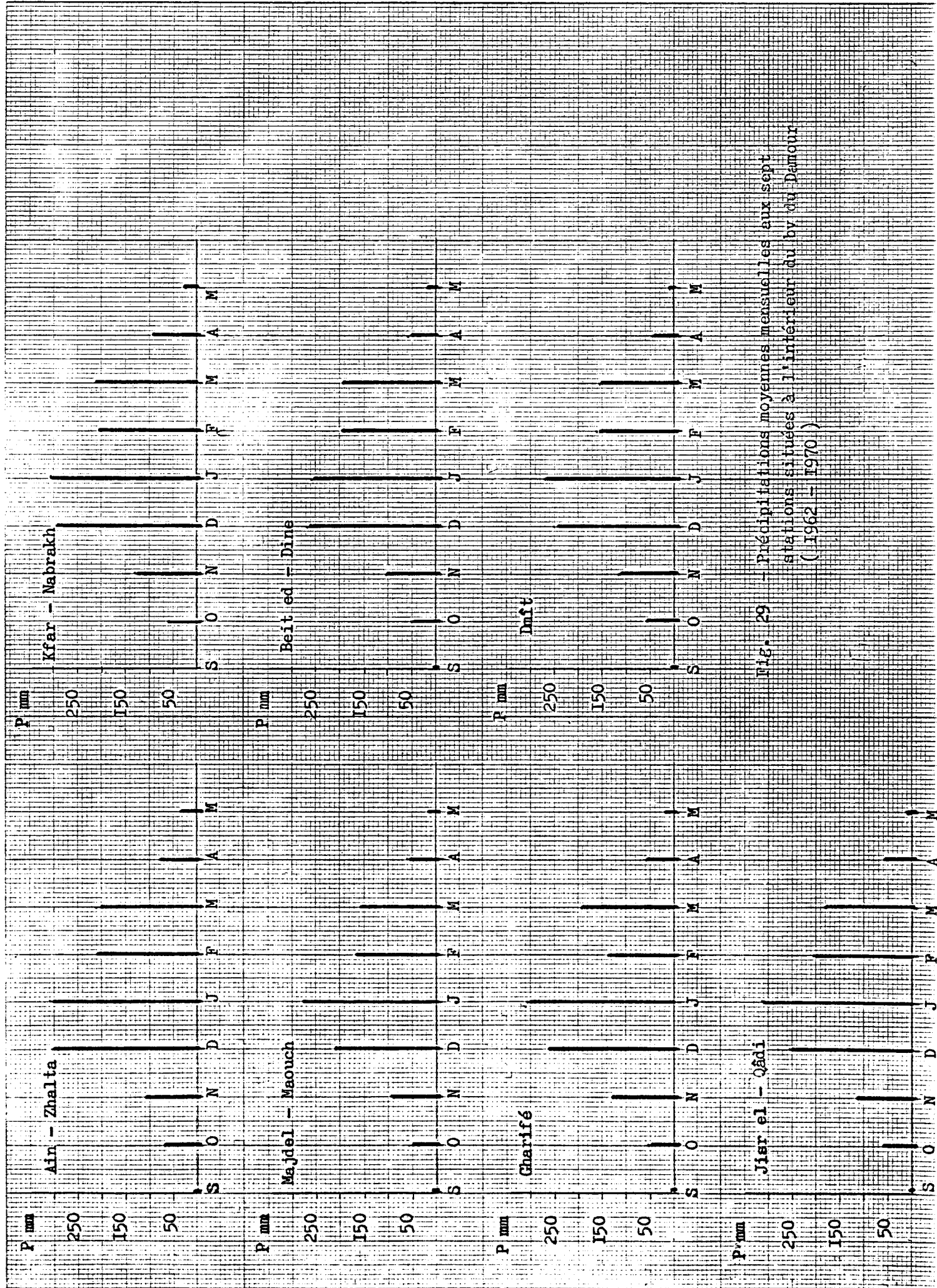


Fig. 29 - Précipitations moyennes mensuelles aux sept stations situées à l'intérieur du by du Demour (1962 - 1970)

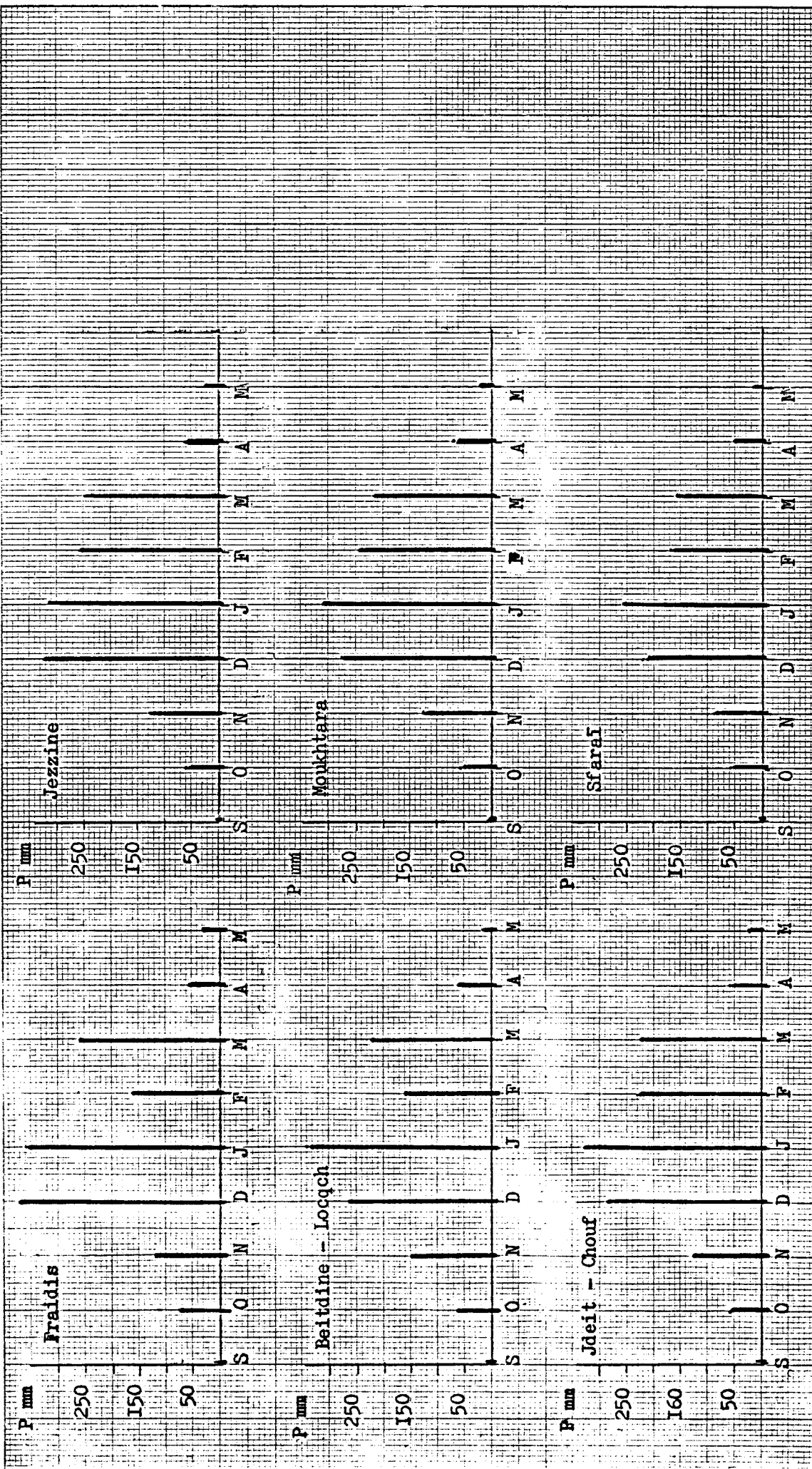


Fig. 30 - Précipitations moyennes mensuelles aux six stations situées à l'intérieur du by de l'Avani - Bisri (1962 - 1970)



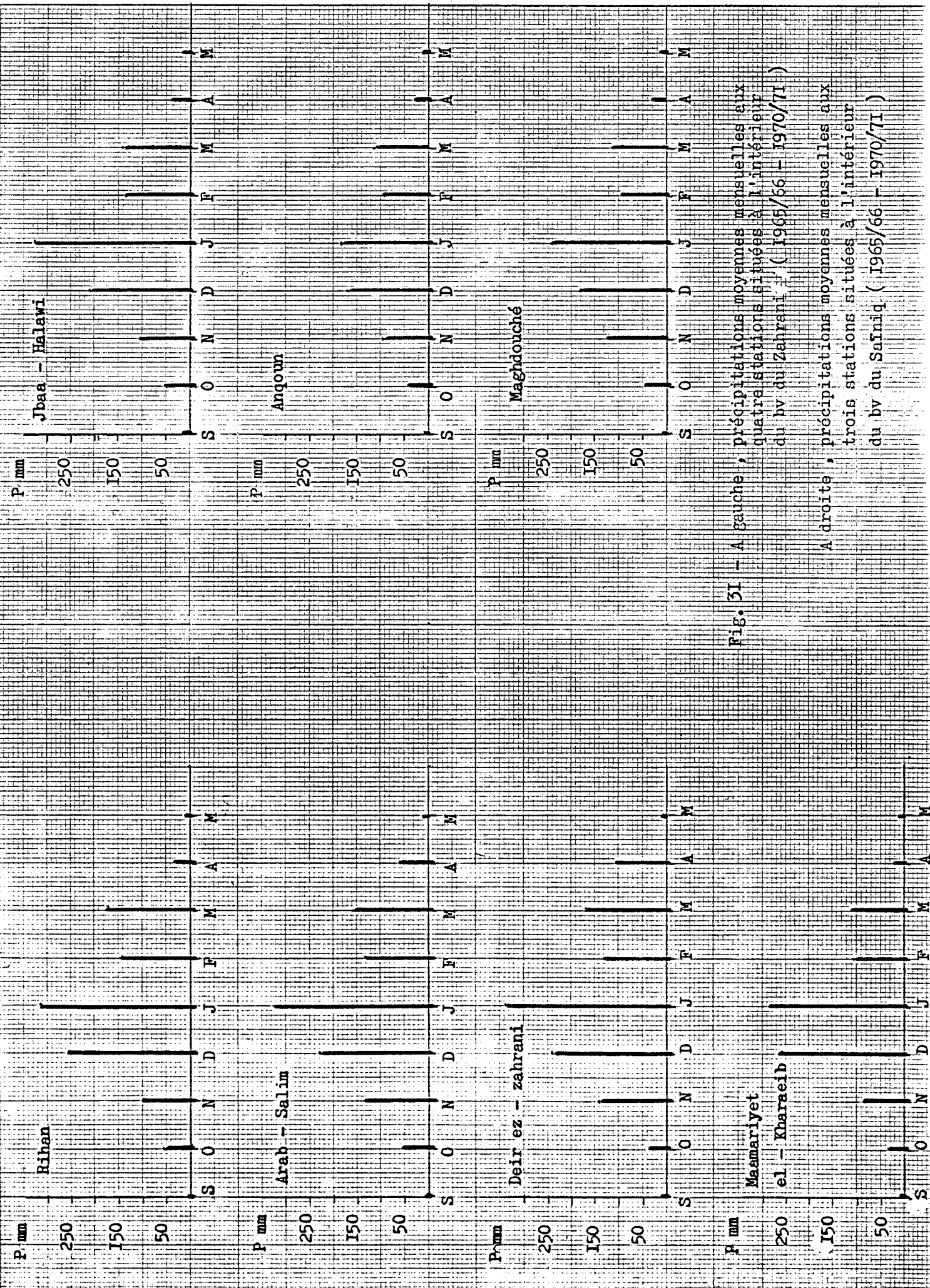


Fig. 31 - A gauche, précipitations moyennes mensuelles aux quatre stations situées à l'intérieur du bv du Zahrani (1965/66 - 1970/71)
 A droite, précipitations moyennes mensuelles aux trois stations situées à l'intérieur du bv du Safniq (1965/66 - 1970/71)

Tableau n° 20 - Moyennes des précipitations des mois les plus et les moins arrosés (1961/62-1969/70) en mm^(I).

Bassin versant	Station pluviométrique	Mois le moins arrosé :		Mois les plus arrosés :	
		mois	moyenne	mois	moyenne
Le Damour	Ain Zhalta	septembre	1.6	janvier	317
	Majdel-Maouch	"	2.5	"	274
	Kfar-Nabrakh	"	0.4	"	308
	Beit ed-Dine	"	0.6	décembre	271
	Jisr el-Qâdi	"	3.6	janvier	315
	Dmft	"	6.4	"	269
	Gharifé	"	1.7	"	319
	Jdeidet Chouf	"	0.6	"	328
	Moukhtara	"	1.6	"	303
	L'Awali - Bisri	Beitdine-Locqch	"	3.1	"
Jezzine		"	3.5	décembre	321
Fraidis		"	0.1	"	378
Sfarai		"	0.1	janvier	251
Maghdouché		"	0.6	"	244
Le Saïniq	Jbaa-Halawi	"	4.8	"	325
	Anqoun	"	2.0	"	185
	Rihan	"	2.1	"	314
Le Zahrani	Maamariyet el-Kharaefb"	"	6.8	"	287
	Deir ez-Zahrani	"	5.3	"	335
	Arab - Salim	"	4.0	"	326

(I) Les précipitations sont nulles pour les mois de juin , juillet et août .

Tableau n° 2I - Coefficients mensuels des pluies (I) aux stations des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri (1961/62-1969/70), et aux stations des bassins versants du Saïniq et du Zahrani (1965/66-1969/70) .

Bassin versant	Station pluvio.	sept.	oct.	nov.	déc.	jan.	fév.	mars	avril	mai
Le Damour	Ain Zhalta	0.01	0.45	0.80	1.99	2.08	1.41	1.49	0.53	0.23
	Majdel-Maouch	0.02	0.46	0.80	1.86	2.34	1.43	1.42	0.53	0.15
	Kfar - Nabrakh	0.01	0.44	0.92	2.07	2.15	1.43	1.41	0.45	0.18
	Beit ed-Dine	0.05	0.40	0.82	2.10	2.08	1.49	1.51	0.44	0.14
	Jisr el-Qâdi	0.03	0.42	0.86	1.95	2.30	1.52	1.36	0.44	0.12
	Dmft	0.05	0.49	0.98	2.10	2.24	1.37	1.33	0.40	0.09
	Gharifé	0.01	0.41	0.98	2.02	2.45	1.03	1.51	0.47	0.12
L'Awali - Bisri	Jdeidet Chouf	0.01	0.38	0.86	1.95	2.22	1.52	1.52	0.41	0.16
	Moukhtara	0.01	0.39	0.86	1.90	2.10	1.68	1.48	0.47	0.13
	Beitdine-Loqch	0.02	0.42	1.01	1.85	2.39	1.15	1.58	0.42	0.14
	Jezzine	0.03	0.40	0.81	2.06	2.04	1.61	1.52	0.40	0.16
	Fraidis	-	0.46	0.71	2.36	2.28	0.96	1.65	0.33	0.22
	Sfarai	-	0.50	0.79	1.97	2.24	1.49	1.38	0.43	0.15
Le Saïniq	Maghdouché	0.01	0.47	1.33	1.93	2.57	1.04	1.21	0.35	0.09
	Jbaa-Halawi	0.04	0.44	0.92	1.76	2.85	1.19	1.26	0.36	0.16
	Anqoun	0.02	0.47	1.19	2.04	2.23	1.13	1.40	0.39	0.13
Le Zahrani	Rihan	-	0.45	0.81	2.11	2.62	1.20	1.43	0.28	0.08
	Maamariyet el-Kharaefb	0.07	0.34	0.86	2.51	2.81	1.00	1.07	0.21	0.10
	Deir ez-Zahrani	0.04	0.27	1.13	1.97	2.72	1.05	1.36	0.41	0.07
	Arab - Salim	0.03	0.41	1.07	1.86	2.65	1.11	1.32	0.48	0.08

(I) Le coefficient mensuel des pluies = $\frac{\text{précipitation de chaque mois}}{\text{moyenne annuelle}}$

avec une moyenne annuelle = $\frac{\text{total annuel}}{9 \text{ mois}}$

PAPETERIES CANSON & MONTGOLIER S.A. FABRIQUÉ EN FRANCE

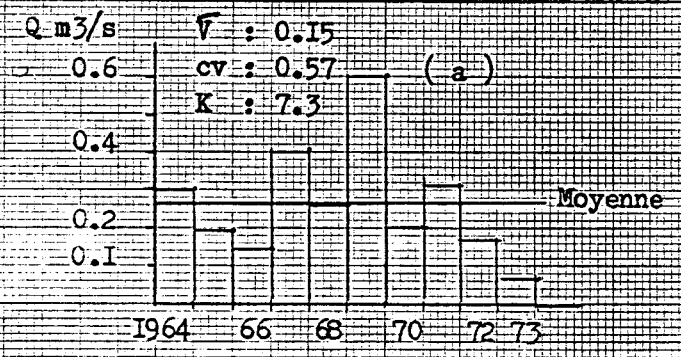


FIG. 32 - (a) Le Saïniq à Ouadi el - Leimoun
 (b) Le Saïniq à l'embouchure

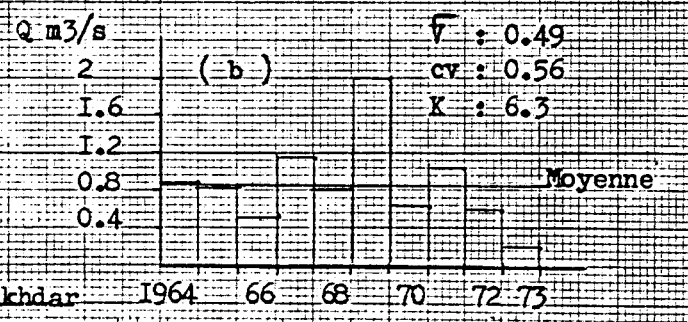
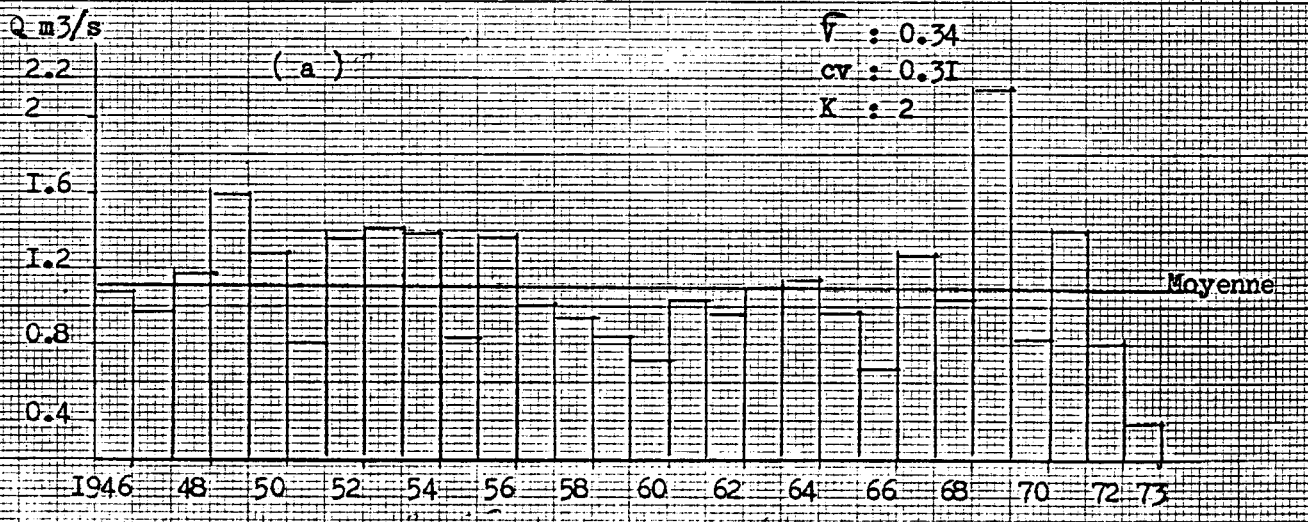
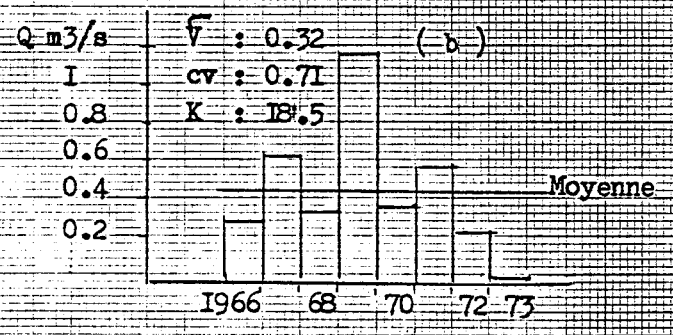
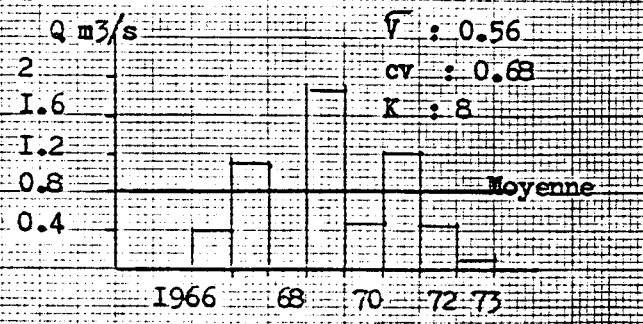


FIG. 33 - (a) Le Zahrani à Ouadi el - Akhdar
 (b) Le Zahrani à Deir ez - Zahrani
 (c) Le Zahrani à l'embouchure



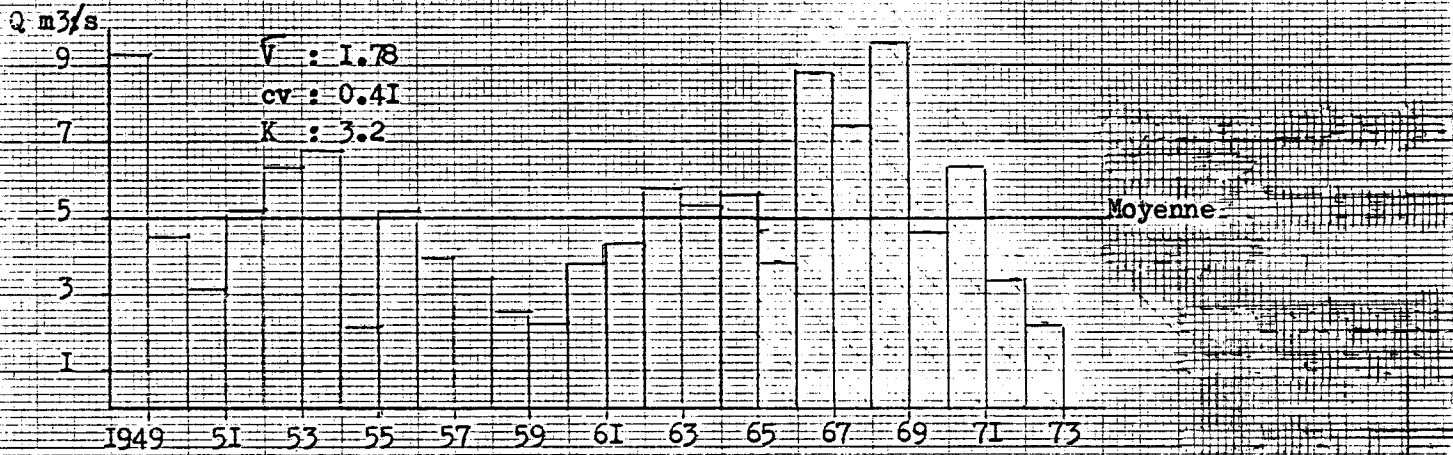


FIG. 34 - Le Damour à Jisr-el-qâdi

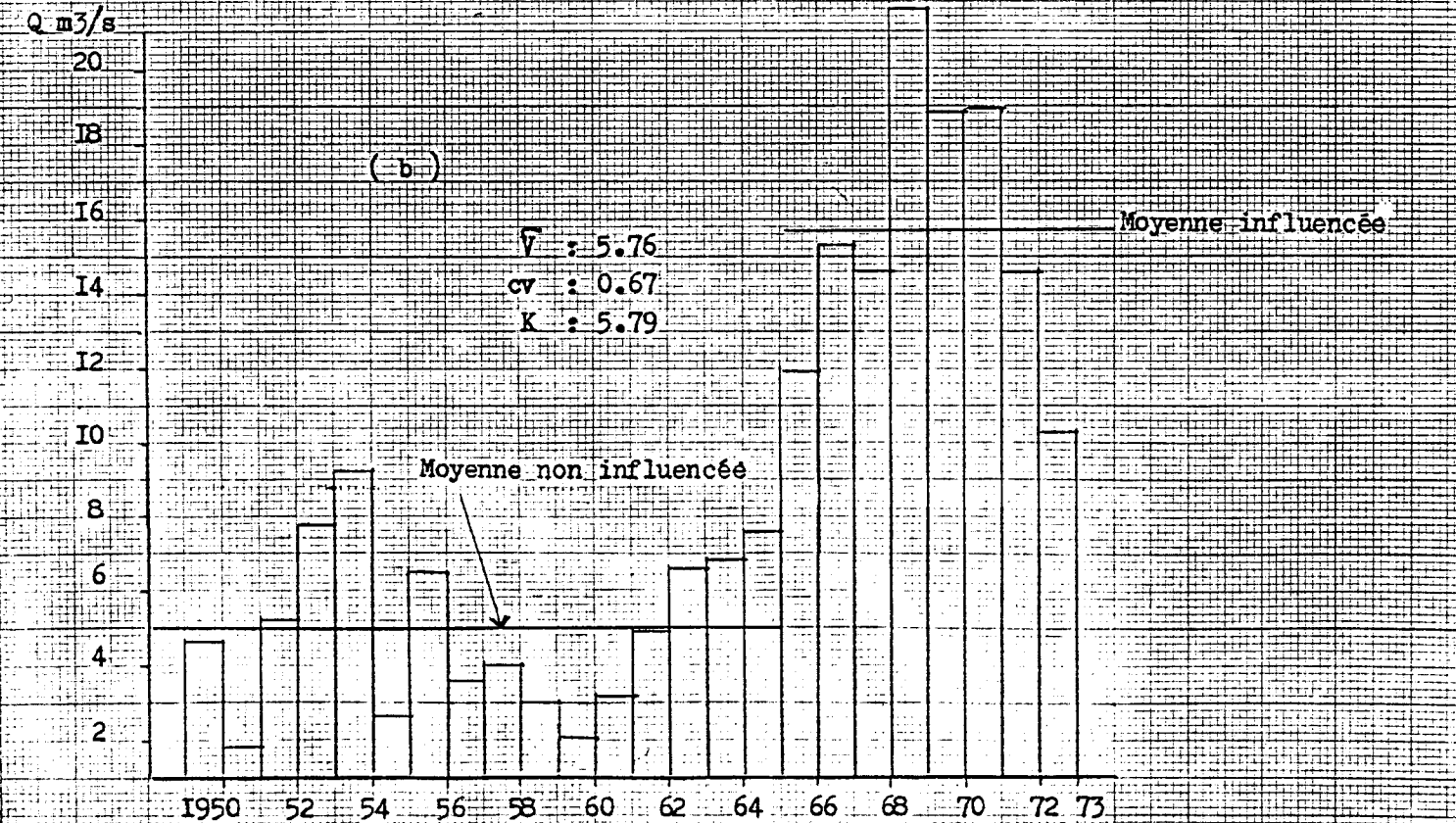
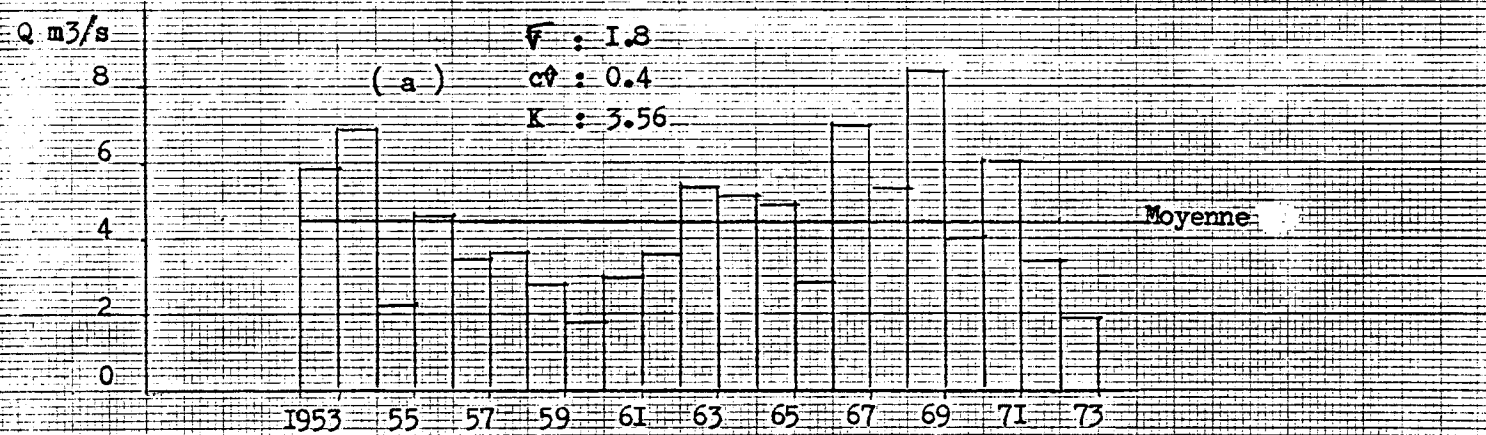


FIG. 35 - (a) Le Bisri à Marj - Bisri ..

(b) L'Awali à Saïda

NB: La moyenne à Saïda est calculée sur deux étapes: 1949/50-64/65
1965/66-72/73

Tableau n° 24 - Débits moyens annuels aux stations de jaugeage des bassins du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani .

Bassin versant	S km ²	H m	Années	Nbre	Module		
					m ³ /s	L/s/km ²	mm
Le bassin du Damour							
Le Safa à Ouadi es-Sitt ⁻	40	518	1966-1973	8	0.89	22.25	698
Le Bou Zébli à la centrale de Rechmaya [*]	52	447	1966-1973	8	2.65	50.96	1606
Le Damour à Jisr el-Qâdi (I)	185	250	1950-1973	24	4.76	25.76	812
L'Hamman avant la confluence du Damour	77	45	1966-1973	8	1.32	17.11	540
Le Damour en aval (2)	288	0			0.51	2.60	80
Le bassin de l'Awali - Bisri							
Le Bisri à Marj = Bisri ⁻	220	386	1953-1973	21	4.48	20.36	642
L'Awali à Saïda [*]	296	4	1950-1973	24	8.59	29.66	935
L'Awali à Saïda avant d'être suralimenté	296	4	1950-1965	16	5.01	16.90	534
Le bassin du Saïniq							
Le Saïniq à Ouadi el-Leimoun [*]	38	205	1964-1973	10	0.27	7.11	224
Le Saïniq à l'embouchure ⁻	108	2	1966-1973	8	0.45	4.17	133
Le bassin du Zahrani							
Le Zahrani à Ouadi el-Akhdar ⁻	47	445	1964-1973	10	1.07	22.80	716
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani	66	302	1964-1973	10	0.88	13.18	416
Le Zahrani à l'embouchure ⁻	106	3	1966-1973	8	0.82	7.74	244

(1) Cette station ne prend pas en considération l'apport du dernier affluent, el-Hamman , parce qu'elle se situe à 10.4 km avant que el-Hamman ne vienne se déverser dans le Damour .

(2) Le débit ici est estimé faute d'une station à l'embouchure, d'après PNUD , FAO et ONL , 1973 .

* Débit influencé par l'apport d'eau de l'extérieur .

- Débit influencé par le détournement d'eau vers l'extérieur .

Tableau n° 25 - Taux d'hydraulicité sur les quatre bassins versants .

Année	Le Damour				L'Awali-Bisri		Le Saïniq		Le Zahrani		
	O.es-Sitt	C.Rechmaya	Jisr el-Qâdi	el-Hannam	Marj-Bisri	Saïda	O. el-Leimoun	Embouchure	O. el-Akhdar	Deir ez-Zahra	Embouchure
1945/46											0.97
46/47											0.90
47/48											1.07
48/49			1.80								1.45
49/50			0.90								1.17
50/51			0.64								0.72
51/52			1.05								1.25
52/53			1.26		1.32	1.56					1.29
53/54			1.34		1.55	1.85					1.27
54/55			0.45		0.52	0.53					0.75
55/56			1.04		1.04	1.31					1.25
56/57			0.82		0.79	0.73					0.93
57/58			0.70		0.82	0.80					0.85
58/59			0.91		0.65	0.61					0.77
59/60			0.46		0.40	0.40					0.64
60/61			0.77		0.68	0.64					0.96
61/62			0.84		0.80	0.99					0.88
62/63			1.17		1.23	1.31					1.01
63/64			1.03		1.19	1.37	1.11				1.05
64/65			1.14		1.10	1.52	0.70			0.99	0.90
65/66	0.53	0.88	0.74	0.74	0.66	0.76	0.56	0.62	0.61	0.57	0.48
66/67	1.21	1.43	1.75	1.54	1.59	0.97	1.52	1.40	1.16	1.32	1.32
67/68	1.19	1.10	1.48	1.03	1.21	0.93	0.96	0.73	0.95	0.94	0.98
68/69	1.84	1.48	1.88	1.69	1.89	1.97	2.22	2.60	1.96	2.26	2.30
69/70	0.71	0.82	0.89	0.70	0.92	1.20	0.78	0.84	0.77	0.70	0.65
70/71	1.15	1.12	1.25	1.10	1.37	1.19	1.19	1.29	1.26	1.19	1.49
71/72	0.80	0.68	0.65	0.80	0.79	0.93	0.63	0.51	0.75	0.69	0.60
72/73	0.54	0.49	0.43	0.38	0.44	0.65	0.22	0.07	0.35	0.20	0.18

(I) L'hydraulicité à Saïda est calculée sur deux étapes et d'après deux modules:
de 1949/50-1964/65 (5.01 m³/s) .
de 1965/66-1972/73 (15.78 m³/s) .

Fig. 36 - Distribution normale des modules des débits du Damour à Jisr el-Qâdi , du Bisri à Marj-Bisri et du Zahrani à Ouadi el-Akhdar (1949/50 - 1972/73) $F(x) = \frac{x - I/2}{N}$

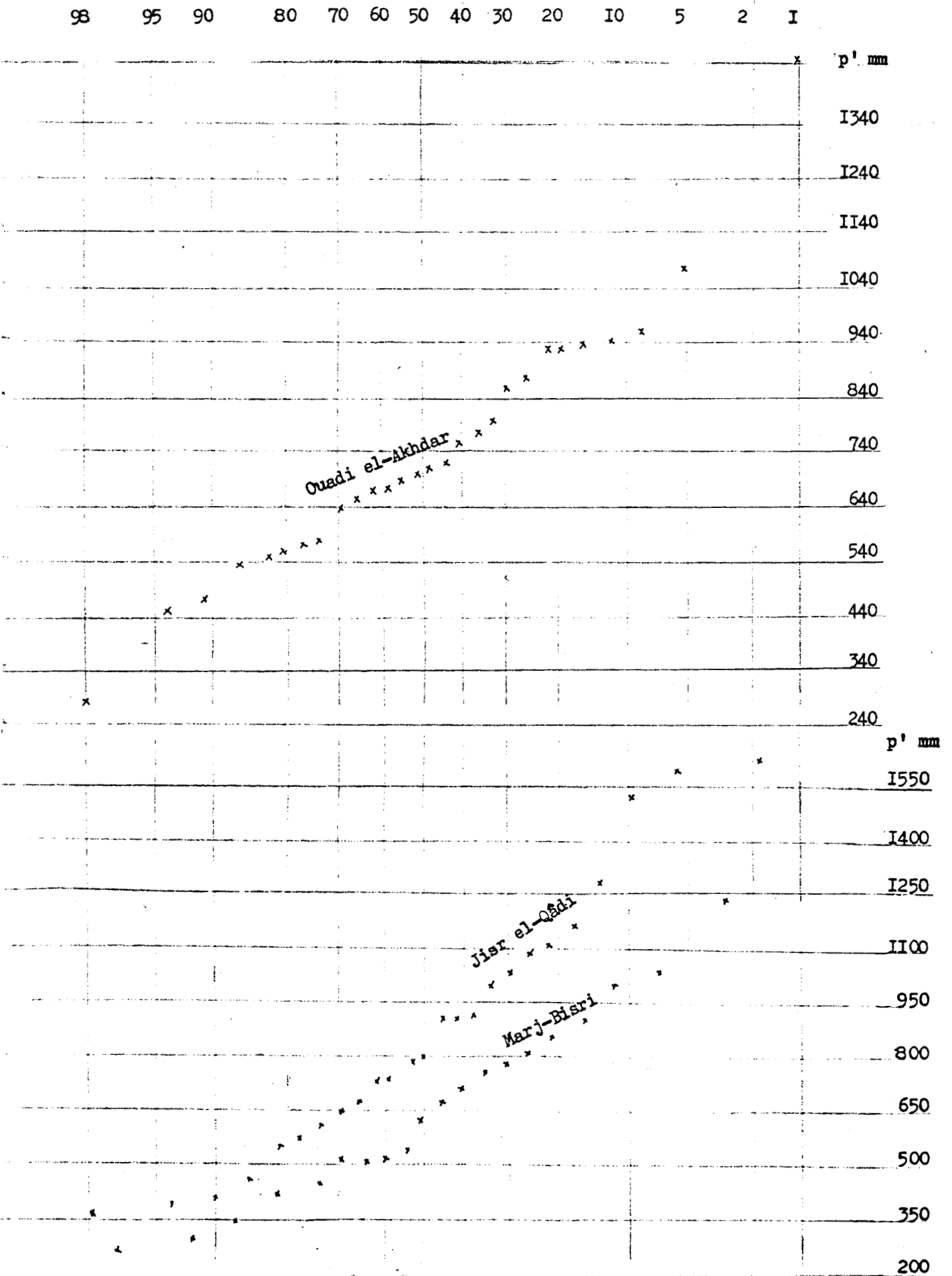


Tableau n° 26 - Rapport des moyennes mensuelles extrêmes particulières sur onze stations témoins (I).

Bassin versant	S	S	q	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jl	A
Le Damour à Jisr el-Qâdi	18	185	27.5	7.6	5.6	27.8	11.9	9.9	8.4	9.7	11.5	5.6	12.4	5.0	4.7
Le Safa à Ouadi es-Sitt	8	40	22.3	2.0	2.2	2.1	31.4	10.0	3.1	4.2	12.8	4.0	2.2	2.3	2.2
Le Bou Zébli à Rechmaya	8	52	50.9	2.6	2.2	2.6	14.0	7.3	4.0	4.9	3.8	3.2	3.5	3.0	3.6
L'Hammam avant la confluence	8	77	17.1	2.9	2.6	2.4	26.8	15.3	6.2	6.8	6.6	3.3	4.1	4.0	3.8
Le Bisri à Marj-Bisri	21	222	20.4	2.8	2.7	14.6	36.6	13.9	7.5	7.7	12.4	4.2	3.5	4.0	4.6
L'Awali à Saïda	21	296	29.7	-	-	-	113.0	20.5	10.3	16.9	17.2	25.2	-	-	-
Le Safniq à O. el-Leimoun	10	38	7.1	-	-	-	85.7	30.2	13.5	9.7	31.9	7.8	8.4	-	-
" à l'embouchure	8	108	4.2	sec	-	-	-	71.9	51.3	143.9	-	-	-	-	sec
Le Zahrani à O. el-Akhdar	10	47	23.3	15.0	29.0	56.0	211.0	14.0	4.0	4.0	12.0	8.0	14.0	31.0	22.0
" à Deïr ez-Zahrani	10	66	13.2	sec	-	-	-	65.0	11.0	7.0	32.0	-	-	sec	sec
" à l'embouchure	8	106	7.7	sec	-	-	-	83.0	8.0	11.0	-	-	-	sec	sec

(I) - Pas de rapport pour les mois qui ont une moyenne mensuelle minimum égale à zéro .

- Les mois qui se trouvent à sec chaque année sont signalés .

Tableau n° 27 - Rapport des moyennes mensuelles extrêmes du Damour et ses affluents, de l'Awali-Bisri, du Zahrani et du Safniq (I) .

Bassin versant	1952/53-1972/73	1963/64-1972/73	1965/66-1972/73
Le Safa à Ouadi es-Sitt			94 %
Le Bou Zébli à la centrale de Rechmaya			92 %
L'Hammam avant la confluence			97 %
Le Damour à Jisr el-Qâdi	93 %		
Le Bisri à Marj - Bisri	96 %		
L'Awali à Saïda	78 %		57 %
Le Safniq à Ouadi el-Leimoun		98 %	
Le Safniq à l'embouchure			100 %
Le Zahrani à Ouadi el-Akhdar		97 %	
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani		100 %	
Le Zahrani à l'embouchure			100 %

(I) Rapport du maximum par rapport au minimum = $\frac{(\max - \min)}{\max} \times 100$

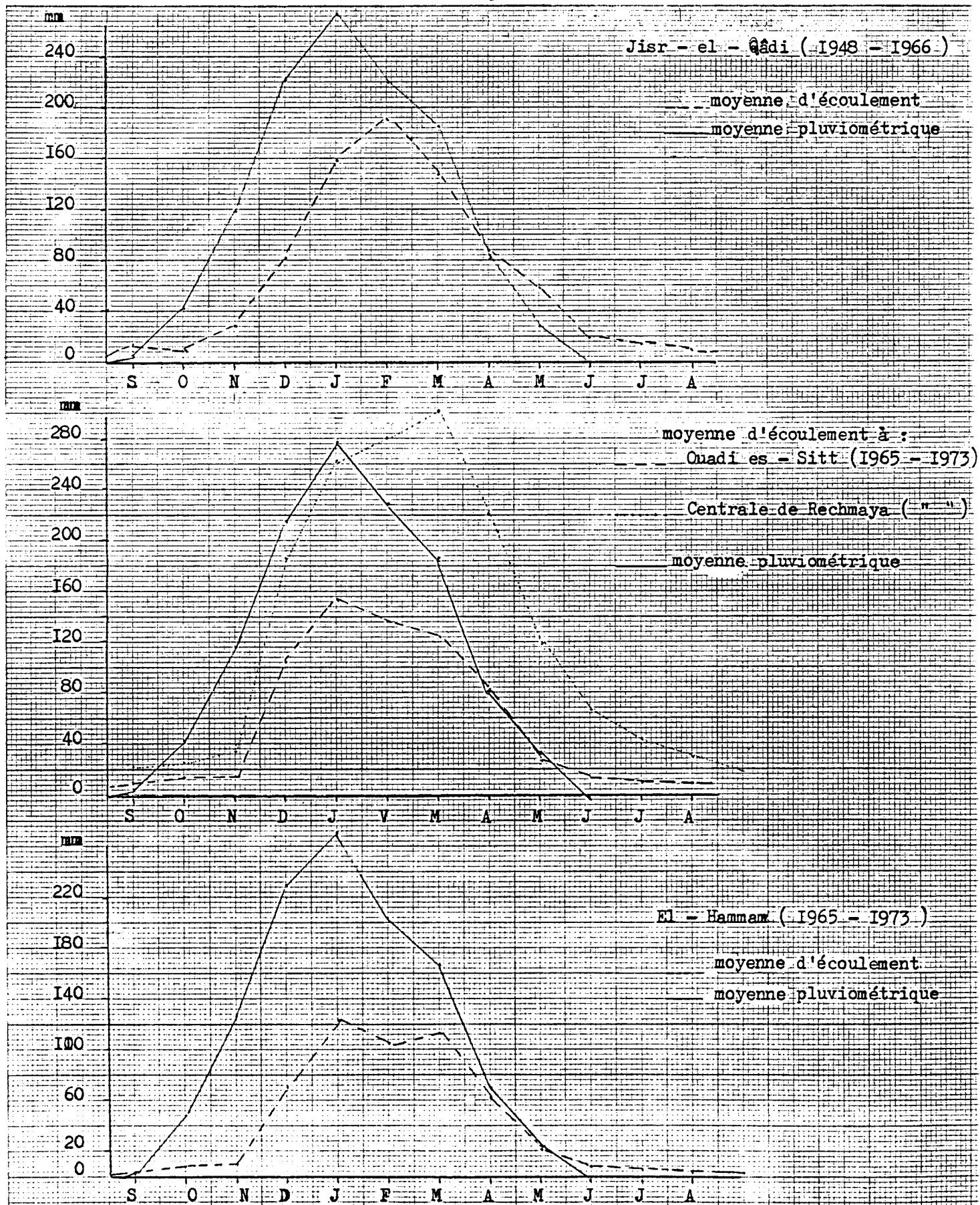
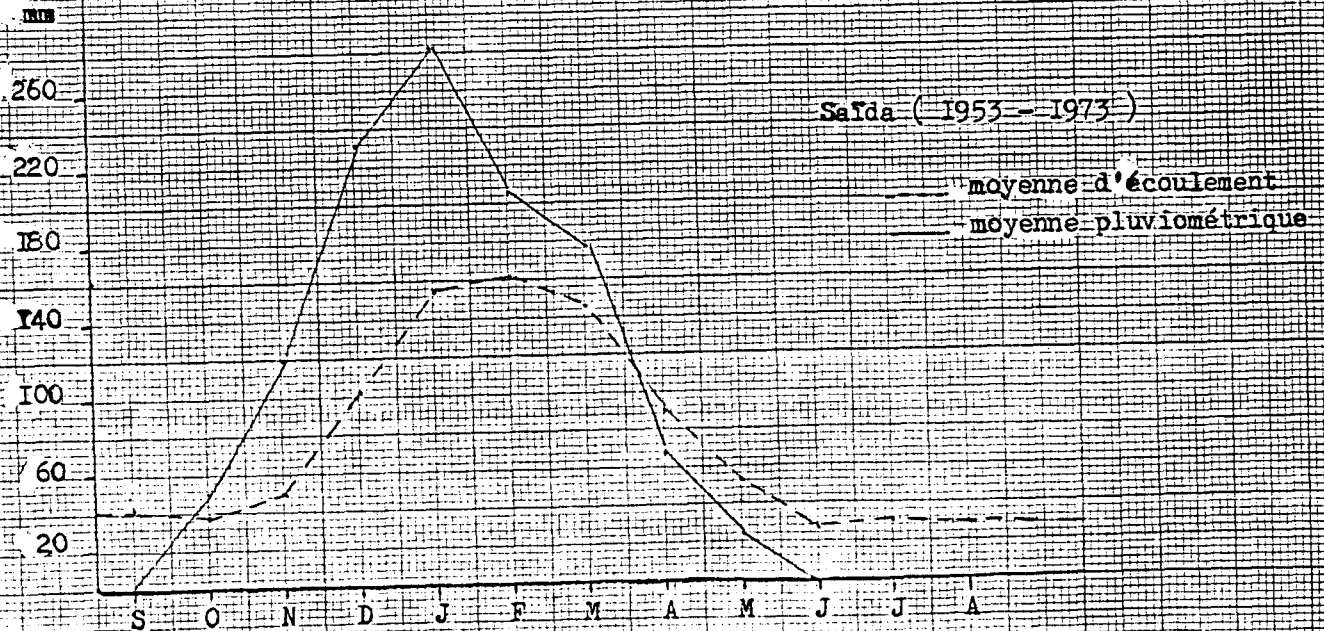
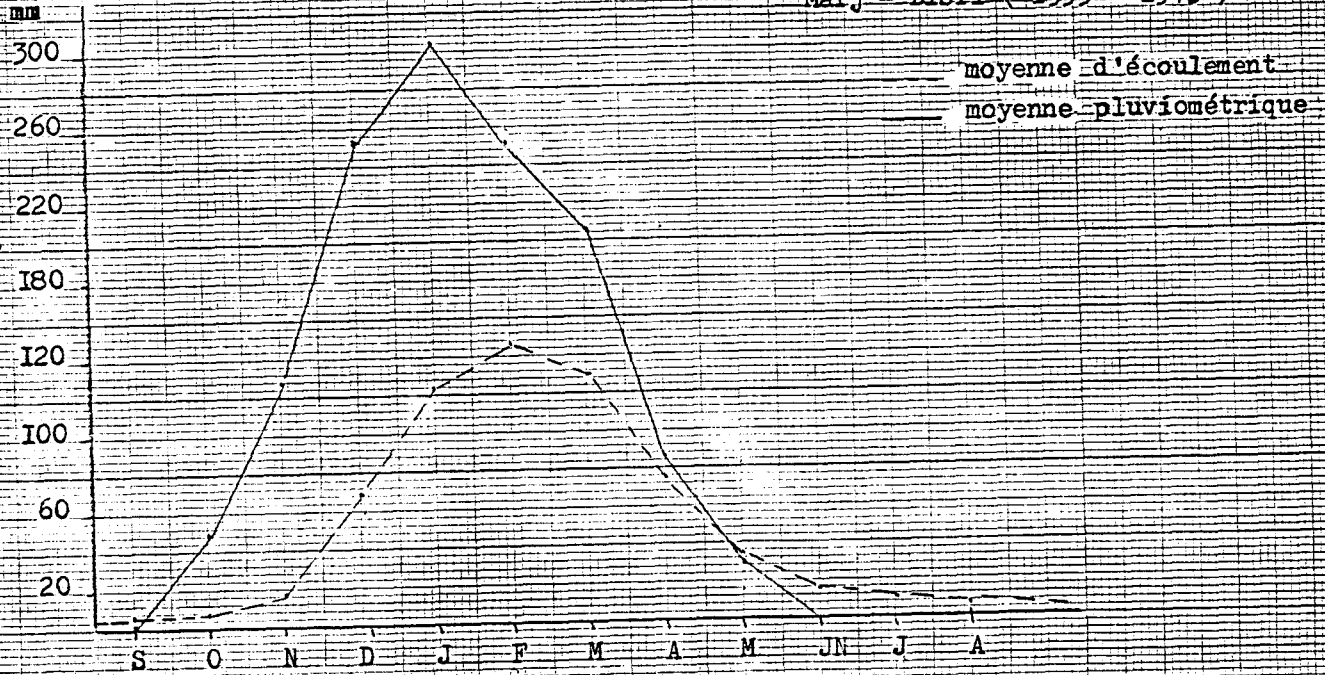


Fig. 37 - Courbes moyennes des pluies et des débits sur les onze stations témoins



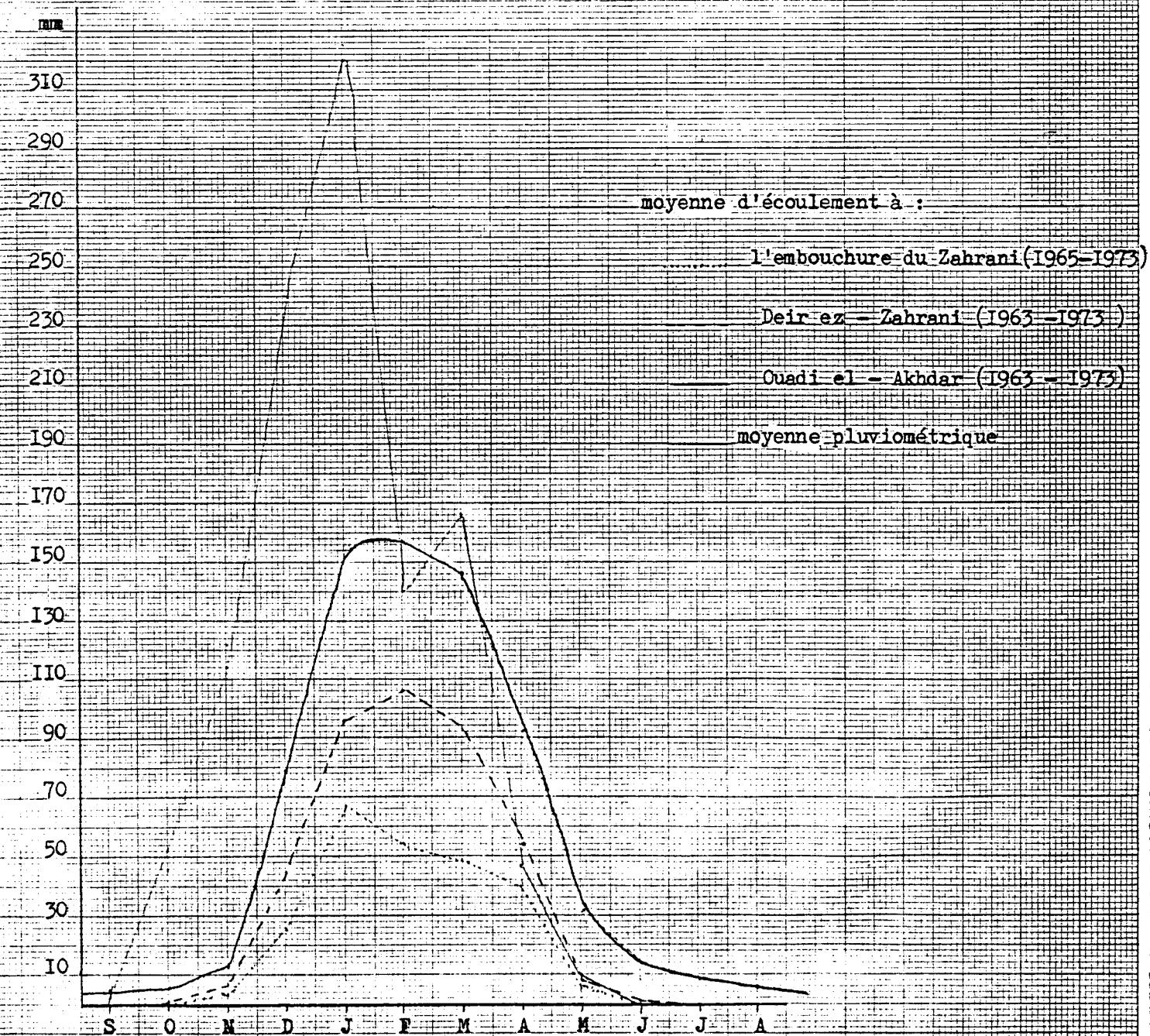
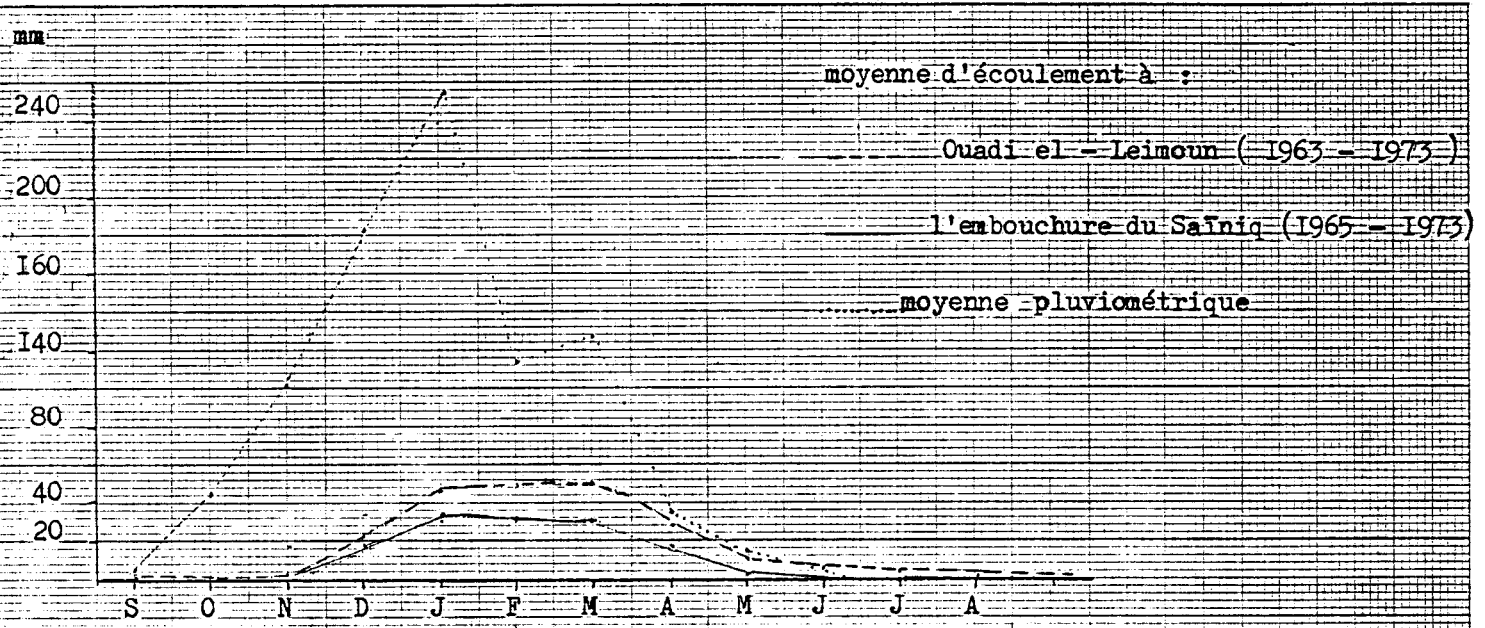


Tableau n° 28 - Coefficient mensuel de débit et coefficient d'écoulement apparent sur le Damour et ses affluents , sur l'Awali - Bisri , sur le SaIniq et sur le Zahrani .

Bassin versant	sept.		oct.		nov.		déc.		jan.		fév.		mars		avril		mai		juin	juil.	août
	cmd	cr	cmd	cr	cmd	cr	cmd	cr	cmd	cr	cmd	cr	cmd	cr	cmd	cr	cmd	cr	cmd	cmd	cmd
Le Damour à Jisr el-Qâdi	0.13	3.2	0.16	0.25	0.43	0.25	1.19	0.37	2.3	0.58	3.1	0.87	2.32	0.79	1.36	1.10	0.57	1.40	0.28	0.18	0.13
Le Safa à O. es-Sitt	0.18	2.6	0.21	0.30	0.25	0.12	1.75	0.48	2.5	0.56	2.5	0.61	2.09	0.67	1.40	0.98	0.45	0.87	0.22	0.18	0.16
Le Bou Zébli à Rechmaya	0.17	5.7	0.17	0.60	0.26	0.30	1.37	0.86	1.9	0.94	2.3	1.26	2.26	1.60	1.68	2.66	0.87	3.84	0.50	0.32	0.25
L'Hamnam avant la confluence	0.08	1.2	0.15	0.15	0.22	0.08	1.55	0.31	2.7	0.46	2.5	0.52	2.48	0.68	1.41	0.91	0.47	1.03	0.19	0.11	0.08
Le Bisri à Marj-Bisri	0.12	3.0	0.14	0.15	0.31	0.13	1.28	0.27	2.8	0.40	3.0	0.58	2.37	0.62	1.44	0.97	0.60	1.10	0.30	0.18	0.35
L'Awali à Saïda	0.51	2.1	0.47	0.81	0.54	0.42	1.26	0.44	1.8	0.55	2.1	0.79	1.73	0.82	1.12	1.38	0.62	2.19	0.58	0.60	0.58
Le SaIniq à O. el-Leimoun	0.04	0.2	0.04	0.02	0.15	0.03	1.11	0.12	2.5	0.19	2.9	0.43	2.67	0.39	1.56	0.80	0.56	0.71	0.22	0.11	0.07
" à l'embouchure	sec	sec	0.02	0.01	0.69	0.01	1.62	0.09	3.0	0.13	2.8	0.26	2.71	0.24	1.64	0.51	0.22	0.19	0.01	0.01	sec
Le Zahrani à O. el-Akhdar	0.11	2.7	0.15	0.11	0.28	0.12	1.23	0.33	2.5	0.49	3.1	1.13	2.36	0.88	1.44	1.97	0.49	3.13	0.27	0.18	0.48
" à Deir ez-Zahrani	sec	sec	0.01	0.01	0.20	0.06	1.29	0.19	2.7	0.30	3.3	0.78	2.63	0.56	1.59	1.13	0.26	1.03	0.02	sec	sec
" à l'embouchure	sec	sec	0.02	0.01	0.01	0.03	1.27	0.12	3.3	0.22	2.8	0.43	2.37	0.32	2.00	0.91	0.26	0.59	0.01	sec	sec

cmd : coefficient mensuel de débit

cr = $\frac{P'}{P}$: coefficient d'écoulement apparent

Tableau n° 29 - Coefficient mensuel de débit le plus fort à chaque station .
(Dans l'ordre décroissant du coefficient mensuel de débit)

Station	Altitude m	Nbre d'années	Coefficient mensuel de débit max .	Mois
Embouchure du Zahrani	3	8	3.27	janvier
Deir ez-Zahrani	302	10	3.26	février
Jisr el-Qâdi	250	18	3.10	février
Ouadi el-Akhdar	445	10	3.08	février
Embouchure du Saïniq	2	8	3.00	janvier
Marj - Bisri	386	21	2.95	février
Ouadi el-Leimoun	205	10	2.85	février
El-Hammam	45	8	2.70	janvier
Ouadi es-Sitt	518	8	2.50	janvier
Centrale de Rechmaya	447	8	2.24	mars
Saïda		21	2.10	février

Tableau n° 30 - Coefficient mensuel de débit le plus faible à chaque station.
(Dans l'ordre croissant du coefficient mensuel de débit)

Station	Altitude m	Nbre d'années	Coefficient mensuel de débit min.	Mois
Deir ez-Zahrani	302	10	0.002	octobre
Embouchure du Saïniq	2	8	0.002	juillet
Embouchure du Zahrani	3	8	0.004	juin
Ouadi el-Leimoun	205	10	0.040	septembre et octobre
El - Hammam	45	8	0.080	août et septembre
Ouadi el-Akhdar	445	10	0.110	septembre
Marj - Bisri	386	21	0.120	septembre
Jisr el-Qâdi	250	18	0.130	août et septembre
Ouadi es-Sitt	518	8	0.160	août
Centrale de Rechmaya	447	8	0.170	septembre et octobre
Saïda	4	21	0.470	octobre

Tableau n° 31 - Extrêmes du régime des cours d'eau témoins .

Cours d'eau	Maximum principal		Minimum principal		Max. Min
	Mois	Q m ³ /s	Mois	Q m ³ /s	
Le Damour à Jisr el-Qâdi (18 ans)	février	14.36	août	0.63	22.8
Le Safa à Ouadi es-Sitt (8 ans)	janvier	2.31	août	0.14	16.5
Le Bou Zébli à la centrale de Reçhmaya(8 ans)	mars	5.93	septembre	0.46	12.9
L'Hammam avant la confluence (8 ans)	janvier	3.57	août et septembre	0.11	32.5
Le Bisri à Marj - Bisri (21 ans)	février	13.06	septembre	0.51	25.7
L'Awali à Safda (21 ans)	février	19.41	octobre	4.36	4.5
Le Safniq à Ouadi el-Leimoun (10 ans)	février	0.77	septembre	0.01	70.3
Le Safniq à l'embouchure (8 ans)	janvier	1.35	août et septembre	0.00	-
Le Zahrani à Ouadi el-Akhdar (10 ans)	février	3.01	août	0.09	32.4
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani (10 ans)	février	2.84	août et septembre	0.00	-
Le Zahrani à l'embouchure (8 ans)	janvier	2.67	juillet, août et septembre	0.00	-

Tableau n° 32 - Moyenne mensuelle et coefficient mensuel de débit du Damour(1948/49-1965/66) et ses affluents (1965/66-1972/73), de l'Awali-Bisri(1952/53-1972/73), du Safniq et du Zahrani(1963/64-1972/73).

Mois	Le Safa à : Ouadi es-Sitt		Le Bou Zé- bli à : Rechmaya		L'Hammam : avant la confluence		Le Damour à : Jisr el-Qâdi		L'Awali-Bisri à : Marj- Bisri				Le Safniq à : Ouadi el-Leimoun chure				Le Zahrani à : Ouadi el-Akhdar Deir ez-Zahrani				l'embou- chure			
	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q	cmd	Q
septembre	0.18	0.16	<u>0.17</u>	0.46	<u>0.08</u>	0.11	<u>0.13</u>	0.90	<u>0.12</u>	0.51	0.51	2.77	<u>0.04</u>	0.01	sec	0	<u>0.11</u>	0.10	sec	0	sec	0		
octobre	0.21	0.19	<u>0.17</u>	0.50	0.15	0.20	0.16	0.77	0.14	0.61	<u>0.47</u>	4.36	<u>0.04</u>	0.01	0.02	0.01	0.15	0.10	0.01	0.01	0.02	0.02		
novembre	0.25	0.22	0.26	0.70	0.22	0.29	0.43	2.11	0.31	1.39	0.54	5.70	0.15	0.04	0.69	0.03	0.28	0.24	0.20	0.17	0.01	0.01		
décembre	1.75	1.56	1.37	3.62	1.55	2.04	1.19	5.65	1.28	5.67	1.24	11.44	1.11	0.30	1.62	0.73	1.23	1.39	1.29	1.12	1.27	1.04		
janvier	<u>2.50</u>	2.31	1.92	5.10	<u>2.70</u>	3.57	2.30	10.90	2.77	10.09	1.84	17.02	2.52	0.68	<u>3.00</u>	1.35	2.43	2.74	2.72	2.37	<u>3.27</u>	2.76		
février	2.48	2.21	2.23	5.92	2.52	3.33	<u>3.10</u>	14.36	<u>2.95</u>	13.06	<u>2.10</u>	19.41	<u>2.85</u>	0.77	2.82	1.27	<u>3.08</u>	3.01	<u>3.26</u>	2.84	2.84	2.33		
mars	2.09	1.86	<u>2.24</u>	5.93	2.48	3.27	2.32	10.08	2.37	10.52	1.73	16.05	2.67	0.72	2.71	1.22	2.36	2.58	2.63	2.29	2.37	1.94		
avril	1.40	1.25	1.68	4.44	1.41	1.86	1.36	6.23	1.44	6.39	1.12	10.37	1.56	0.42	1.64	0.80	1.44	1.68	1.59	1.38	2.00	1.64		
mai	0.45	0.40	0.87	2.31	0.47	0.62	0.57	2.66	0.60	2.78	0.62	5.75	0.56	0.15	0.22	0.10	0.49	0.30	0.26	0.23	0.26	0.21		
juin	0.22	0.20	0.50	1.32	0.19	0.25	0.28	1.35	0.30	1.34	0.58	5.38	0.22	0.06	0.01	0.01	0.27	0.25	0.02	0.02	0.01	0.01		
juillet	0.18	0.16	0.32	0.86	0.11	0.15	0.18	0.86	0.18	0.82	0.60	5.53	0.11	0.03	0.01	0	0.18	0.15	sec	0	sec	0		
août	<u>0.16</u>	0.14	0.25	0.66	<u>0.08</u>	0.11	<u>0.13</u>	0.63	0.35	0.57	0.58	5.37	0.07	0.02	sec	0	0.48	0.09	sec	0	sec	0		

Q = moyenne mensuelle de débit en m³/s

cmd = coefficient mensuel de débit

50

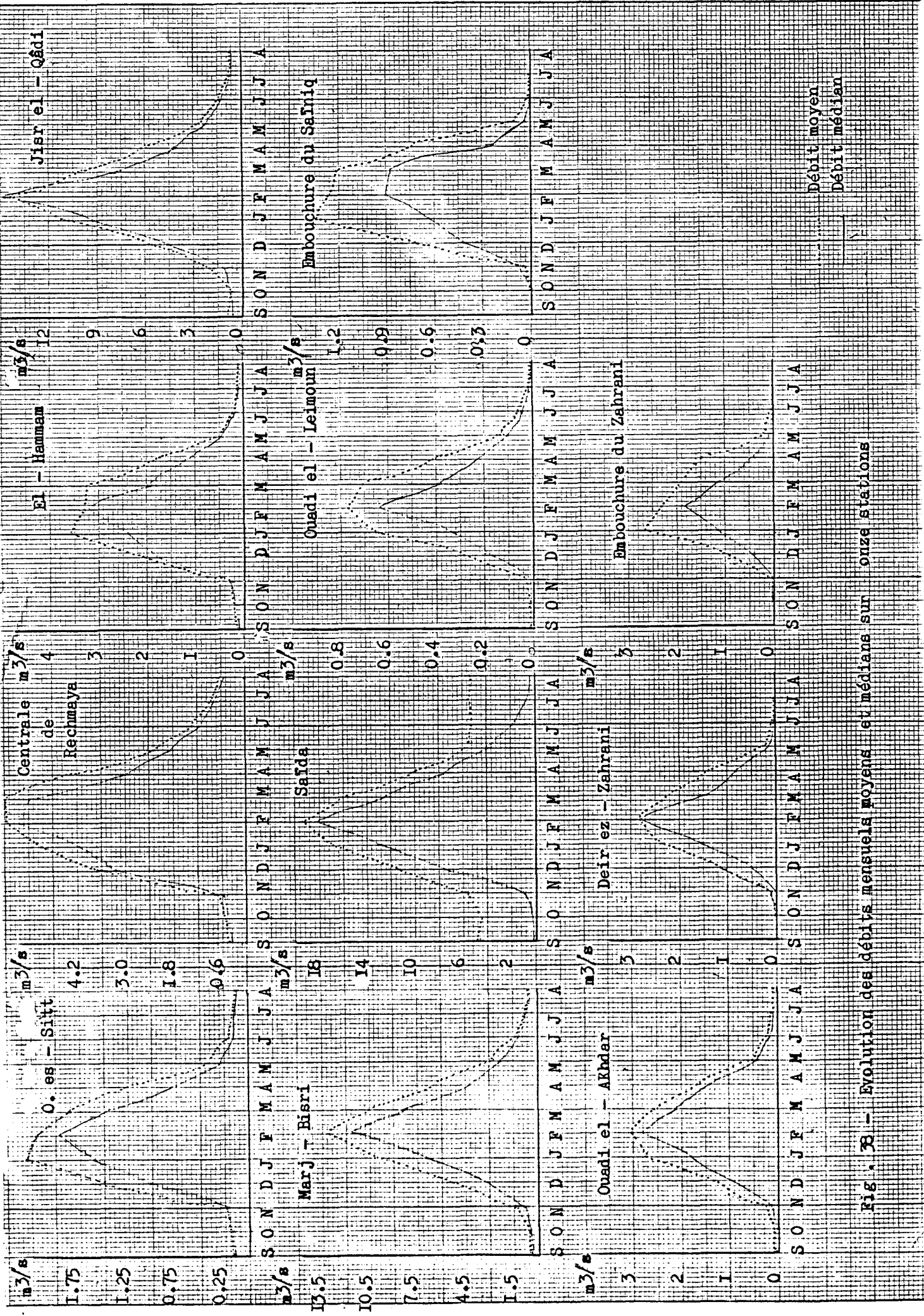


Fig. 38 - Evolution des débits mensuels moyens et médians sur onze stations

Tableau n° 33 - Débits mensuels moyens et médians et rapport des débits moyens aux débits médians .

Bassin versant	Période (I)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jl	At	
Le Safa à O. es-Sitt	8 ans	a	0.16	0.19	0.22	1.56	2.31	2.21	1.86	1.25	0.40	0.20	0.16	0.14
		b	0.15	0.18	0.21	1.23	1.60	1.96	1.49	0.79	0.28	0.17	0.16	0.11
		c	1.07	1.06	1.05	1.27	1.44	1.13	1.25	1.58	1.43	1.18	1.00	1.27
Le Bou Zébli à la centrale de Rechmaya	8 ans	a	0.46	0.50	0.70	3.62	5.10	5.92	5.93	4.44	2.31	1.32	0.86	0.66
		b	0.36	0.39	0.52	3.26	4.14	5.63	5.39	2.97	1.85	1.14	0.78	0.56
		c	1.28	1.28	1.35	1.11	1.23	1.05	1.10	1.49	1.25	1.16	1.10	1.18
L'Hamam avant la confluence	8 ans	a	0.11	0.20	0.29	2.04	3.57	3.33	3.27	1.86	0.62	0.25	0.15	0.11
		b	0.10	0.19	0.31	1.84	2.43	3.21	1.94	1.23	0.47	0.18	0.12	0.09
		c	0.10	1.05	0.94	1.11	1.45	1.04	1.69	1.51	1.32	1.39	1.25	1.22
Le Damour à Jisr el-Qâdi	18 ans	a	0.90	0.77	2.11	5.65	11	14	10	6.23	2.66	1.35	0.86	0.63
		b	0.61	0.73	1.01	4.57	9.34	15	7.88	4.14	2.27	1.21	0.84	0.57
		c	1.46	1.05	2.09	1.24	1.17	0.98	1.28	1.50	1.17	1.12	1.02	1.11
Le Bisri à Marj-Bisri	21 ans	a	0.51	0.61	1.39	5.67	10	13	11	6.39	2.78	1.34	0.82	0.57
		b	0.47	0.58	0.88	3.13	6.98	12	8.27	4.25	2.38	1.10	0.67	0.50
		c	1.09	1.05	1.58	1.81	1.45	1.12	1.27	1.50	1.17	1.22	1.22	1.14
L'Awali à Saïda	21 ans	a	4.77	4.36	5.70	11	17	19	16	10	5.75	5.38	5.53	5.37
		b	0.24	0.26	0.97	8.87	13	18	13	7.71	3.39	1.75	0.74	0.38
		c	20	17	5.88	1.29	1.32	1.08	1.28	1.35	1.70	3.07	7.47	14
Le Saïniq à O. el-Leimoun	10 ans	a	0.01	0.01	0.04	0.30	0.68	0.77	0.72	0.42	0.15	0.06	0.03	0.02
		b	0.01	0.01	0.02	0.18	0.34	0.64	0.38	0.23	0.10	0.04	0.02	0.01
		c	1.00	1.30	2.64	1.63	1.99	1.21	1.90	1.83	1.50	1.39	1.80	2.50
Le Saïniq à l'embouchure	8 ans	a	0	0.01	0.03	0.73	1.35	1.27	1.22	0.74	0.10	0.01	0	0
		b	0	0	0.01	0.43	0.64	0.90	0.88	0.22	0.03	0	0	0
		c	-	-	3.44	1.72	2.12	1.41	1.40	3.32	2.88	-	-	-
Le Zahrani à O. el-Akhdar	10 ans	a	0.10	0.10	0.24	1.39	2.74	3.01	2.58	1.68	0.54	0.25	0.15	0.09
		b	0.09	0.07	0.14	1.02	1.81	2.80	2.11	1.14	0.50	0.18	0.10	0.06
		c	1.09	1.39	1.68	1.36	1.51	1.07	1.22	1.48	1.09	1.40	1.45	1.66
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani	10 ans	a	0	0.01	0.17	1.12	2.37	2.84	2.29	1.38	0.23	0.02	0	0
		b	0	0	0	0.55	1.57	2.77	1.43	0.82	0.14	0.01	0	0
		c	-	-	-	2.02	1.51	1.02	1.60	1.69	1.63	8	-	-
Le Zahrani à l'embouchure	8 ans	a	0	0.02	0.02	1.04	2.67	2.33	1.94	1.64	0.21	0.01	0	0
		b	0	0	0	0.43	1.15	1.90	1.12	0.34	0.02	0	0	0
		c	-	-	-	2.40	2.33	1.23	1.73	4.85	8.58	-	-	-

(I) a = débit moyen (m³/s) , b = débit médian (m³/s) , c = $\frac{\text{débit moyen}}{\text{débit médian}}$

Tableau n° 34 - Coefficients de variation (CV) des débits maxima et des moyennes annuelles sur les onze stations .
(Par ordre décroissant de CV de débits maxima)

Station	BV ₂ km ²	H m	Période d'observation	CV de débits maxima	CV de moyennes annuelles
Embouchure du Zahrani	106	3	1965/66-1972/73	0.75	0.68
Embouchure du Safniq	108	2	1965/66-1972/73	0.68	0.76
Ouadi el-Leimoun	38	205	1963/64-1972/73	0.63	0.57
Deir ez-Zahrani	66	302	1963/64-1972/73	0.56	0.56
Ouadi el-Akhdar	47	445	1963/64-1972/73	0.52	0.44
El-Hammam	77	45	1965/66-1972/72	0.52	0.44
Ouadi es-Sitt	40	518	1965/66-1972/73	0.52	0.44
Safda	296	4	1952/53-1972/73	0.48	0.66
Marj-Bisri	222	386	1952/53-1972/73	0.42	0.40
Jisr el-Qâdi	185	250	1948/49-1972/73	0.36	0.38
C . de Rechmaya	50	447	1965/66-1972/73	0.35	0.35

Tableau n° 35 - Valeurs mensuelles de l'indice $K3 = \frac{Q_{90\%}}{Q_{10\%}}$ sur onze stations des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban .

Bassin versant	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JL	A
Le Safa à Ouadi es-Sitt	2.0	1.8	1.7	11.0	8.6	3.1	3.7	1.7	2.9	2.1	1.9	1.8
Le Bou Zébli à la cen - trale de Rechmaya	2.3	2.0	2.5	8.3	6.4	3.1	3.2	2.3	2.6	2.7	2.7	2.4
L'Hamman avant la con- fluence	2.3	2.2	1.9	12.8	10.8	4.3	3.6	2.7	2.2	3.1	3.0	3.0
Le Damour à Jisr el-Qâdi	4.9	3.1	7.4	6.1	4.2	2.3	3.8	5.3	3.2	3.0	2.9	3.8
Le Bisri à Marj-Bisri	2.3	2.0	4.5	7.3	6.4	3.9	3.7	3.2	3.4	2.7	2.8	2.1
L'Awali à Saïda	-	-	-	13.8	8.3	5.2	4.9	5.7	10.4(1454)	-	-	-
Le Saïniq à O. el-Leimoun	-	-	-	30.2	15.5	13.1	10.3	10.6	7.2	6.8	-	-
" à l'embouchure	-	-	-	-	29.4	35.2	107.8	-	-	-	-	-
Le Zahrani à O. el-Akhdar	9.9	15.4	8.3	84.9	7.8	4.2	4.0	3.9	4.4	11.4	29.3	20.6
" à Deir ez-Zahrani	-	-	-	-	32.0	10.4	5.7	9.5	-	-	-	-
" à l'embouchure	-	-	-	-	33.1	8.1	8.9	-	-	-	-	-

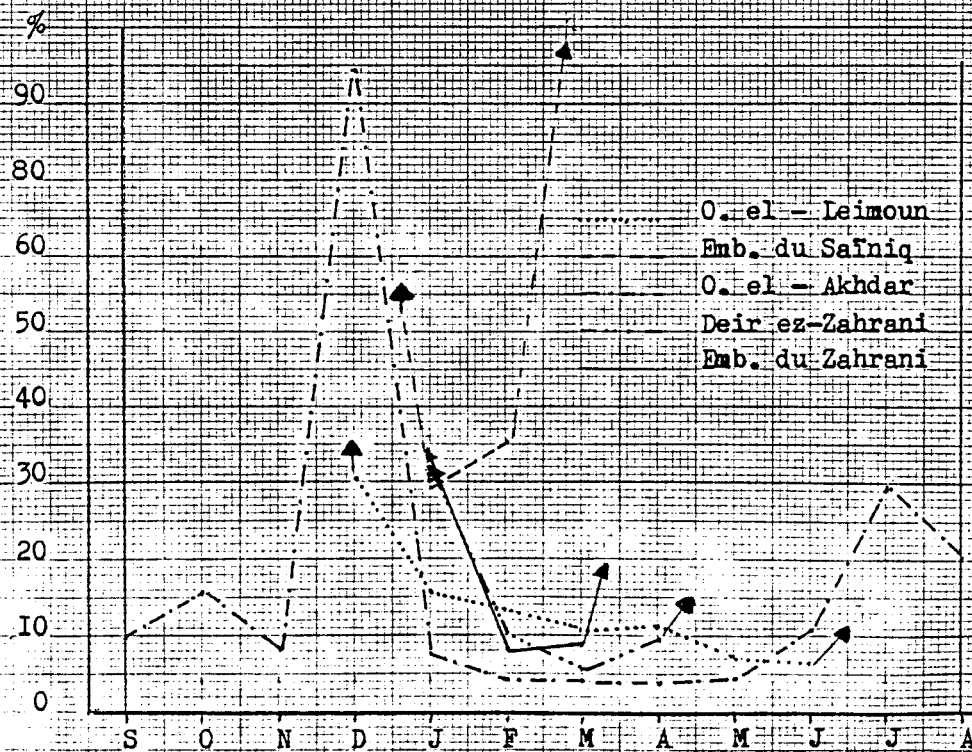
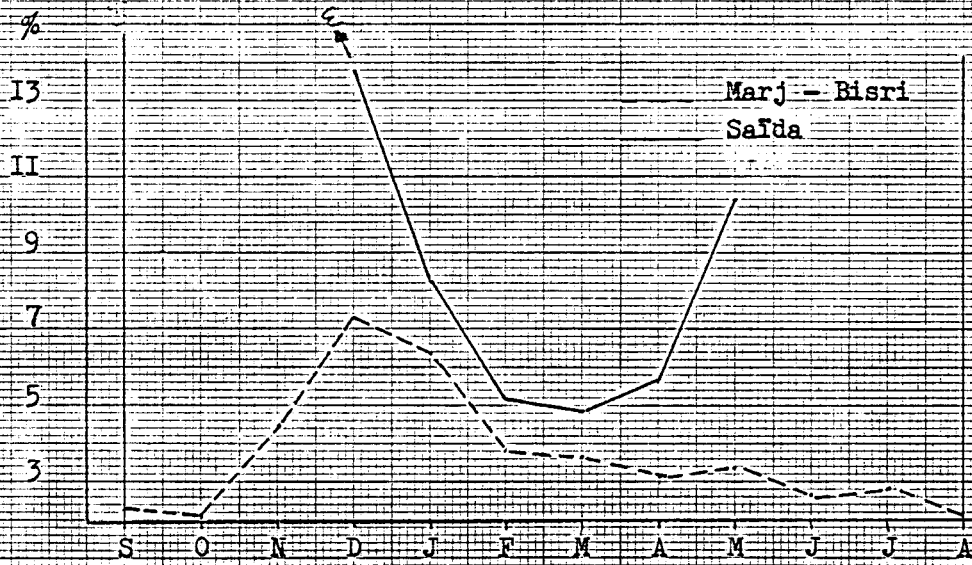
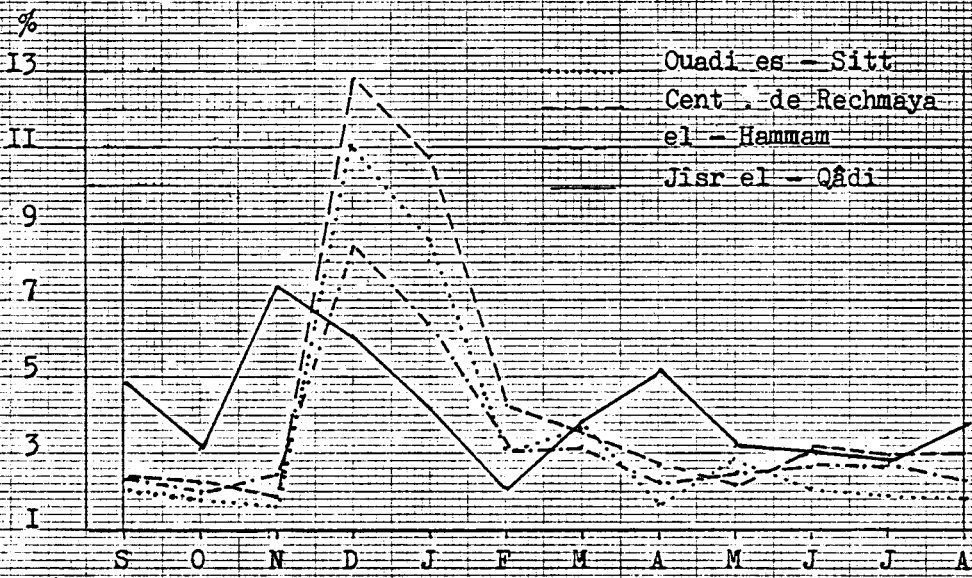


Fig. 39-Valeurs mensuelles du coefficient $K_3 = \frac{Q_{90\%}}{Q_{10\%}}$ sur onze stations

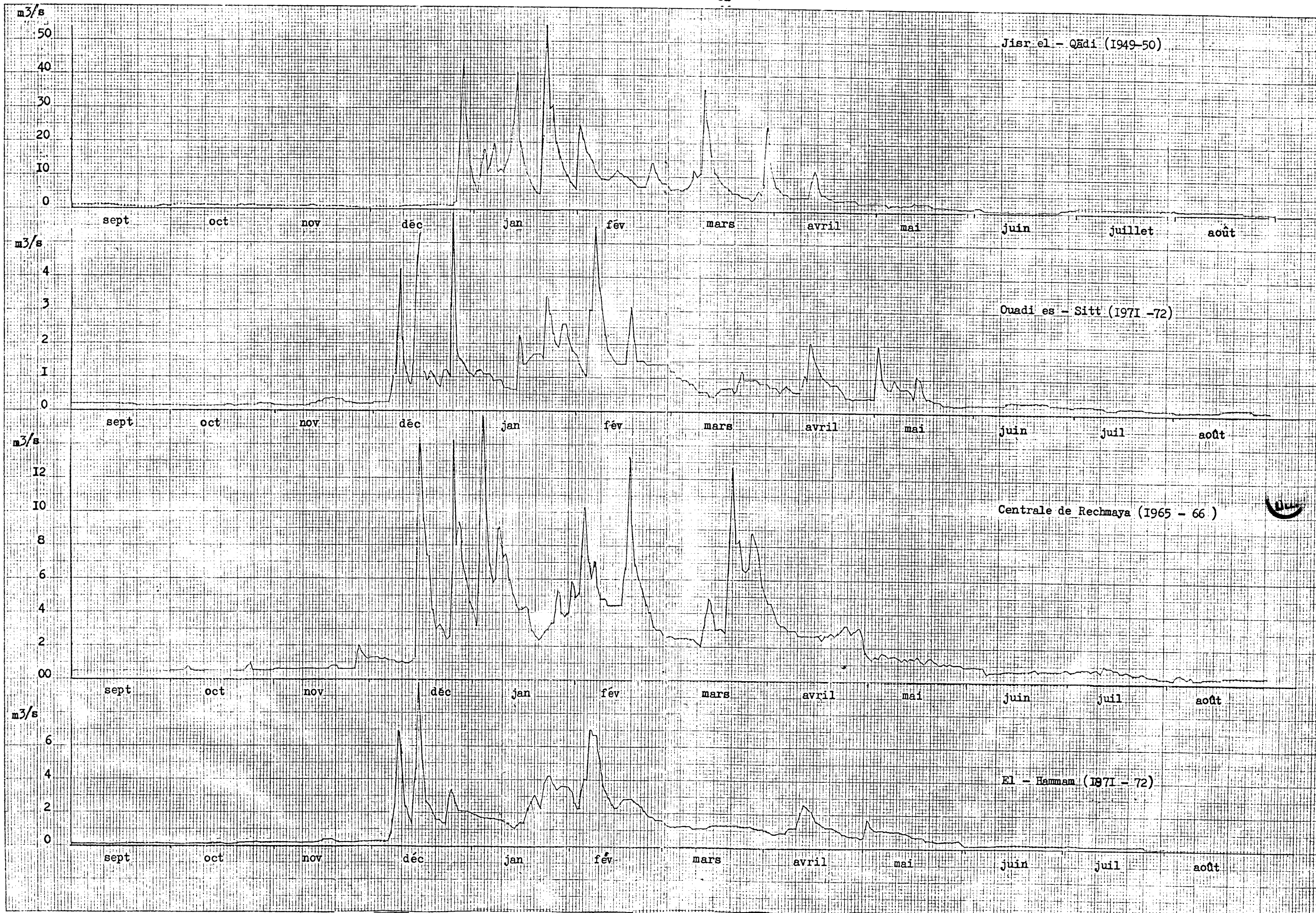


Fig . 40 - Evolution des débits moyens journaliers de l'année médiane sur le bv du Damour

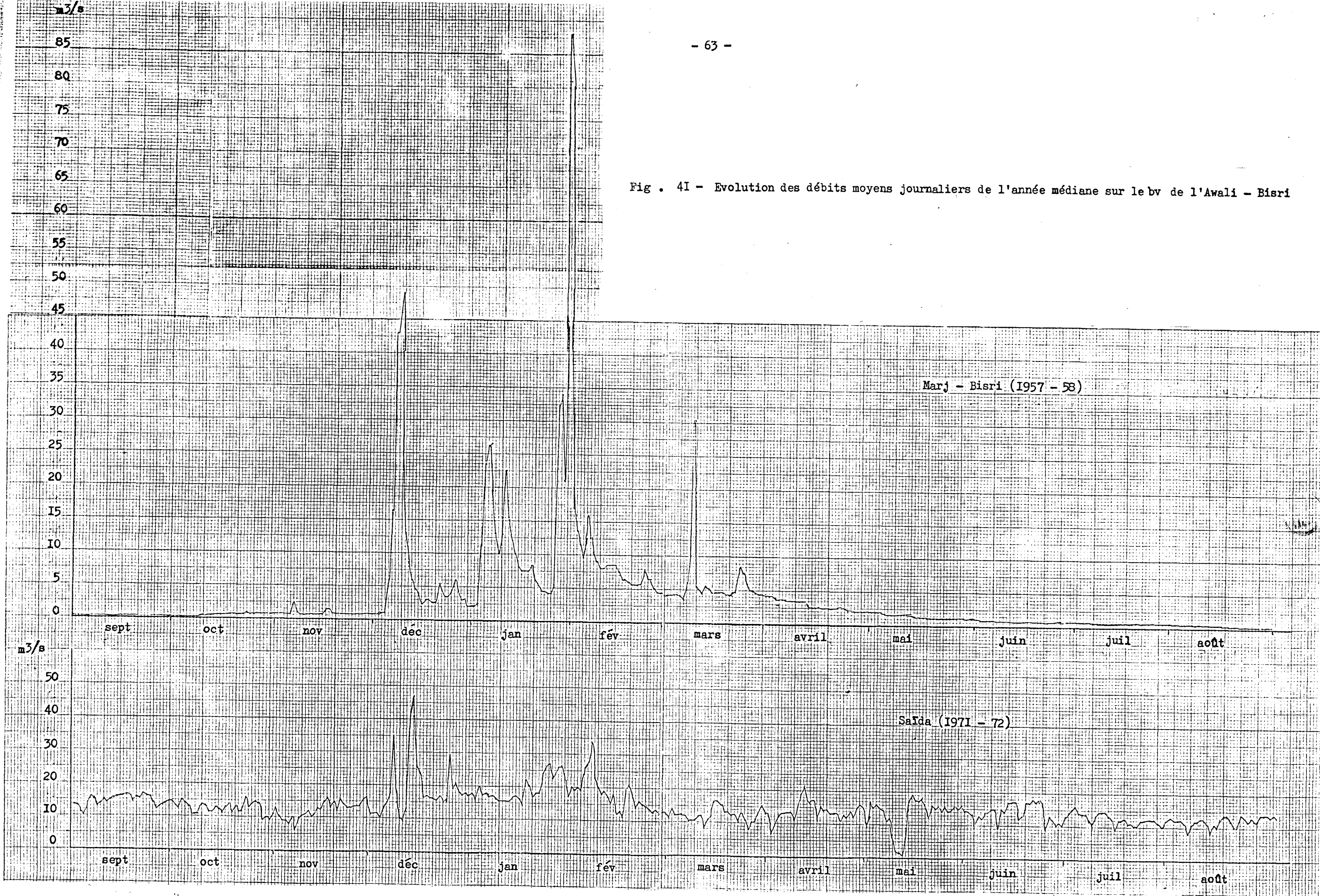


Fig . 4I - Evolution des débits moyens journaliers de l'année médiane sur le bv de l'Awali - Bisri

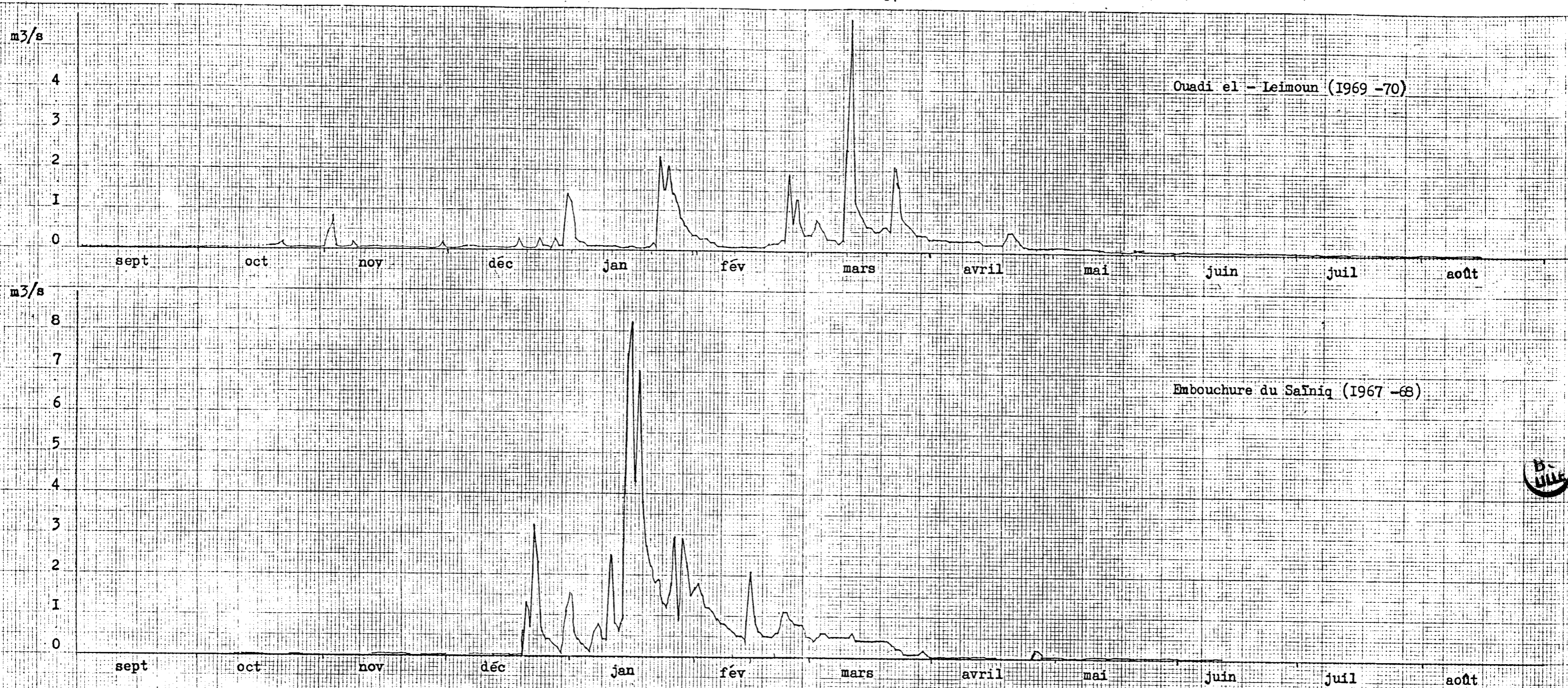


Fig . 42 - Evolution des débits moyens journaliers de l'année médiane sur le bv du Saïniq

B. J. L.

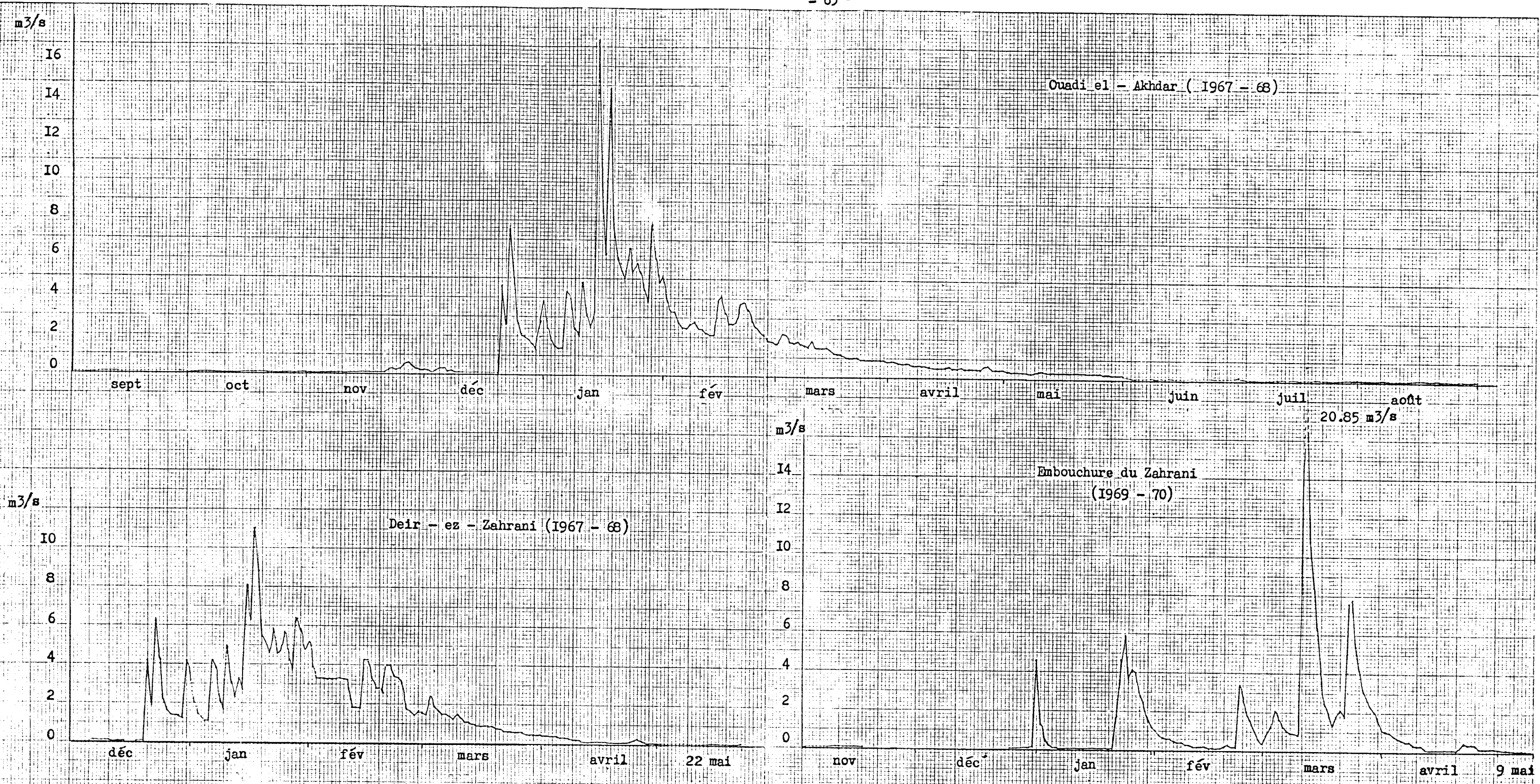


Fig . 43 - Evolution des débits moyens journaliers de l'année médiane sur le bv du Zahrani

Tableau n° 36 - Mois des variations interannuelles des débits les plus fortes et les plus faibles sur onze stations témoins(I).

Bassin versant	Le mois du $\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ min}}$		Le mois du $\frac{Q \text{ 90\%}}{Q \text{ 10\%}}$	
	le plus : fort	faible	le plus : fort	faible
Le Safa à O. es-Sitt	décembre	septembre	décembre	novembre-avril
Le Bou Zébli à Rechmaya	décembre	octobre	décembre	octobre
L'Hamman avant la confluence	décembre	novembre	décembre	novembre
Le Damour à Jisr el-Qâdi	novembre	août	novembre	février
Le Bisr à Marj-Bisri	décembre	octobre	décembre	octobre
L'Awali à Safda	juillet	février	juillet	mars
Le Safniq à O. el-Leimoun	novembre	septembre	novembre	octobre
" à l'embouchure	avril	juillet	avril	juin
Le Zahrani à O. el-Akhdar	décembre	mars	décembre	avril
" à Deir ez-Zahrani	décembre	juillet	décembre	novembre
" à l'embouchure	avril	juin	avril	juin

- (I) - On a considéré que le mois pour lequel $Q \text{ max}/Q \text{ min}$ égale zéro est le mois du $Q \text{ max}/Q \text{ min}$ le plus fort et inversement pour le mois le plus faible .
- De même , on a considéré comme le mois du $Q \text{ 90\%}/Q \text{ 10\%}$ le plus fort le mois pour lequel $Q \text{ 90\%}$ le plus fort sur $Q \text{ 10\%}$ égale zéro, et inversement pour le mois le plus faible .

Tableau n° 37 - Fréquences relatives pour chaque mois du débit minimum annuel et coefficient mensuel de débit moyen sur les onze stations .

Station	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.
	cmd	cmd	cmd	cmd %	cmd %	cmd %
Jisr el-Qâdi	0.57	0.28	0.18	<u>0.13</u> 44	<u>0.13</u> 56	0.16
O. es-Sitt	0.45	0.22	0.18	<u>0.16</u> 38	<u>0.18</u> 50	0.21
Rechmaya	0.87	0.50	0.32	0.25 25	<u>0.17</u> 75	0.19
Hamman	0.47	0.19	0.11	<u>0.08</u> 68	<u>0.08</u> 63	0.15
Marj-Bisri	0.60	0.30	0.18	0.35 43	<u>0.12</u> 48	0.14
Safda	0.62	0.58	0.60	0.58 33	0.51 33	<u>0.47</u> 33
O. el-Leimoun	0.56	0.22	0.11	0.07 50	<u>0.04</u> 40	<u>0.04</u> 60
Emb. du Safniq	0.22	0.01	0.01	<u>0.0</u> 100	<u>0.0</u> 100	0.02
O. el-Akhdar	0.49	0.27	0.18	0.48 60	<u>0.11</u> 10	0.15
Deir ez-Zahrani	0.26	0.02	0.01	<u>0.0</u> 100	<u>0.0</u> 100	0.01
Emb. du Zahrani	0.26	0.01	0.01	<u>0.0</u> 100	<u>0.0</u> 100	0.02

Tableau n° 38 - Moyenne du débit moyen journalier minimum et sa durée sur les onze stations .

Station	Nbre d'années	Moyenne du débit moyen journalier minimum L/s/km ²	Nbre moyen de jour / an
O. es-Sitt	9	2.30	2.1
C. de Rechmaya	9	4.60	0.9
El-Hammam	9	0.85	4.4
Jisr el-Qâdi	18	2.22	2.7
Marj-Bisri	22	1.79	3.5
Saïda (avant 1965)	14	0.08	51.9
Saïda (après 1965)	8	11.87	1.1
O. el-Leimoun	10	0.04	35.2
Emb. du Safniq	8	0.00	186.4
O. el-Akhdar	10	0.99	7.2
Deir ez-Zahrani	10	0.00	177.4
Emb. du Zahrani	8	0.00	206.4

Tableau n° 39 - Fréquence des dix jours consécutifs des plus faibles débits .

Station	J %	F %	M %	A %	M %	J %	JL %	A %	S %	O %	N %	D %
O. es-Sitt								50.0	37.5	12.5		
C. de Rechmaya								37.5	37.5	25.0		
El-Hammam							11.1	55.6	33.3			
Jisr el-Qâdi								44.4	50.0	5.6		
Marj-Bisri								40.9	40.9	13.6	4.5	
Saïda (I)						(2.8)	(8.3)	(19.4)	(22.2)	(16.7)		
Saïda		2.8		5.6	8.3				2.8	5.6	5.6	
O. el-Leimoun								23.5	22.5	29.4	22.5	
Emb. du Safniq	5.7		1.9	5.7	7.6	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	9.4	3.2
O. el-Akhdar								33.3	11.1	22.2	33.3	
Deir ez-Zahrani	1.8				3.6	10.7	16.1	16.1	16.1	16.1	14.3	5.4
Emb. du Zahrani	4.1			2.0	6.1	14.3	14.3	14.3	12.2	14.3	12.2	6.1

(I) Les fréquences entre parenthèses datent d'avant 1965 .

Tableau n° 40 - Valeurs journalières caractéristiques moyennes de débits classées (1966/67 - 1972/73) .

Station	Module \bar{Q}	DCM 10jrs	DC6 180jrs	DC9 270jrs	DCE 355jrs
O. es-Sitt	0.89	5.85	0.25	0.17	0.11
C. de Rechmaya	2.65	10.27	1.30	0.65	0.38
El-Hammam	1.32	7.01	0.36	0.15	0.07
Jisr el-Qâdi	5.54	32.11	1.59	0.81	0.47
Marj-Bisri	5.26	30.76	1.77	0.65	0.40
Saïda	16.30	45.50	13.90	11.10	6.74
O. el-Leimoun	0.27	2.07	0.07	0.02	0.01
Emb. du Saïniq	0.45	3.73	0.02	0.00	0.00
O. el-Akhdar	1.13	7.39	0.26	0.09	0.05
Deir ez-Zahrani	0.88	6.11	0.05	0.00	0.00
Emb. du Zahrani	0.82	5.84	0.03	0.00	0.00

Avec : DCM = débit caractéristique maximal (10 jours)
DCE = débit caractéristique d'étiage (355 jours)
DC6 = représentant l'abondance médiane qui a dépassé 6 mois dans l'année .
DC9 = représentant l'abondance qui a dépassé 9 mois dans l'année.

Tableau n° 41 - Nombre moyen de jours par mois pendant lesquels les débits se sont tenus au-dessous du DC9 moyen sur les onze stations .

Station	n d'an- nées	DC9 m ³ /s	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JL	A
O. es-Sitt	8	0.17	18	16	15	4	1	-	-	-	1	15	18	21
C. de Rechmaya	8	0.65	25	24	19	5	2	-	-	-	-	2	8	18
El-Hammam	8	0.15	25	10	3	-	-	-	-	-	-	6	17	24
Jisr el-Qâdi	18	0.81	24	20	11	3	-	-	-	-	1	6	15	24
Marj - Bisri	21	0.65	23	21	11	3	-	-	-	-	-	3	12	22
Saïda	8	11.10	9	15	13	4	4	4	6	12	16	10	4	7
O. el-Leimoun	9	0.02	24	24	21	6	2	-	-	-	-	1	13	17
Emb. du Saïniq	7	0.00	30	26	17	8	8	-	3	7	14	27	30	31
O. el-Akhdar	9	0.09	11	15	13	2	-	-	-	-	-	-	5	16
Deir ez-Zahrani	9	0.00	30	31	26	7	1	-	-	-	4	15	30	31
Emb. du Zahrani	9	0.00	30	31	27	7	1	-	-	-	4	15	30	31



Fig . 44 - Nombre moyen de jours par mois pendant lesquels les débits sont inférieurs au DC9 moyen .

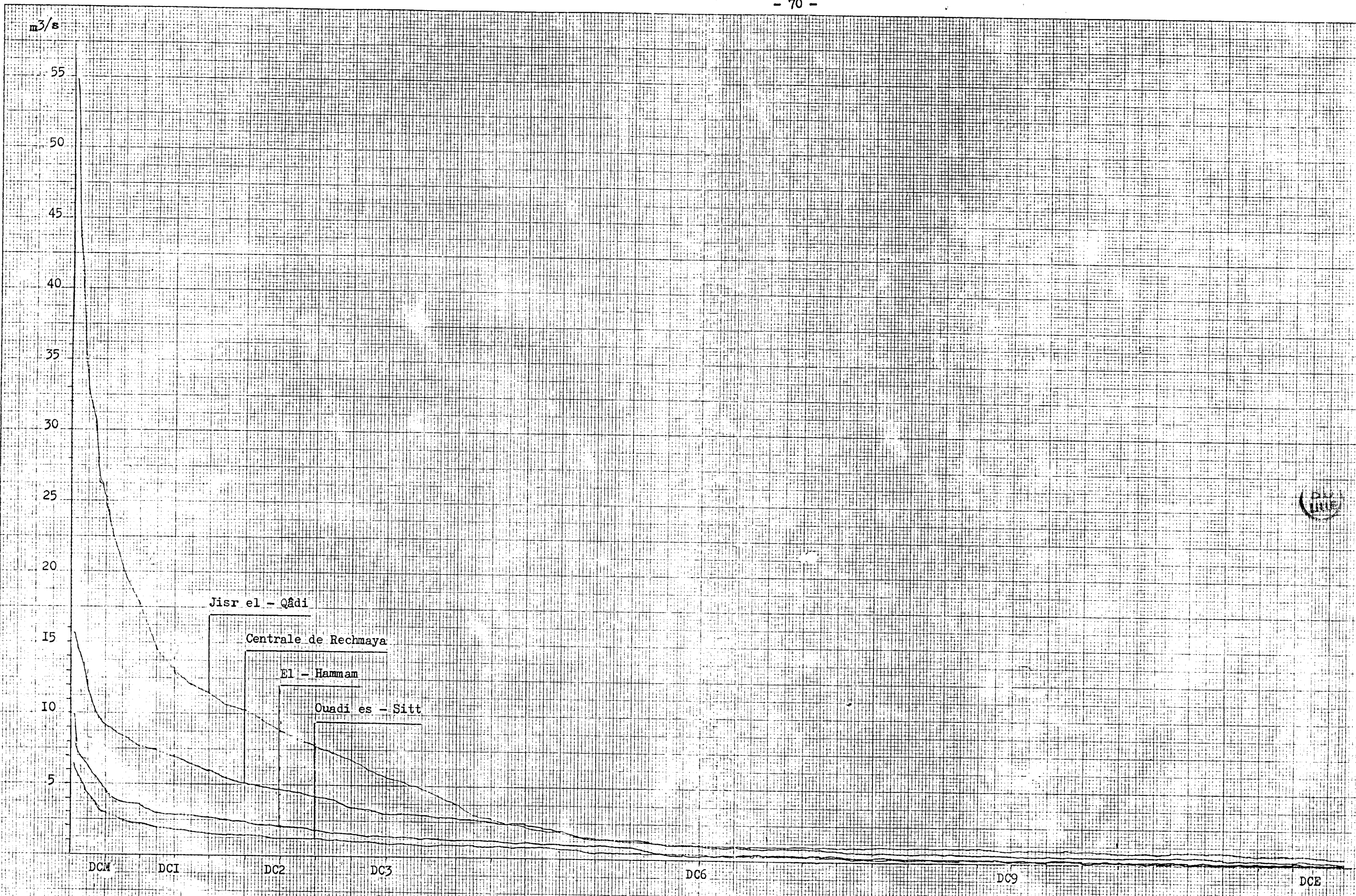


Fig. 45 - Courbe des débits journaliers classés des années médianes des onze stations témoins



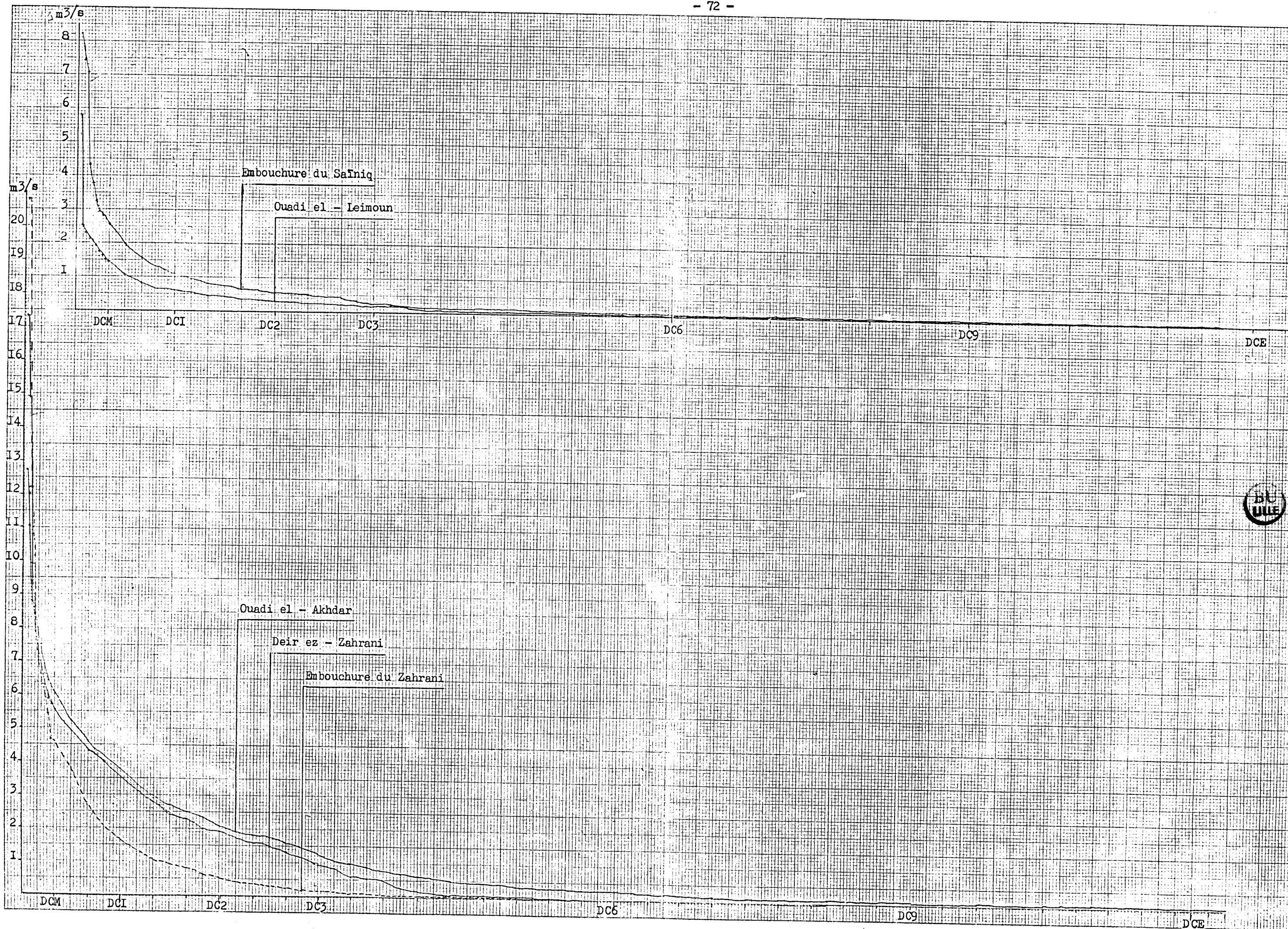


Tableau n° 42 - Valeurs journalières caractéristiques des débits des années médianes des cours d'eau témoins (m³/s).

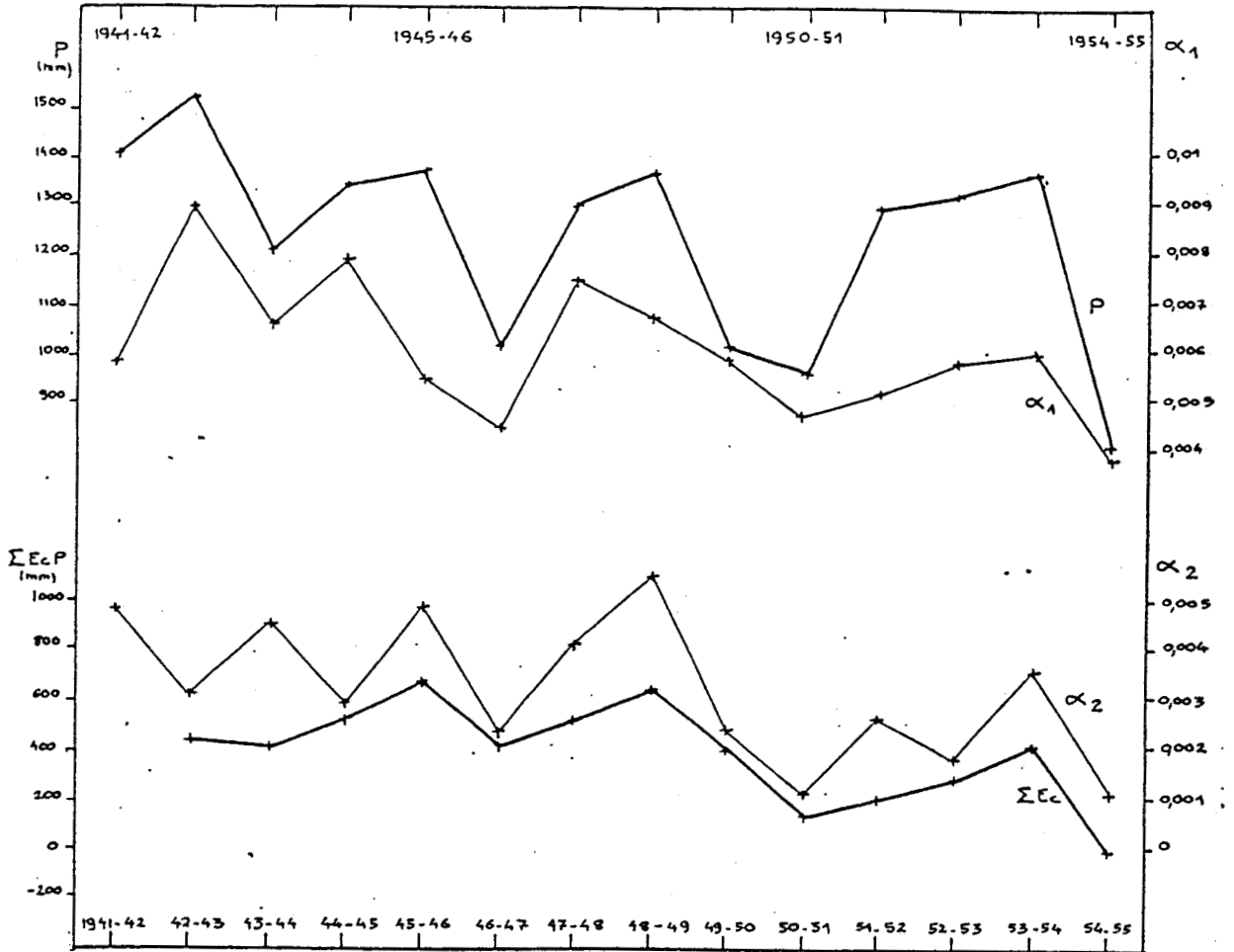
Station	Année	\bar{Q}	DCM 10jrs	DCI 30jrs	DC3 90jrs	DC6 180jrs	DC9 270jrs	DCE 355jrs
O. es-Sitt	1971/72	0.71	3.10	1.74	0.95	0.32	0.18	0.13
C. de Rechmaya	1965/66	2.33	9.25	6.94	3.07	1.07	0.53	0.31
El-Hammam	1971/72	1.06	4.34	2.94	1.41	0.41	0.20	0.12
Jisr el-Qâdi	1949/50	4.59	25.26	13.42	5.67	1.15	1.00	0.67
Marj-Bisri	1957/58	3.69	23.67	9.55	4.31	1.08	0.59	0.42
Safda (I)	1971/72	14.62	25.75	19.47	16.21	13.84	12.07	8.06
O. el-Leimoun	1969/70	0.21	1.49	0.62	0.19	0.07	0.02	0.00
Emb. du Safniq	1967/68	0.33	2.54	1.35	0.30	0.02	0.00	0.00
O. el-Akhdar	1967/68	1.04	6.15	3.74	1.28	0.26	0.09	0.05
Deir ez-Zahrani	1967/68	0.83	5.56	3.70	0.98	0.00	0.00	0.00
Emb. du Zahrani	1969/70	0.53	4.63	1.77	0.18	0.00	0.00	0.00

(I) L'année médiane de Safda est celle de période 1965/66-1972/73

Tableau n° 43 - Débits spécifiques extrêmes sur les bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Safniq et du Zahrani (L/s/km²)

Station	Années d'observation	q L/s/km ²	Débits spécifiques extrêmes	
			q max.	q min.
Jisr el-Qâdi	1948/49-1972/73	27.46	51.68	11.94
O. es-Sitt	1965/66-1972/73	22.25	41.00	11.75
C. de Rechmaya	1965/66-1972/73	50.96	75.57	24.81
El-Hammam	1965/66-1972/73	17.11	28.96	6.49
Marj-Bisri	1952/53-1972/73	20.36	32.45	8.86
Safda	1952/53-1972/73	29.66	73.21	6.80
O. el-Leimoun	1963/64-1972/73	7.11	15.79	1.58
Emb. du Safniq	1965/66-1972/73	4.17	10.83	0.28
O. el-Akhdar	1945/46-1972/73	23.32	45.74	8.30
Deir ez-Zahrani	1963/64-1972/73	13.18	30.15	2.73
Emb. du Zahrani	1965/66-1972/73	7.74	17.83	1.42

Fig. 46 - Diagramme chronologique des variations annuelles de la zone source de Safa d'après GUERRE (A.) et JOSEPH (C.), 1969.



- α₁ : première phase de tarissement (mai - août)
- α₂ : seconde phase de tarissement (août - octobre)
- Σ ECP : écarts cumulés pluviométriques
- P : précipitations

Fig. 47 - Décroissance moyenne du débit moyen journalier de la saison chaude (avril - octobre sur le Damour et ses affluents, l'Awali-Bisri, le Safniq et le Zahrani

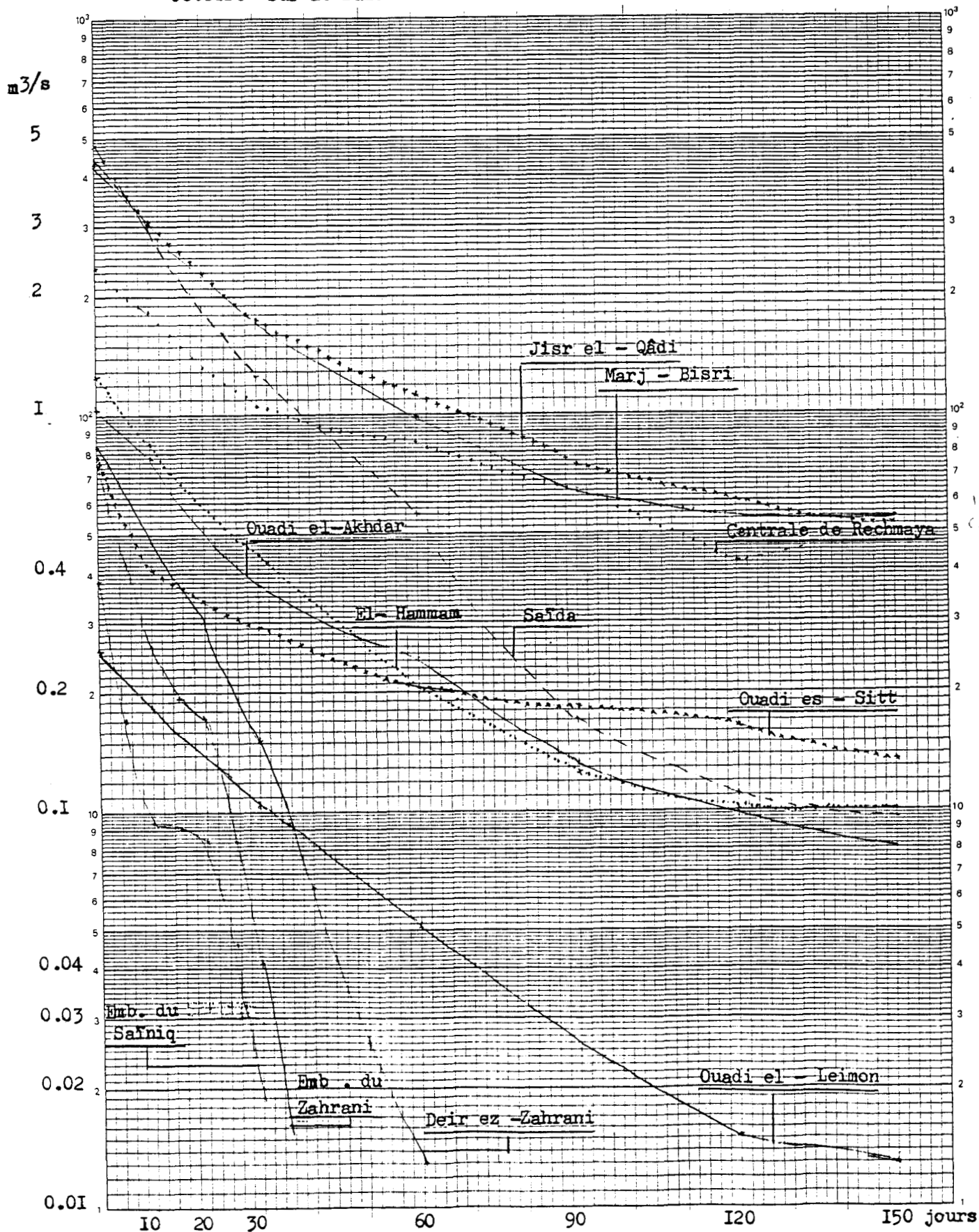


Tableau n° 46 - Décroissance moyenne du débit moyen journalier en saison chaude (avril - octobre) sur les onze stations en m³/s .

Station	Année civile	\bar{Q} m ³ /s	Débit du début du tarissement m ³ /s	Décroissance du débit au bout de :					
				10 jrs	30 jrs	60 jrs	90 jrs	120 jrs	150 jrs
Jisr el-Qâdi	1949-1966	5.08	4.83	2.90	1.73	1.14	0.75	0.60	0.51
O. es-Sitt	1966-1973	0.89	0.78	0.41	0.30	0.21	0.19	0.17	0.14
C. de Rechmaya	1966-1973	2.65	2.39	1.89	1.07	0.85	0.66	0.43	-
El-Hammam	1966-1973	1.32	1.29	0.84	0.45	0.21	0.13	0.10	0.10
O. el-Akhdar	1964-1972	1.10	1.05	0.79	0.38	0.25	0.13	0.10	0.08
Marj-Bisri	1953-1973	4.48	4.31	3.09	1.72	0.99	0.64	0.55	0.55
Saïda	1953-1964	5.01	4.75	3.17	1.26	0.57	0.17	0.12	0.10
O. el-Leimoun	1964-1972	0.27	0.26	0.19	0.11	0.05	0.03	0.02	0.01
				10 jrs	20 jrs	30 jrs	40 jrs	50 jrs	60 jrs
Deir ez-Zahrani	1964-1972	0.87	0.83	0.49	0.30	0.15	0.06	0.03	0.01
				5 jrs	10 jrs	15 jrs	20 jrs	25 jrs	30 jrs
Emb. du Saïniq	1966-1972	0.45	0.39	0.17	0.09	0.09	0.09	0.05	0.02
Emb. du Zahrani	1966-1972	0.82	0.73	0.43	0.27	0.20	0.18	0.08	0.04

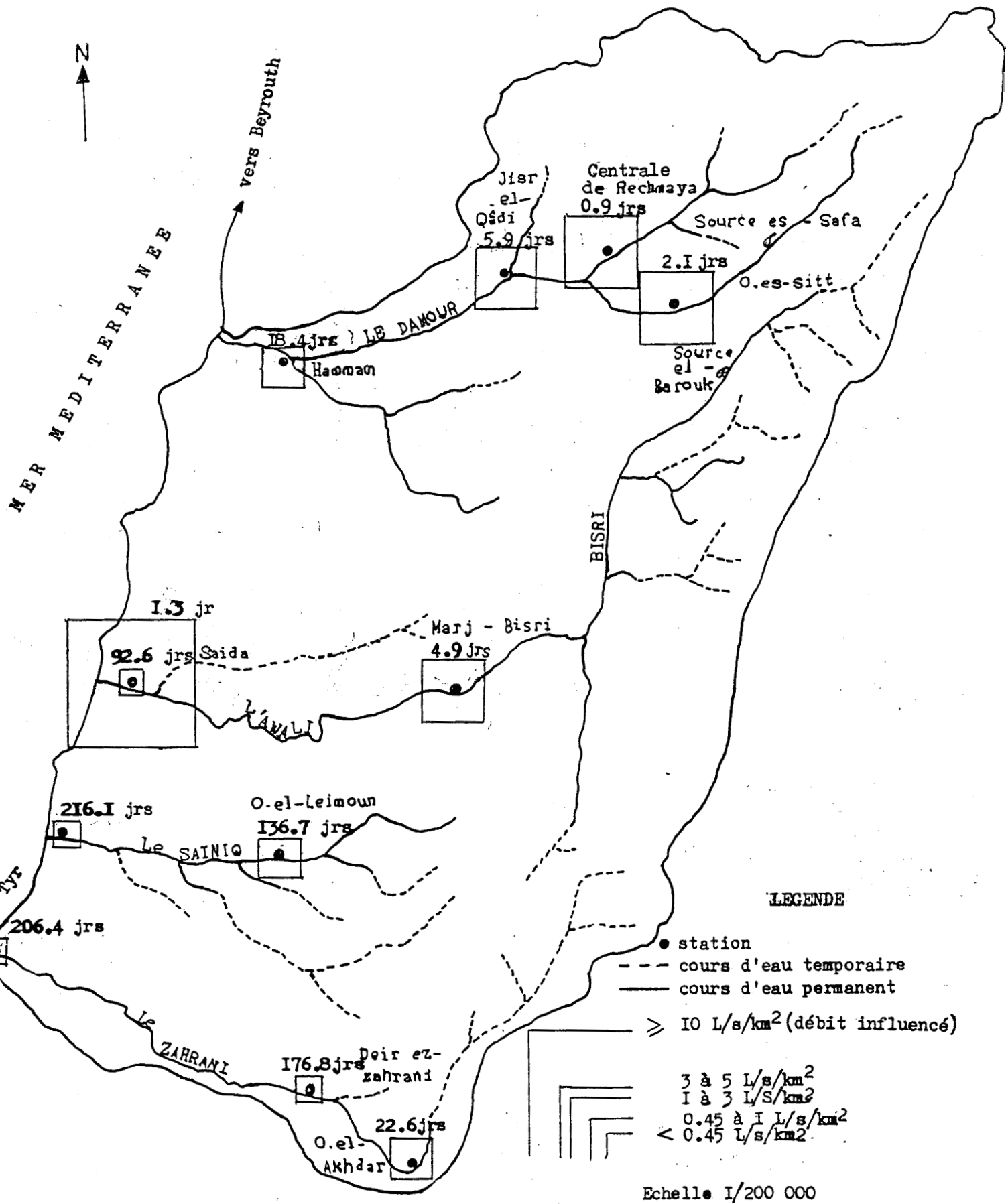


Fig. 48 - Moyenne du débit d'étiage de la saison chaude et sa durée en jours (période variant de 8 à 21 ans : 1952 - 1973)

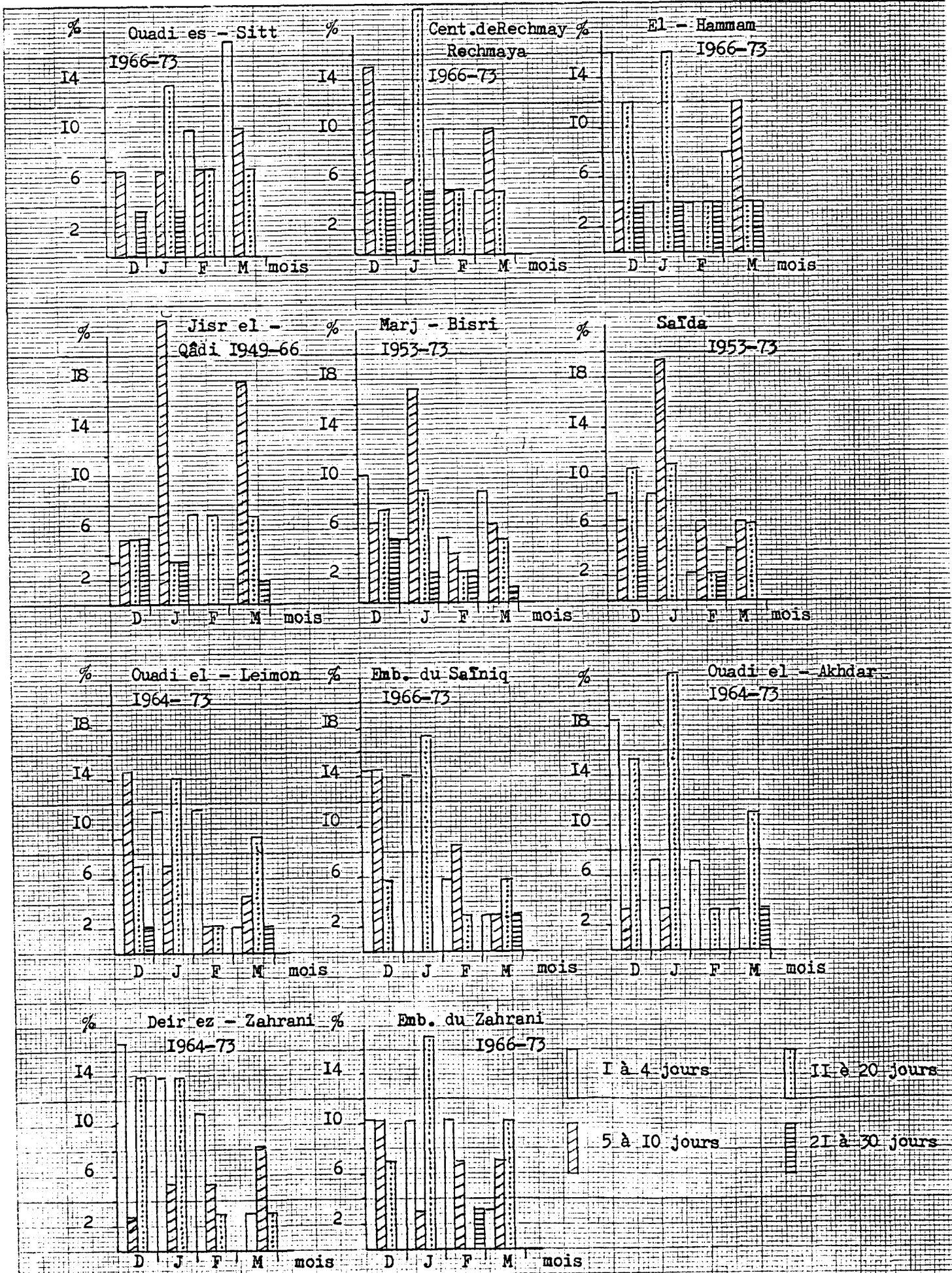


Fig. 49 - Fréquence des décrues de la saison humide après n jours consécutifs, (de I à 4, 5 à 10, II à 20 et 21 à 31 jours)

Tableau n° 49 - Fréquences relatives à chaque mois (novembre - avril) du débit maximum annuel et coefficients mensuels de débit .

Bassin versant	N cmd	D cmd	J cmd	%	F cmd	%	M cmd	%	A cmd
Le Damour à Jisr el-Qadi(1948/49-1965/66)	0.43	1.19	2.30	28	<u>3.06</u>	<u>50</u>	2.32	22	1.36
Le Safa à Ouadi es-Sitt(1965/66-1972/73)	0.25	1.75	<u>2.60</u>	38	2.48	38	2.09	24	1.40
Le Bou Zébli à Rechmaya(1965/66-1972/73)	0.26	1.37	1.92	25	2.23	<u>37</u>	<u>2.24</u>	38	1.68
Le Bisri à Marj-Bisri(1952/53-1972/73)	<u>0.31</u>	1.28	2.27	14	<u>2.95</u>	<u>48</u>	2.37	<u>33</u>	1.44
L'Awali à Saïda(1952/53-1972/73)	0.54	1.24	1.84	24	<u>2.10</u>	<u>43</u>	1.73	29	1.12
Le Saïniq à O. el-Leimonn(1963/64-1972/73)	0.15	1.11	2.52	20	<u>2.85</u>	<u>40</u>	2.67	30	1.56
Le Saïniq à l'embouchure(1965/66-1972/73)	0.69	1.62	<u>3.00</u>	25	2.82	25	2.71	38	1.64
Le Zahrani à O. el-Akhdar(1963/64-1972/73)	0.28	1.23	2.48	20	<u>3.08</u>	<u>60</u>	2.36	20	1.44
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani(1963/64-1972/73)	0.20	1.29	2.72	20	<u>3.26</u>	<u>60</u>	2.63	20	1.59
Le Zahrani à l'embouchure(1965/66-1972/73)	0.01	1.27	3.27	25	2.84	38	2.37	38	2.00
L'Hamam avant la confluence(1965/66-1972/73)	0.22	1.55	<u>2.70</u>	25	2.52	<u>37</u>	2.48	38	1.41

Avec : cmd = coefficient mensuel de débit

% = fréquences relatives du débit maximum annuel

Tableau n° 51 - Nombre moyen de séquences pluvieuses et leur fréquence sur la zone côtière intermédiaire du Liban (1961/62-1969/70) (I) .

Nombre de séquences pluvieuses :

Mois	Nombre de jours :											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	
septembre	0.6	0.1										
octobre	1.3	0.7	0.6									
novembre	1.1	0.7	0.3	0.1	0.1		0.1			0.1		
décembre	1.5	1.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2					
janvier	2.1	1.1	0.6	0.3	0.4	0.1		0.1	0.1		0.1	
février	1.4	1.0	0.4	0.3	0.3	0.4	0.1	0.1				
mars	1.2	1.3	0.7	0.4	0.1	0.1					0.1	
avril	1.7	1.0	0.4	0.2								
mai	1.1	0.5	0.1									
n de séquences pluvieuses selon leur durée	12.0	7.6	3.7	1.7	1.2	1.0	0.5	0.3	0.2	0.1	0.2	= 29
												n. annuel moyen de séquences pluvieuses .

Fréquence des séquences pluvieuses (%) par mois :

Mois	Nombre de jours :											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	
septembre	5	1	1									
octobre	11	9	16	1		3						
novembre	9	9	8	6	8		20	11	19	77		
décembre	13	16	16	24	25	30	40	11	62	23		
janvier	17	15	16	17	33	10	6	48	19		50	
février	12	13	11	17	25	40	20	30				
mars	10	17	13	24	8	10	6				50	
avril	14	13	11	11		3						
mai	9	7	2			3						
Fréquences de séquences pluvieuses par an:	42	27	13	6	4	3	2	1	0.7	0.5	0.5	= 99.9 %

(I) D'après le nombre moyen de séquences pluvieuses des quatre stations situées à des altitudes différentes : Majdel-Maouch (810 m) , Dmît (500 m), Jisr el-Qâdi (250 m) et Ain Zhalta (1100 m) .

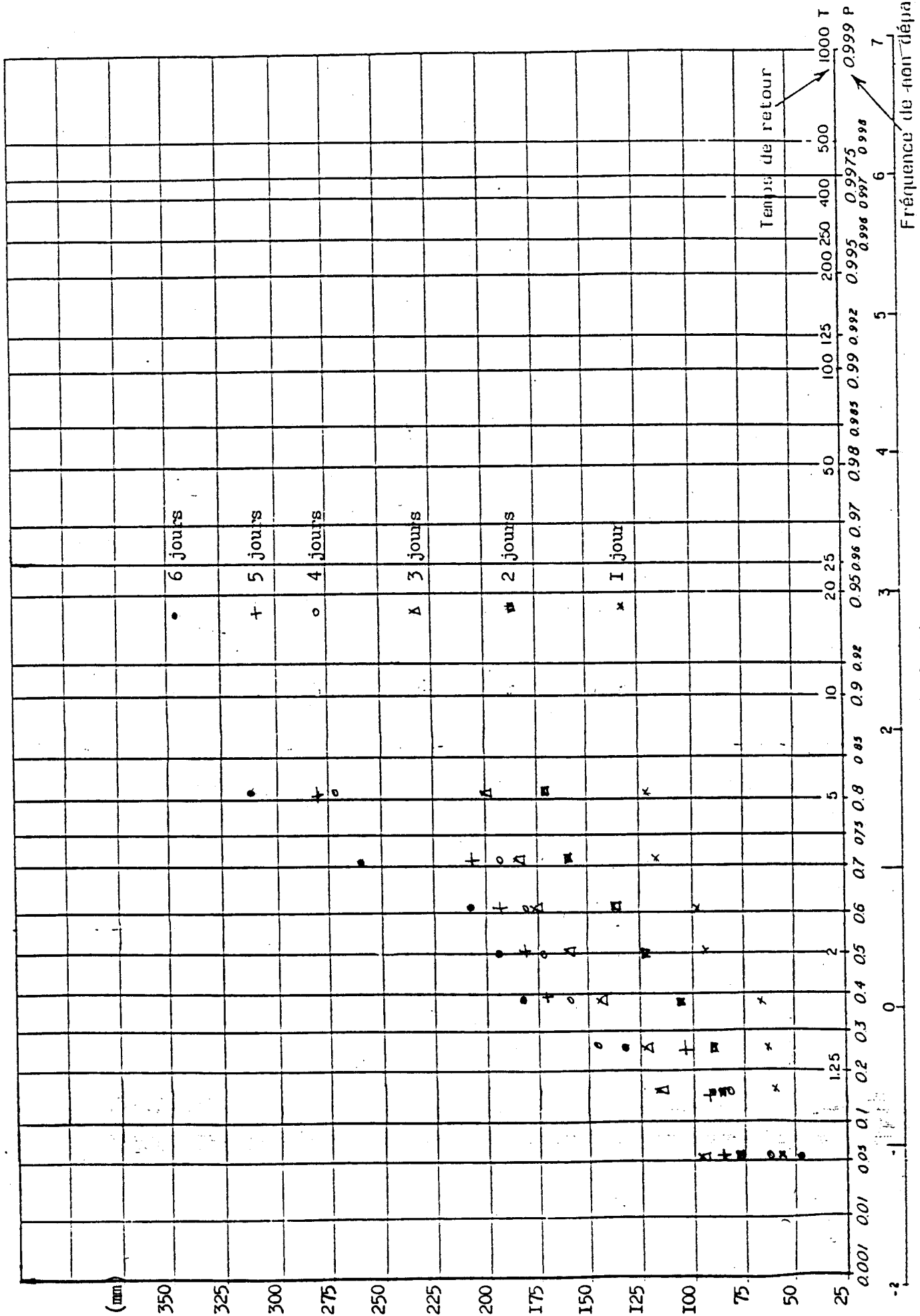


Fig. 50 - Hauteur de pluie annuelle maximale d'un jour, de deux, trois, quatre, cinq et six jours consécutifs à Kfar - Nabrakh (1960 - 1972)

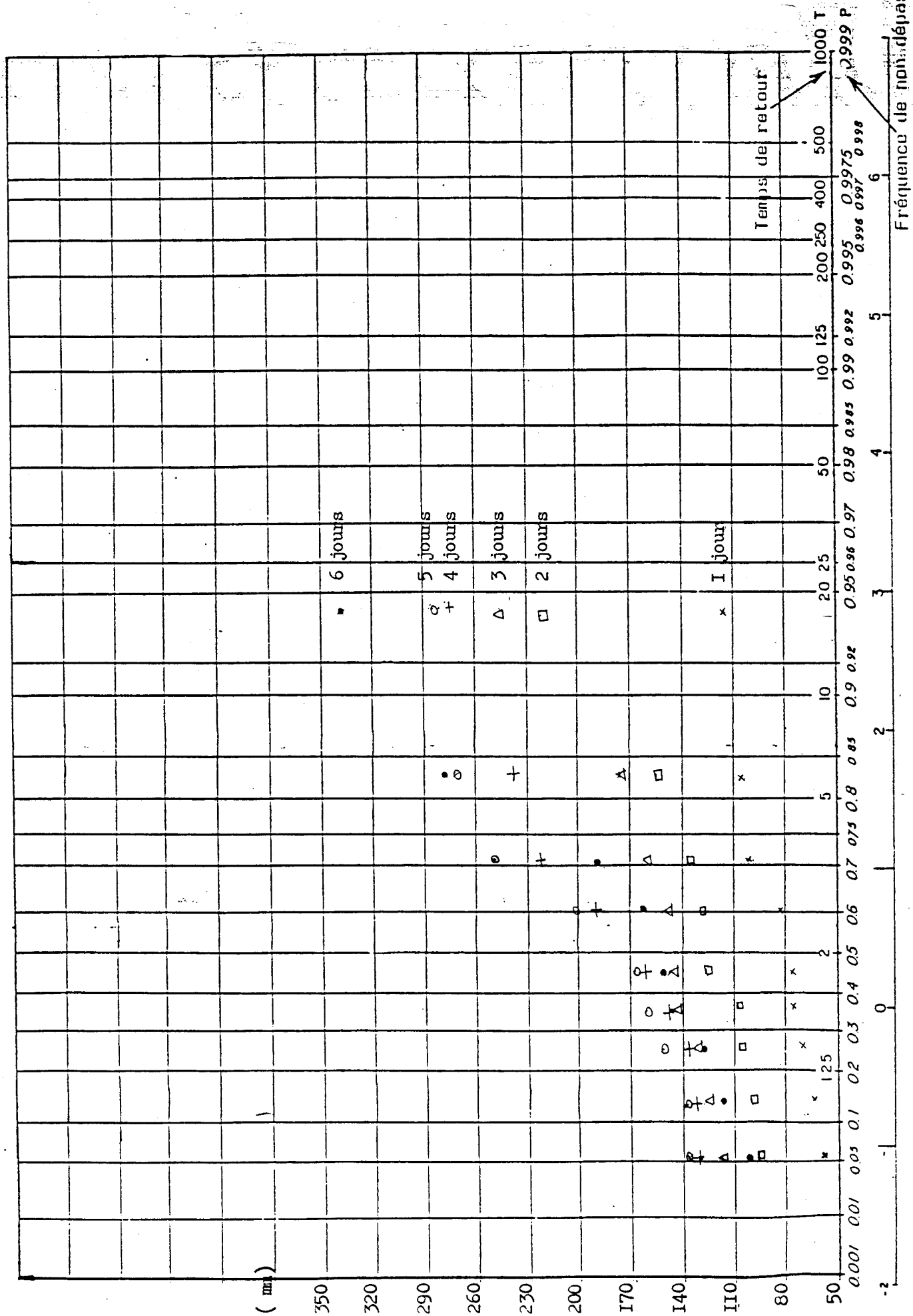


Fig. 51 - Hauteur de pluie annuelle maximale d'un jour, de deux, trois, quatre, cinq et six jours consécutifs à Jisr el-Qâdi (1960 - 1972) .

Tableau n° 52 - Hauteurs de pluies maximales en mm d'un jour, de deux, trois, quatre, cinq et six jours consécutifs pour des périodes de retour de deux, cinq, dix et vingt ans à Jisr el-Qâdi (250 m d'altitude) et à Kfar - Nabrahk (1020 m d'altitude) .

Station	Pluie de 24 h				Pluie de 48 h				Pluie de 72 h				Pluie de 96 h				Pluie de 120 h				Pluie de 144 h			
	Période de retour de :				Période de retour de :				Période de retour :				Période de retour de :				Période de retour de :							
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans
Jisr el-Qâdi	75	95	105	113	128	150	180	200	150	180	220	240	170	215	235	280	180	240	280	310	185	250	295	340
Kfar-Nabrahk	85	110	120	130	120	155	180	200	150	190	215	240	175	220	250	275	180	235	270	310	195	260	315	355

Tableau n° 54 - Maximum annuel des précipitations journalières et leur effet sur les débits journaliers dans les quatre bassins versants (I).

Date	Précipitations journalières max. par ordre décroissant . Majdel-Maouch	Débit moyen journalier le même jour ou le lendemain en m ³ /s ⁽²⁾ :			
		Le Damour à Jisr el-Jâdi	Le Safa à O. es-Sitt	Le Bou Zébli à Rechmaya	
25/I/1963	208	158.4			
19/2/1962	77	46.2			
10/3/1970	72	données indisponibles	10.8	23.1	
14/I/1968	70	" "	13.8	10.6	
21/II/1964	66	35.7	(3)	(3)	
2/I/1966	57	27.9	3.2	15.7	
17/I/1967	50	données indisponibles	4.0	12.3	

	Jdeidet Chouf	Le Bisri à Marj-Bisri		L'Awali à Saïda	
25/I/1963	123	45.1		55.6	
20/II/1964	105	30.0		39.3	
22/I/1969	99	76.0		126.0	
13/I/1968	94	100.0		27.2	
19/2/1962	93	25.2		54.7	
13/12/1965	88	35.7		79.4	
25/3/1967	87	102.0		48.0	
3/2/1964	82	87.0		105.3	

	Jbaa - Halawi	Le Safniq à :		Le Zahrani à		
		O. el-Leimoun	l'embou chure	O. el -Akhdar	Deir ez-Zahrani	l'embou chure
12/I/1969	91	2.9	4.5	15.3	13.5	11.6
10/3/1970	70	5.7	13.5	11.5	12.9	20.9
16/12/1965	56	0.9	1.9	5.6	4.3	0.8
19/12/1966	55	1.0	2.5	3.5	3.4	2.6
14/I/1968	53	9.5	7.5	17.4	2.8	11.5
20/II/1964	45	1.0	(3)	6.3	10.3	(3)

(1) On a suivi deux critères pour choisir les stations pluviométriques : le premier , qu'elles soient représentatives du bassin versant , le deuxième, qu'elles possèdent une serie homogène de données .

(2) Comme on l'a déjà précisé dans le premier chapitre , dans beaucoup de cas , les maxima des débits sont extrapolés .

(3) Pas encore d'exploitation des stations .

Tableau n° 55 - Débits journaliers maxima sur les onze stations des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban .

Station	Durée d'ob- servation	Débit jour- nalier max.		\bar{Q} m ³ /s	Q_{max}	S km ²
		m ³ /s	l/s/km ²		\bar{Q}	
O. es-Sitt	8	21.76	544	0.89	24.4	40
C. de Rechmaya	8	28.82	554	2.65	10.9	52
Jisr el-Qâdi	18	158.83	859	4.71	33.7	185
El-Hammam	8	27.31	355	1.32	20.7	77
Marj-Bisri	21	102.00	459	4.48	22.8	222
Saïda	21	201.86	682	9.26	21.8	296
O. el-Leimoun	10	13.92	366	0.27	52.3	38
Emb. du Safniq	8	15.83	147	0.45	34.9	108
O. el-Akhdar	10	28.61	609	1.07	26.7	47
Deir ez-Zahrani	10	33.81	476	0.87	38.9	71
Emb. du Zahrani	8	62.11	586	0.82	75.6	106

Tableau n° 56 - Débits moyens journaliers maxima par ordre décroissant sur les onze stations .

Ouadi es-Sitt (1965/66-1972/73)		Centrale de Rechmaya (1965/66-1972/73)		El-Hammam (1965/66-1972/73)	
Date	Q journalier max. m ³ /s	Date	Q journalier max. m ³ /s	Date	Q journalier max. m ³ /s
13/4/1971	21.76	13/4/1971	28.82	23/1/1969	27.31
23/1/1969	19.23	23/3/1969	28.32	14/1/1968	25.63
14/1/1968	13.84	14/1/1968	27.15	26/3/1967	24.78
23/2/1967	13.46	11/3/1970	23.09	13/4/1971	21.54
24/1/1970	10.87	23/2/1967	21.34	14/12/1965	14.02
31/1/1973	7.30	3/1/1966	15.65	11/3/1970	11.52
25/12/1971	6.40	14/12/1971	12.02	14/12/1971	9.91
20/3/1966	3.69	1/2/1973	7.66	8/3/1973	7.20
Jisr el-Qâdi (1949/50-1972/73)		Marj - Bisri (1952/53-1972/73)		Saïda (1952/53-1972/73)	
Date	Q journalier max. m ³ /s	Date	Q journalier max. m ³ /s	Date	Q journalier max. m ³ /s
1968/69	159.44	13/4/1971	142.80	13/4/1971	201.86
25/1/1963	158.83	24/12/1968	102.00	27/12/1968	186.00
1967/68	150.00	9/2/1965	102.00	24/1/1970	165.37
1970/71	123.23	26/3/1967	102.00	14/1/1968	160.00
1969/70	121.11	14/1/1968	100.00	9/2/1965	140.13
31/12/1950	93.36	24/1/1970	94.33	29/2/1956	117.86
7/1/1949	88.73	30/1/1958	88.43	9/2/1962	109.16
19/1/1956	84.79	4/2/1964	87.00	4/2/1964	105.30
18/12/1951	82.37	10/2/1954	78.58	10/2/1953	98.71
30/1/1957	82.09	23/10/1961	73.78	12/1/1954	84.56
19/2/1962	81.91	10/2/1953	70.04	14/12/1965	79.43
10/2/1953	77.72	31/1/1957	66.83	23/3/1967	68.59
10/2/1954	72.05	16/12/1965	55.50	7/3/1973	68.33
31/3/1961	56.15	25/2/1963	54.60	30/1/1957	68.33
14/12/1965	55.48	29/1/1956	53.90	11/12/1962	62.42
22/1/1950	54.79	7/3/1973	49.23	15/2/1961	49.93
8/2/1965	53.51	6/2/1972	45.99	7/12/1957	49.90
20/3/1964	53.50	31/3/1961	44.47	14/12/1971	47.75
19/1/1959	39.95	24/2/1959	36.85	17/3/1955	44.63
16/3/1955	34.87	16/3/1955	34.67	1/1/1959	28.19
23/3/1960	33.31	9/1/1960	23.05	9/1/1960	27.26
10/1/1958	32.05				
1971/72	30.13				

Suite

(Suite tableau n° 56)

Ouadi el-Akhdar (1963/64-1971/72)		Deir ez-Zahrani (1963/64-1971/72)		Embouchure du Zahrani (1965/66-1971/72)	
Date	Q journalier max. m ³ /s	Date	Q journalier max. m ³ /s	Date	Q journalier max. m ³ /s
13/4/1971	28.61	20/1/1969	33.81	13/4/1971	62.11
23/1/1969	25.36	13/4/1971	32.10	23/1/1969	37.16
22/2/1967	18.82	22/2/1967	27.46	11/3/1970	20.85
14/1/1968	17.35	9/2/1965	13.35	23/2/1967	14.48
11/3/1970	11.46	4/2/1964	13.14	14/1/1968	11.49
4/2/1963	8.55	11/3/1970	12.94	24/12/1971	7.14
14/12/1971	8.39	17/1/1968	11.05	3/2/1966	5.53
8/2/1965	8.23	3/2/1966	8.89		
3/2/1966	6.20	14/12/1971	6.50		

Ouadi el-Leimoun (1963/64-1971/72)		Embouchure du Safniq (1965/66-1971/72)	
Date	Q journalier max. m ³ /s	Date	Q journalier max. m ³ /s
13/4/1971	13.92	13/4/1971	15.83
4/2/1964	10.09	6/1/1969	14.32
14/1/1968	9.53	11/3/1970	13.53
20/1/1969	8.41	14/1/1968	7.46
22/2/1967	8.24	26/3/1967	7.17
11/3/1970	5.69	14/12/1971	6.83
14/12/1971	3.51	3/2/1966	5.96
3/2/1966	2.82		
8/1/1965	1.67		

Tableau n° 57 - Coefficient de variation des débits moyens journaliers maxima .

Bassin versant	CV du débit moyen journalier max .	CV de la précipitation journalière max .
Le Safa à Ouadi es-Sitt	0.49	0.61
Le Bou Zébli à Rechmaya	0.36	
L'Hamam avant la confluence	0.42	
Le Damour à Jisr el-Qâdi	0.49	0.13
Le Bisri à Marj-Bisri	0.35	
L'Awali à Safda	0.54	
Le Safniq à O. el-Leimoun	0.53	0.24
Le Safniq à l'embouchure	0.38	
Le Zahrani à O. el-Akhdar	0.51	
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani	0.56	
Le Zahrani à l'embouchure	0.83	

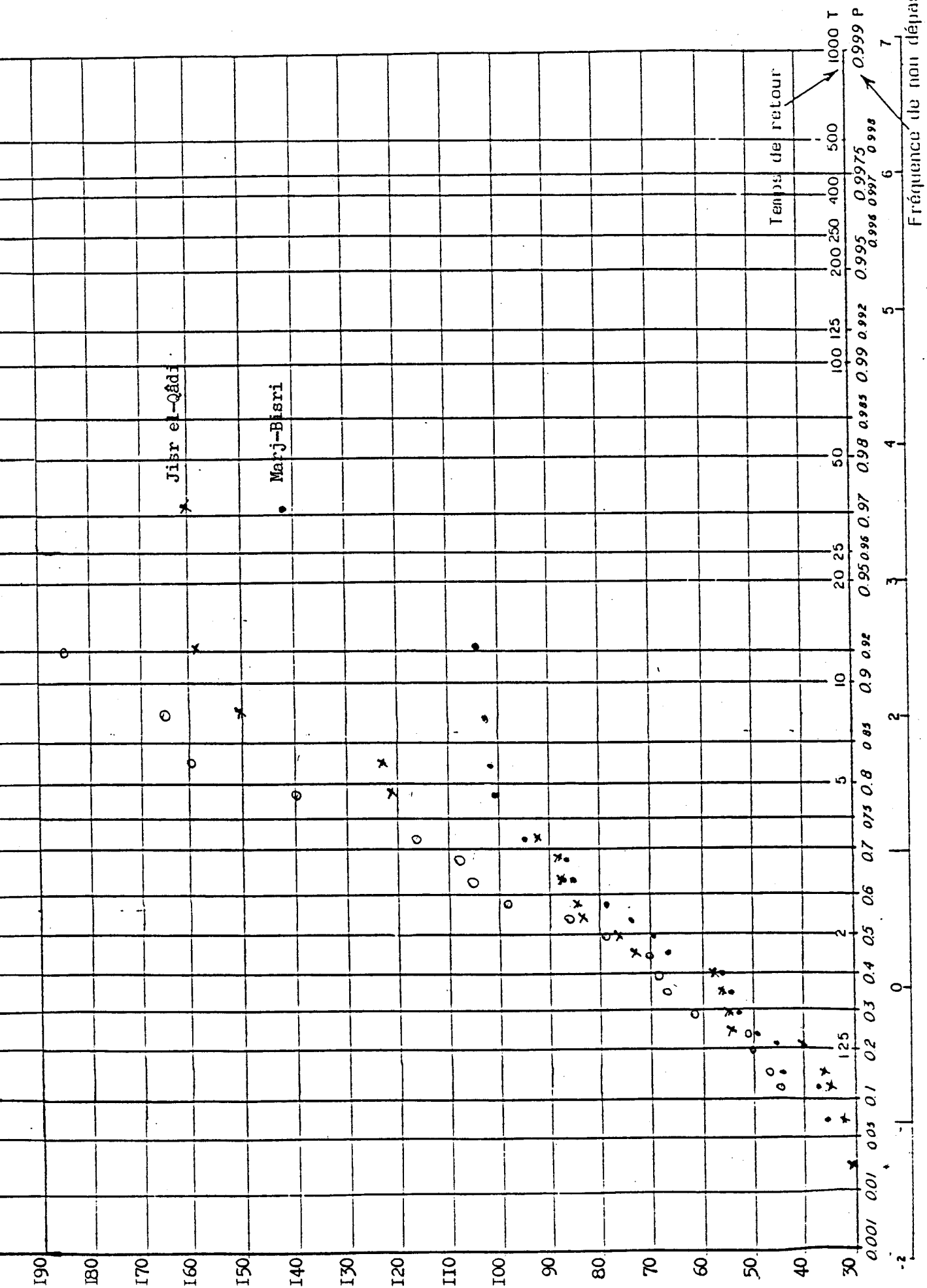


Fig. 52 - Les débits maxima annuels. Ajustement de le loi de GUMBEL à Jibr el-Qâdi (1949/50 - 1972/73), Marj-Bisri(1952/53 - 1972/73) et à Safda (1952/53 - 1972/73) .

Tableau n° 58 - Fréquence du débit moyen journalier (Dmj) égal à 5 à 10 fois la moyenne selon les mois sur les onze stations .

Station	Fréquence du Dmj égal à 5 à 10 fois la moyenne (%) :					
	nov.	déc.	jan.	fév.	mars	avril
Jisr el-Qâdi	0.8	10.2	31.4	31.4	20.3	5.9
C. de Rechmaya	-	30.0	26.6	16.7	16.7	10.0
Ouadi es-Sitt	-	18.9	27.0	27.0	18.9	8.2
El-Hammam	-	20.5	25.6	20.5	28.2	5.2
Ouadi el-Leimoun	-	21.5	25.0	32.0	17.9	3.6
Emb. du SaIniq	-	15.6	27.5	27.5	23.5	5.9
Ouadi el-Akhdar	-	19.5	26.8	24.5	26.8	2.4
Deir ez-Zahrani	-	20.8	27.1	29.1	18.8	4.2
Emb. du Zahrani		18.4	34.2	26.3	15.8	5.3
Marj-Bisri	0.9	14.8	29.6	27.8	23.2	3.7
Saïda	1.9	15.1	24.5	37.7	17.0	3.8

Tableau n° 59 - Fréquence du débit moyen journalier (Dmj) égal à 10 à 20 fois la moyenne selon les mois sur les onze stations.

Station	Fréquence du Dmj égal à 10 à 20 fois la moyenne (%) :				
	déc.	jan.	fév.	mars	avril
Jisr el-Qâdi	9.7	35.5	32.3	12.9	9.7
Ouadi es-Sitt	19.1	28.6	19.1	14.3	19.1
C. de Rechmaya	-	-	-	33.3	66.7
El-Hammam	6.7	46.7	6.7	26.7	13.3
Marj-Bisri	18.4	21.1	31.6	23.7	5.3
Saïda	20.0	30.0	40.0	5.0	5.0
Ouadi el-Leimoun	13.5	29.7	24.3	24.3	8.1
Emb. du SaIniq	20.0	28.6	20.0	20.0	11.4
Ouadi el-Akhdar	11.8	47.1	11.8	17.7	11.8
Deir ez-Zahrani	8.3	41.7	20.8	20.8	8.3
Emb. du Zahrani	7.7	46.2	7.7	23.1	15.4

Tableau n° 60 - Dates des épisodes de crues supérieures à 20 fois la moyenne sur les onze stations .

Station	Date de l'épisode	Date du débit de pointe	Dmj su-(I) périeur		Qi Dmj
			à 20 fois la moyenne (m ³ /s)	Débit instantané	
Ouadi es-Sitt	II au 15/4/1971	13	21.76	60.4	2.78
	18 au 30/1/1969	23	19.23	34.0	1.77
C. de Rechmaya	II au 22/4/1971	13	28.82	71.8	2.49
	18 au 27/3/1969	23	28.32	34.7	1.23
El-Hammam	18 au 25/1/1969	23	27.31	68.2	2.50
	12 au 26/1/1968	14	25.63	34.6	1.35
Jisr el-Qâdi ⁽²⁾	22/1 au 2/2/1963	25	158.83	303.0	1.91
Marj-Bisri	6 au 13/2/1965	9	102.00	-	-
	21/3 au 3/4/1967	26	102.00	206.4	2.02
	9 au 21/1/1968	14	100.00	159.0	1.59
	18 au 31/1/1970	24	94.33	139.0	1.47
Safda	II au 16/4/1971	13	201.86	644.0	3.19
	22/12/1968 au 1/1/1969	27	186.00	321.0	1.73
Ouadi el-Leimon	II au 16/4/1971	13	13.92	34.0	2.44
	2 au 8/2/1964	4	10.09	14.6	1.45
	12 au 23/1/1968	14	9.53	20.3	2.13
	17 au 25/1/1969	20	8.41	33.2	3.95
	20 au 28/2/1967	22	8.24	26.0	3.16
Emb. du Safniq	II au 16/4/1971	13	15.83	31.5	1.99
	23/12/1968 au 4/1/1969	26	13.91	43.8	3.15
	9 au 18/3/1970	11	13.53	28.1	2.08
Ouadi el-Akhdar	II au 15/4/1971	13	28.61	49.7	1.74
	18 au 31/1/1969	23	25.36	41.2	1.62
Dei ez-Zahrani	18 au 31/1/1969	20	33.81	63.3	1.87
	II au 25/4/1971	13	32.04	56.3	1.76
	16 au 28/2/1967	22	27.46	101.2	3.69
Emb. du Zahrani	II au 27/4/1971	13	62.11	132.0	2.13
	18 au 31/1/1969	23	37.16	89.0	2.39
	9 au 18/3/1970	11	20.85	38.3	1.84

(1) Excepté le Dmj à la Centrale de Rechmaya qui n'a pas dépassé 20 fois la moyenne pendant la période d'étude .

(2) La période d'observation est limitée ici à 1949/50-1965/66 .

Tableau n° 61 - Recensement des crues supérieures à 10 fois la moyenne selon les mois sur les onze stations .

Station	S km ²	Période d'observation	Q m ³ /s	- Nombre des crues par mois :				
				déc.	jan.	fév.	mars	avril
Jisr el-Qâdi	185	1949/49-1965/66	4.71	3	11	10	4	3
O. es-Sitt	40	1965/66-1972/73	0.89	4	6	4	3	4
C. de Rechmaya	52	1965/66-1972/73	2.65	-	-	-	1	2
El-Hammam	77	1965/66-1972/73	1.32	1	7	1	4	2
Marj - Bisri	222	1952/53-1972/73	4.48	7	8	12	9	2
Safda	296	1952/53-1972/73	9.26	4	6	8	1	1
O. el-Leimoun	38	1963/64-1972/73	0.27	5	11	9	9	3
Emb. du Safniq	108	1965/66-1972/73	0.45	7	10	7	7	4
O. el-Akhdar	47	1963/64-1972/73	1.07	2	8	2	3	2
Deir ez-Zahrani	71	1963/64-1972/73	0.87	2	10	5	5	2
Emb. du Zahrani	106	1965/66-1972/73	0.82	1	6	1	3	2

Tableau n° 62 - Crues secondaires (10 à 20 fois la moyenne) pendant la période d'étude sur les onze stations .

Station	Crues comprises entre :		Nbre de crues		Soit une crue secondaire tous les :
O. es-Sitt	10.88	et 13.84 m ³ /s	3	crues /8 ans	2.7 ans
C. de Rechmaya	27.15	28.82	3	8	2.7 "
El-Hammam	14.02	25.63	4	8	2.0 "
Jisr el-Qâdi	53.50	93.36	13	23	1.3 an
Marj - Bisri	44.18	88.43	13	21	1.6 "
Safda	98.71	165.37	7	21	3.0 ans
O. el-Leimoun	2.82	3.51	2	9	4.5 "
Emb. du Safniq	5.96	7.46	4	7	1.8 an
O. el-Akhdar	11.46	18.82	3	9	3.0 ans
Deir ez-Zahrani	11.05	13.35	4	9	2.3 "
Emb. du Zahrani	11.44	14.48	2	7	3.5 "

Tableau n° 6I - Recensement des crues supérieures à 10 fois la moyenne selon les mois sur les onze stations .

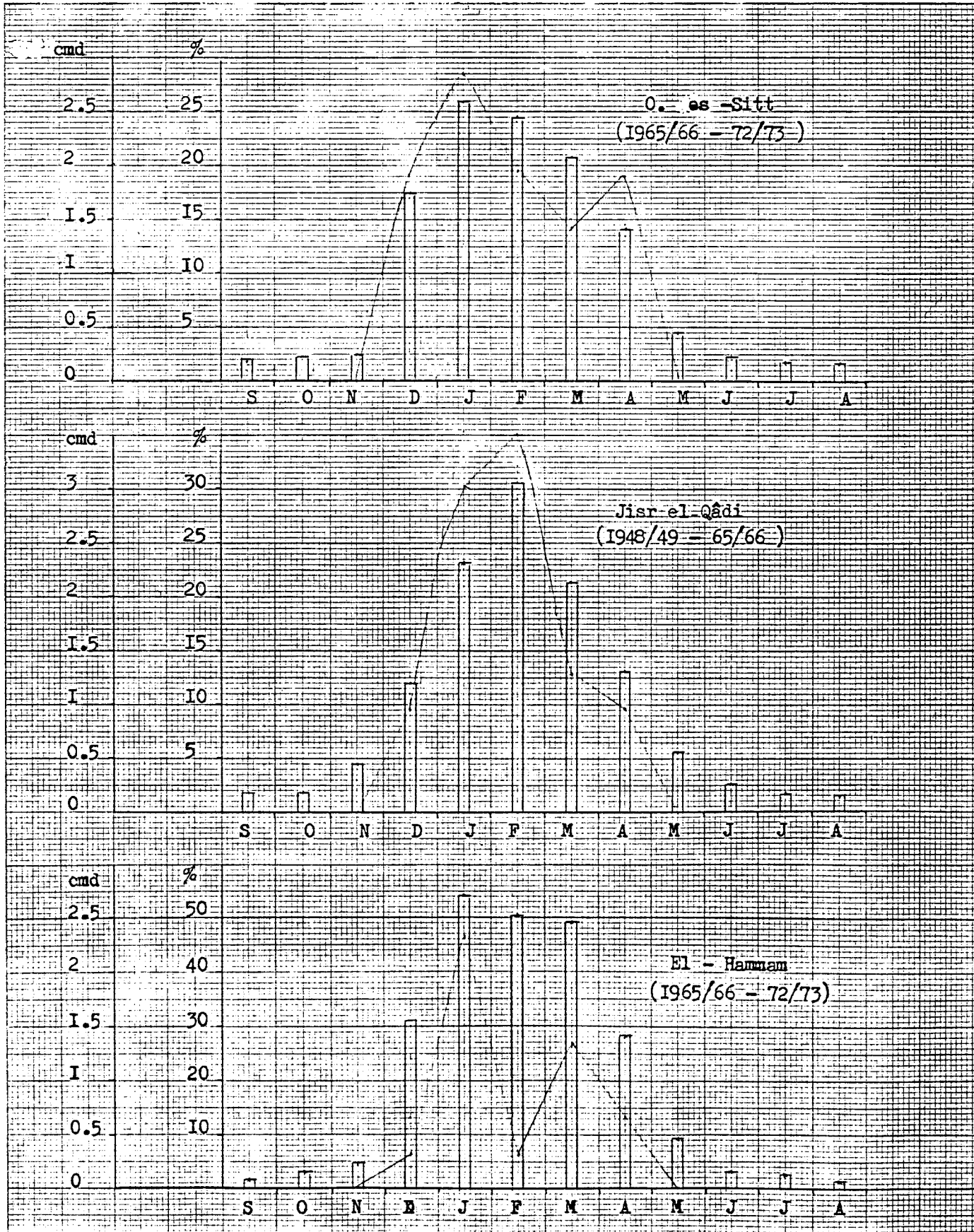
Station	S km ²	Période d'observation	\bar{Q} m ³ /s	Nombre des crues par mois :				
				déc.	jan.	fév.	mars	avril
Jisr el-Qâdi	185	1949/49-1965/66	4.71	3	11	10	4	3
O. es-Sitt	40	1965/66-1972/73	0.89	4	6	4	3	4
C. de Rechmaya	52	1965/66-1972/73	2.65	-	-	-	1	2
El-Hammam	77	1965/66-1972/73	1.32	1	7	1	4	2
Marj - Bisri	222	1952/53-1972/73	4.48	7	8	12	9	2
Saïda	296	1952/53-1972/73	9.26	4	6	8	1	1
O. el-Leimoun	38	1963/64-1972/73	0.27	5	11	9	9	3
Emb. du Safniq	108	1965/66-1972/73	0.45	7	10	7	7	4
O. el-Akhdar	47	1963/64-1972/73	1.07	2	8	2	3	2
Deir ez-Zahrani	71	1963/64-1972/73	0.87	2	10	5	5	2
Emb. du Zahrani	106	1965/66-1972/73	0.82	1	6	1	3	2

Tableau n° 62 - Crues secondaires (10 à 20 fois la moyenne) pendant la période d'étude sur les onze stations .

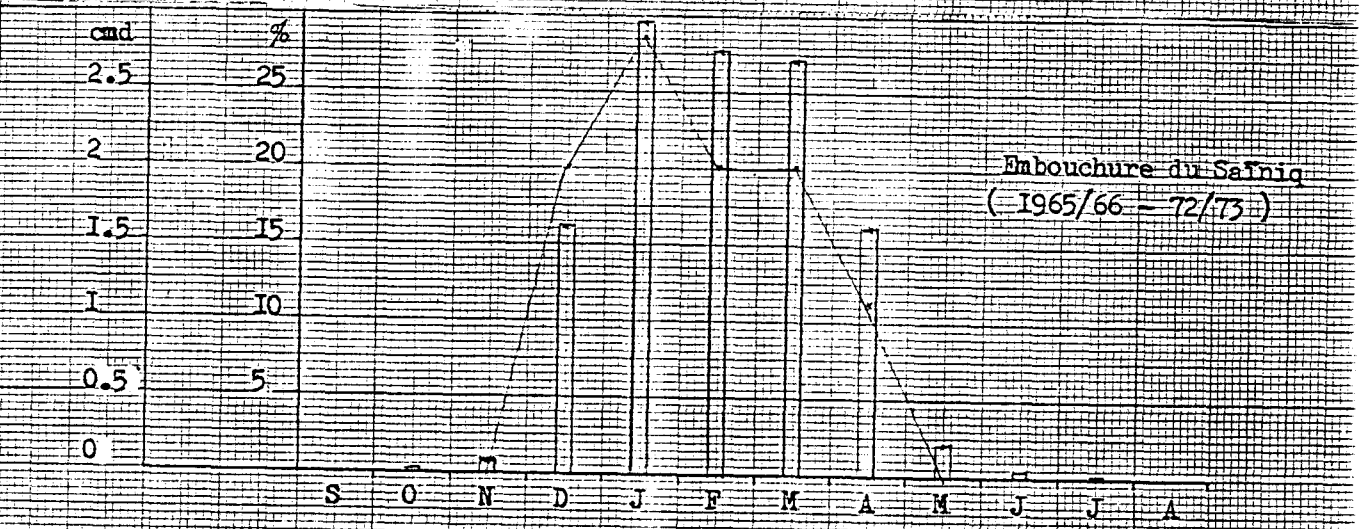
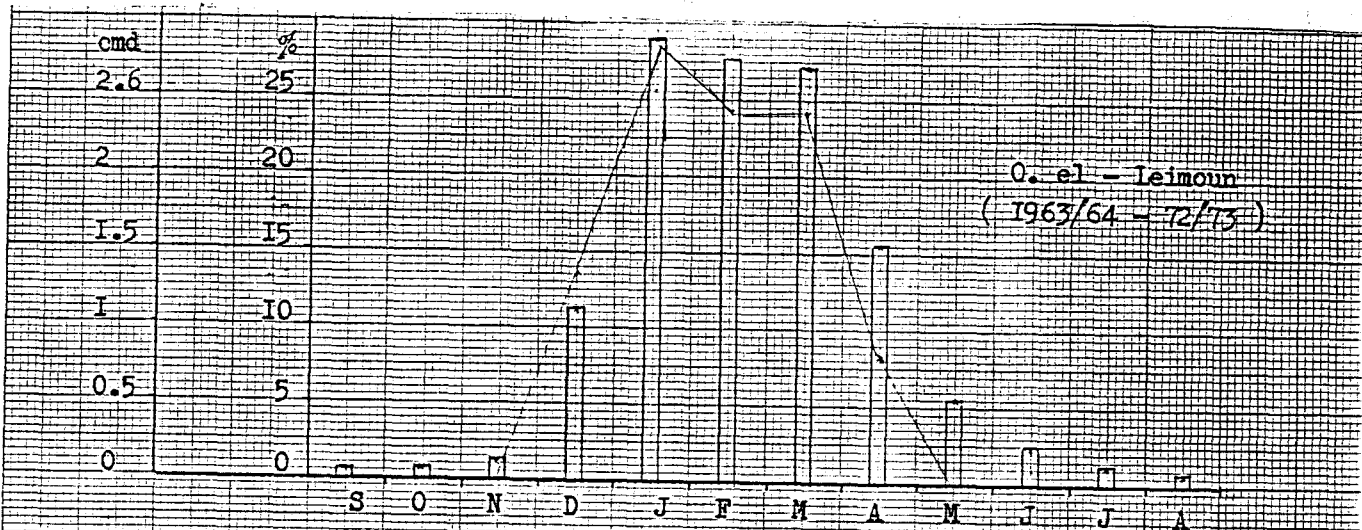
Station	Crues comprises entre :	Nbre de crues	Soit une crue secondaire tous les :
O. es-Sitt	10.88 et 13.84 m ³ /s	3 crues / 8 ans	2.7 ans
C. de Rechmaya	27.15 28.82	3 8	2.7 "
El-Hammam	14.02 25.63	4 8	2.0 "
Jisr el-Qâdi	53.50 93.36	13 23	1.8 an
Marj - Bisri	44.18 88.43	13 21	1.6 "
Saïda	98.71 165.37	7 21	3.0 ans
O. el-Leimoun	2.82 3.51	2 9	4.5 "
Emb. du Safniq	5.96 7.46	4 7	1.8 an
O. el-Akhdar	11.46 18.82	3 9	3.0 ans
Deir ez-Zahrani	11.05 13.35	4 9	2.3 "
Emb. du Zahrani	11.44 14.48	2 7	3.5 "

Fig . 53 - Courbes de fréquence des crues (supérieures à 10 fois la moyenne) comparées aux régimes du Damour et ses affluents , de l'Awali - Bisri , du Saïniq et du Zahrani

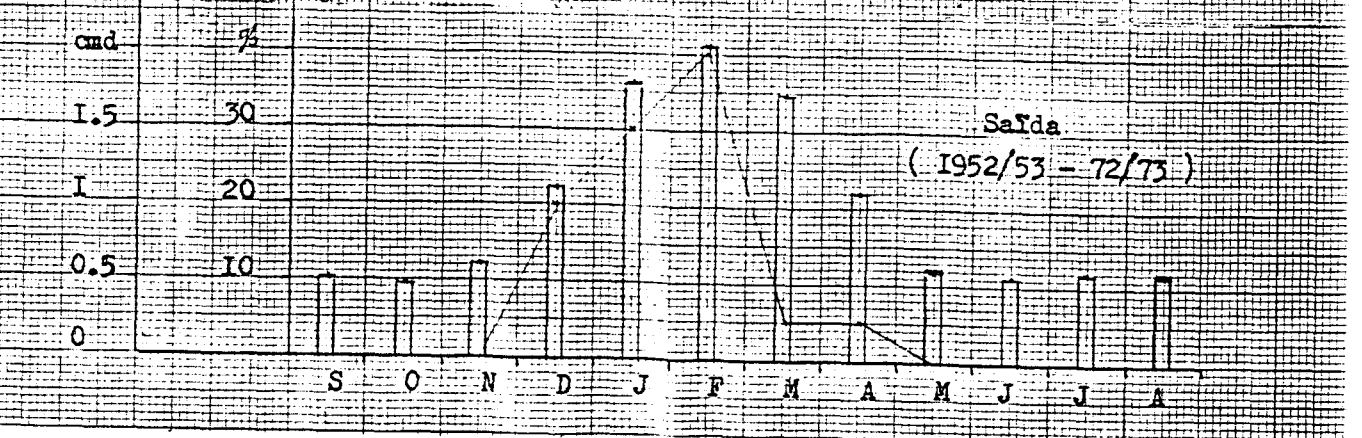
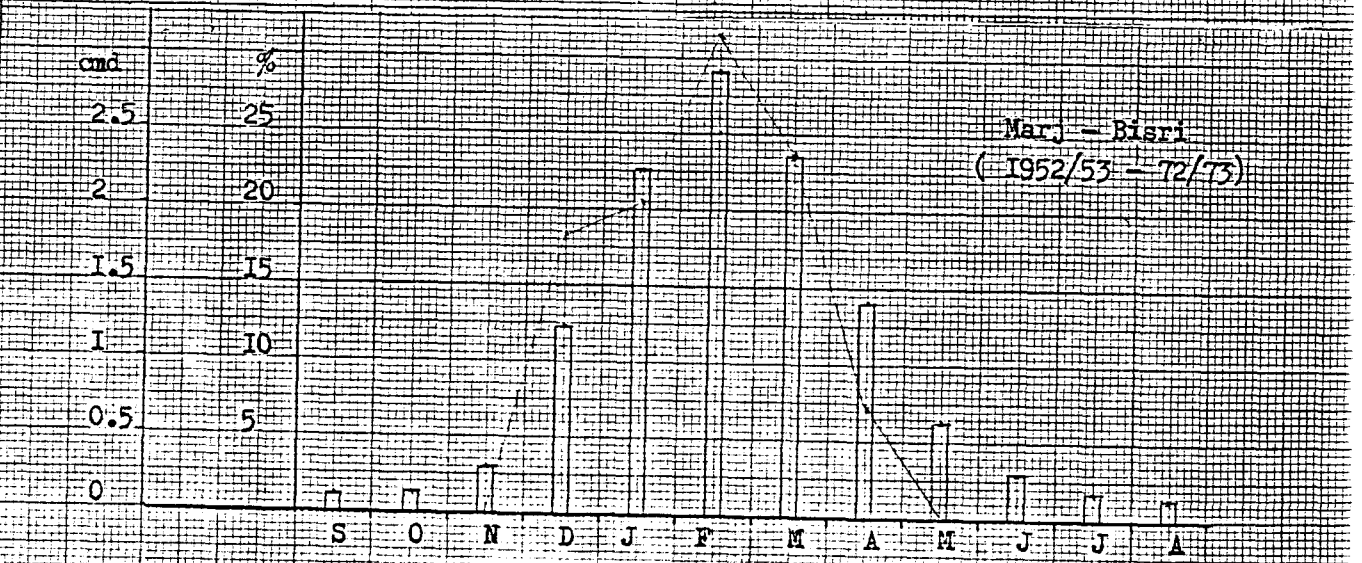
Coefficient mensuel de débit : cmd
 Fréquence des crues : %



PAPETERIES CANSON & MONTGOLFIER S.A. FABRIQUE



PAPETERIES CANSON & MONTGOLFIER S.A. FABRIQUE I



PAPETERIES CAISON & MONTGOLFIER S.A. FABRIQUE EN FRANCE

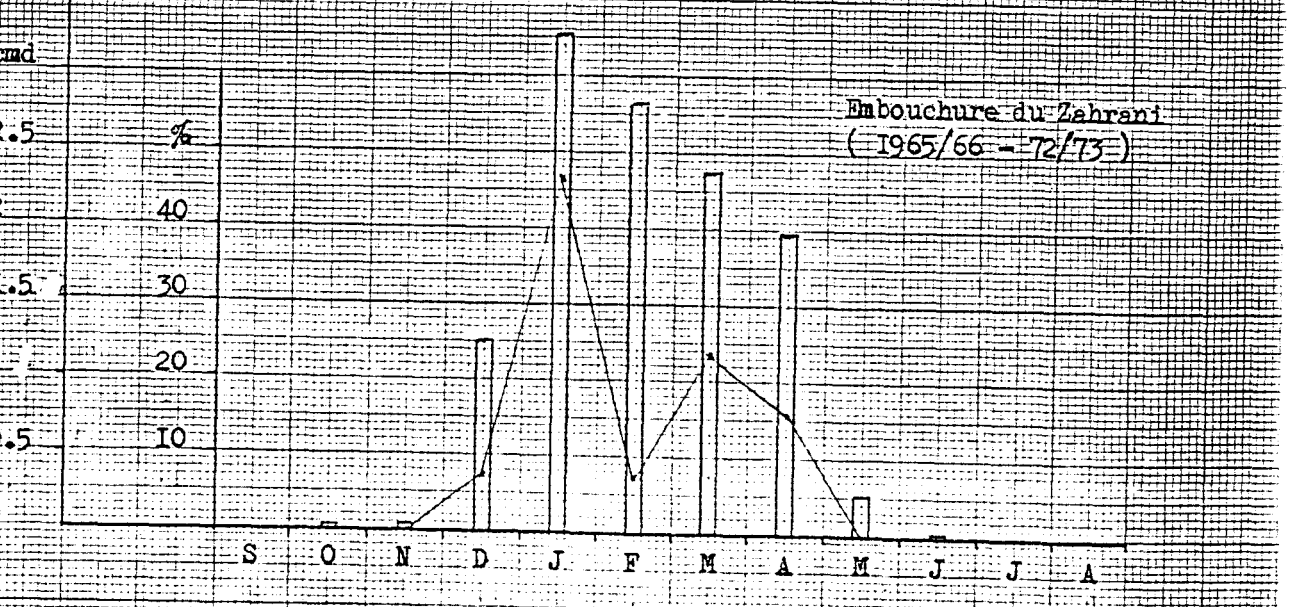
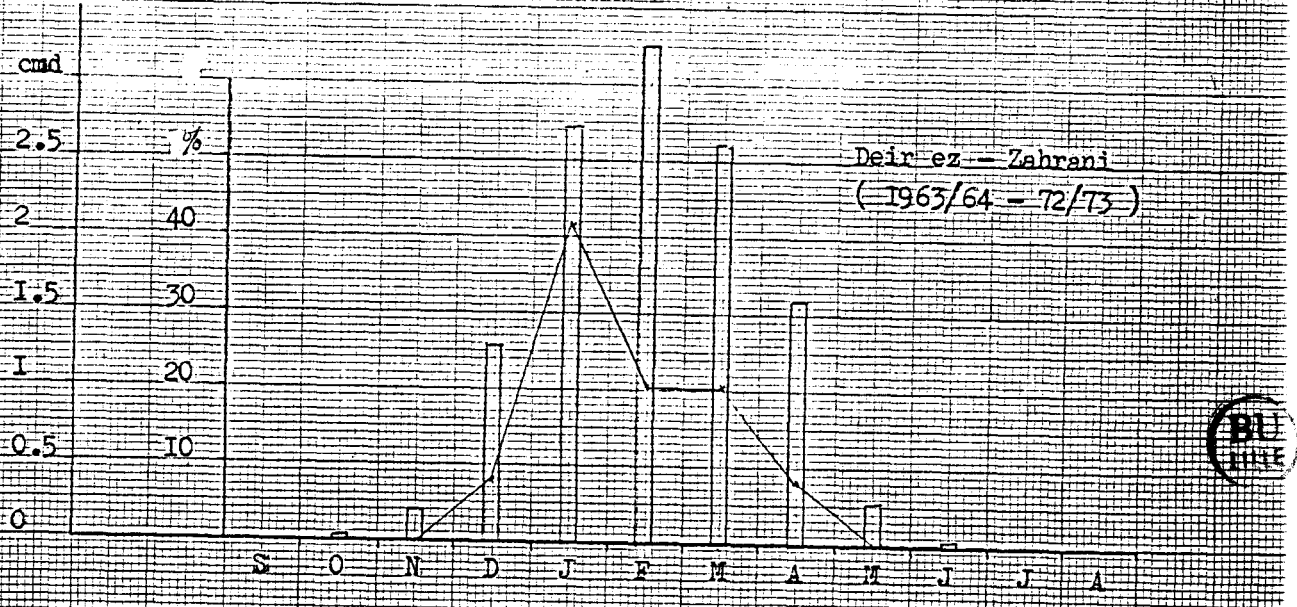
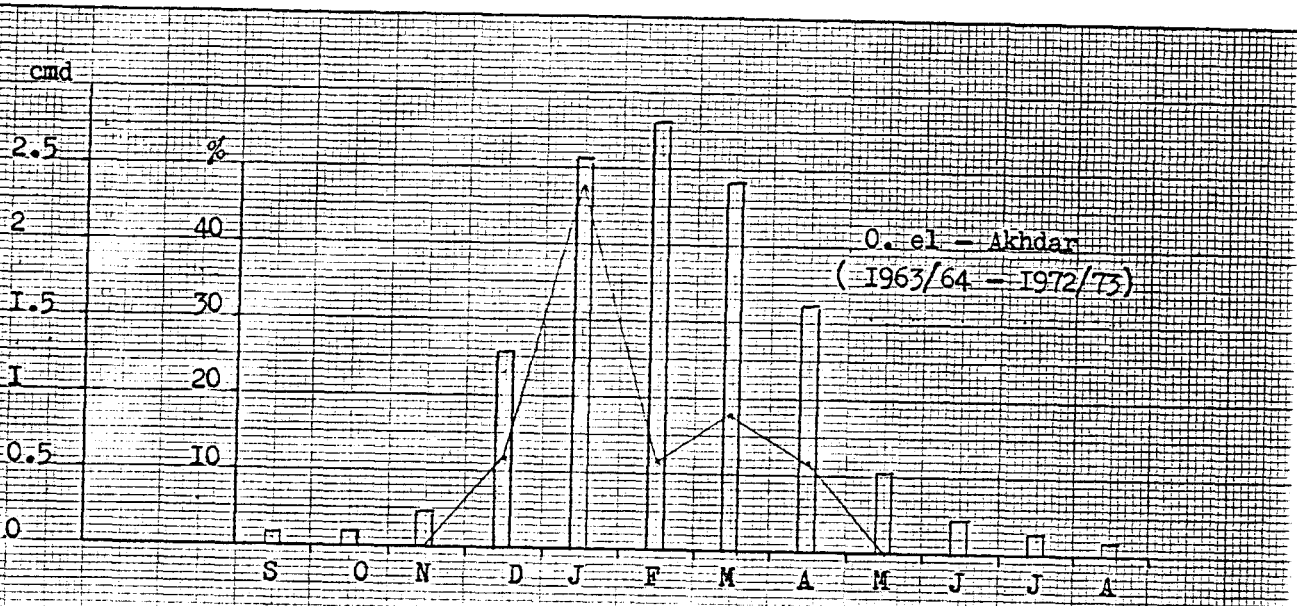


Fig. 54 - Crues des 14 et 18 janvier 1968 (a) et du 21 mars 1969 (b) à la Centrale de Rechmaya .

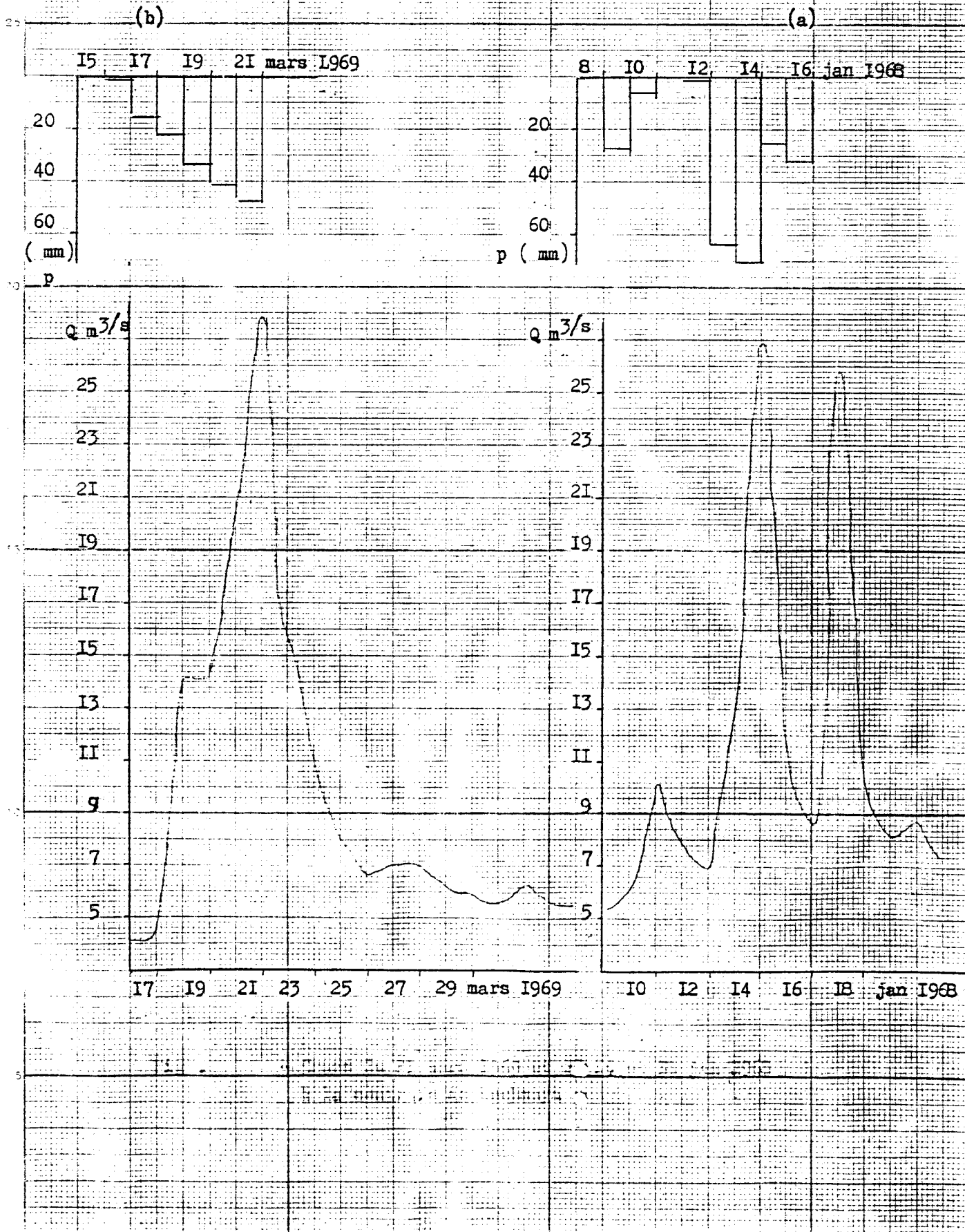


Fig . 55 - Situation synoptique du 14 jan 1968

(d'après BLANCHET (G.), op. cit.)

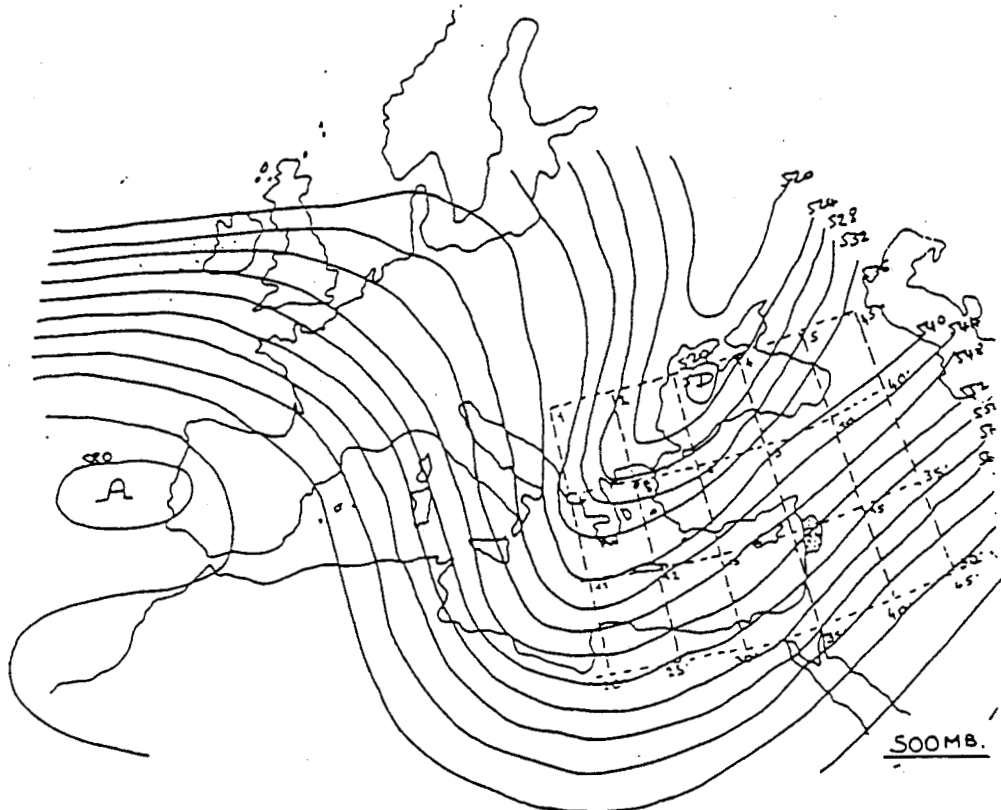
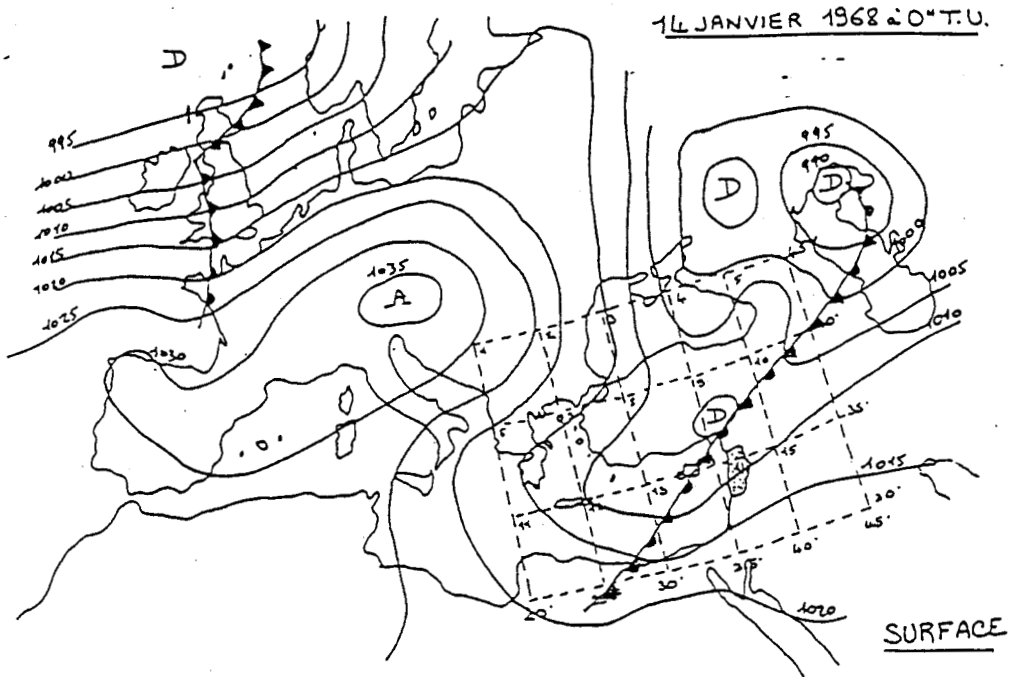


Fig. 56 à 63 - Courbes d'évolutions des crues supérieures à 20 fois la moyenne et diagrammes de précipitations à la même date sur les différentes stations du Damour, du Safniq de l'Awali - Bisri et du Zahani (1960/61 - 1972/73)

NB :- Les crues sont classées par ordre chronologique
- Il était difficile d'obtenir les données du pluviomètre concernant la crue du 13 avril 1971, les précipitations sont donc approximatives.

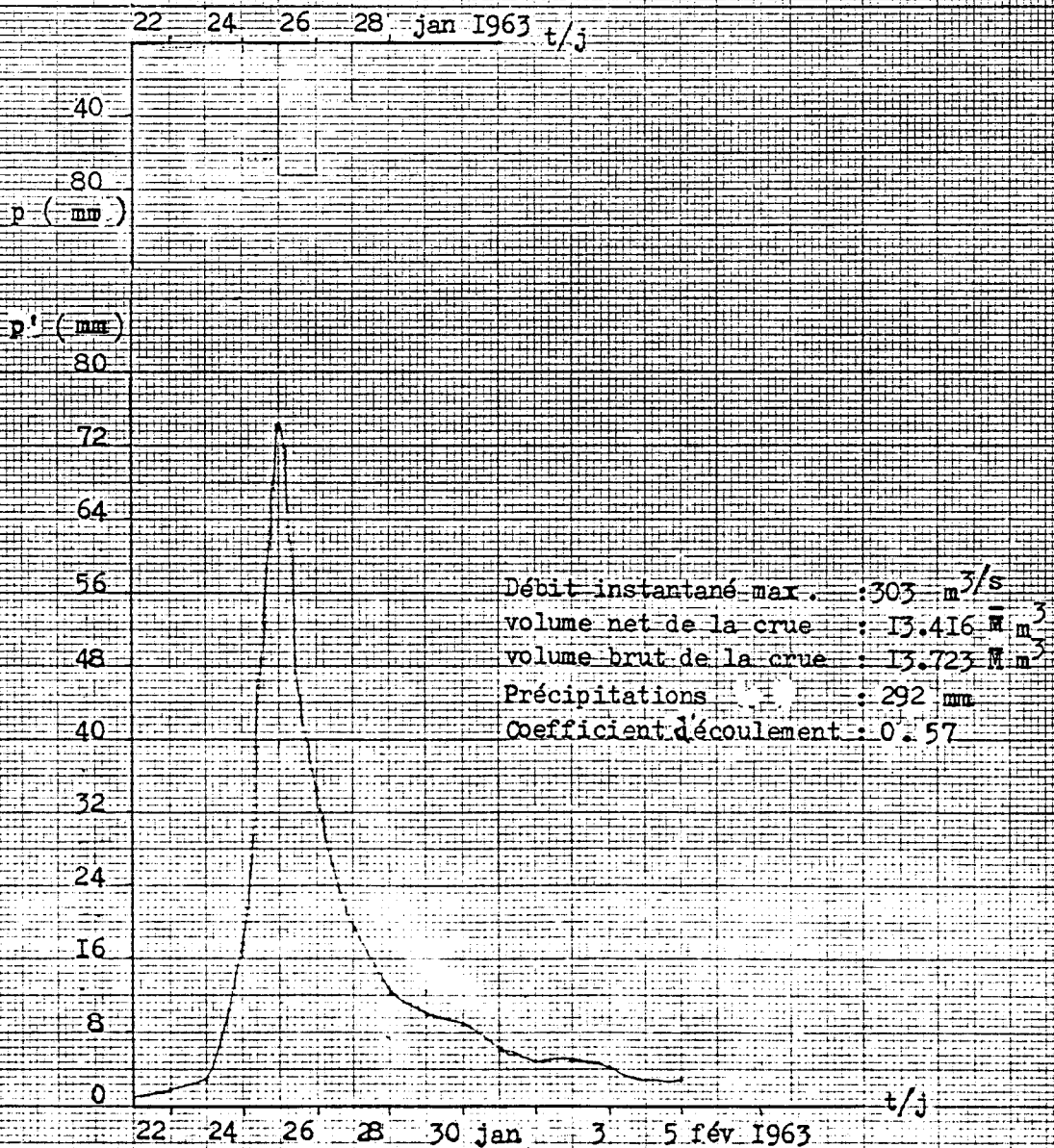
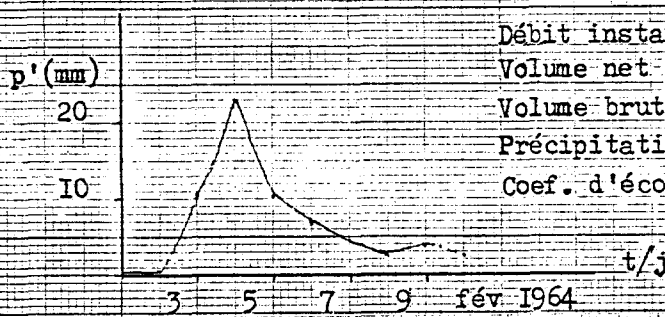
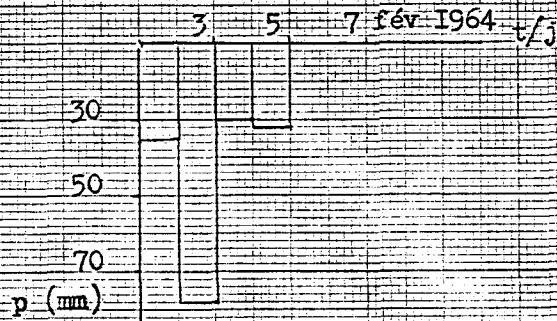


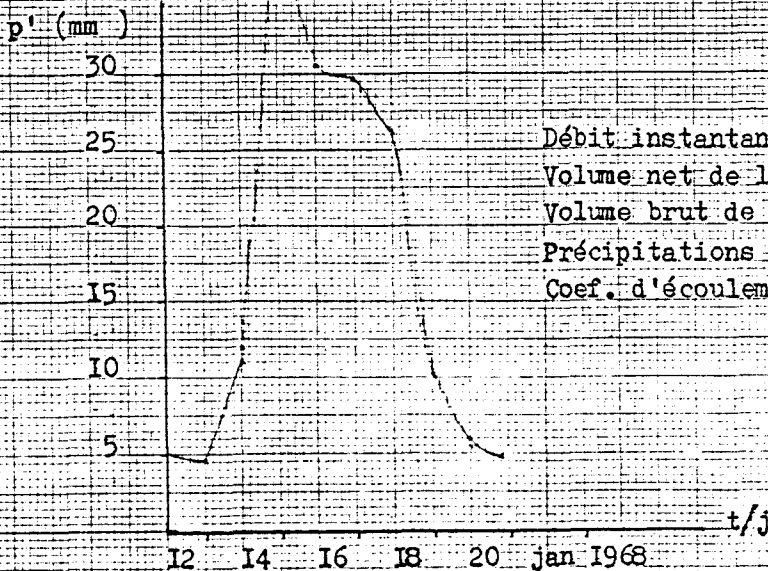
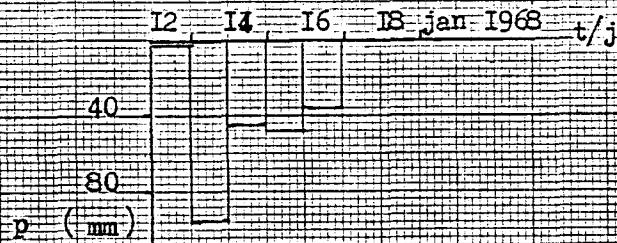
Fig. 56 - Crue du 25 jan 1963 à Jisr el - Qâdi

(a)



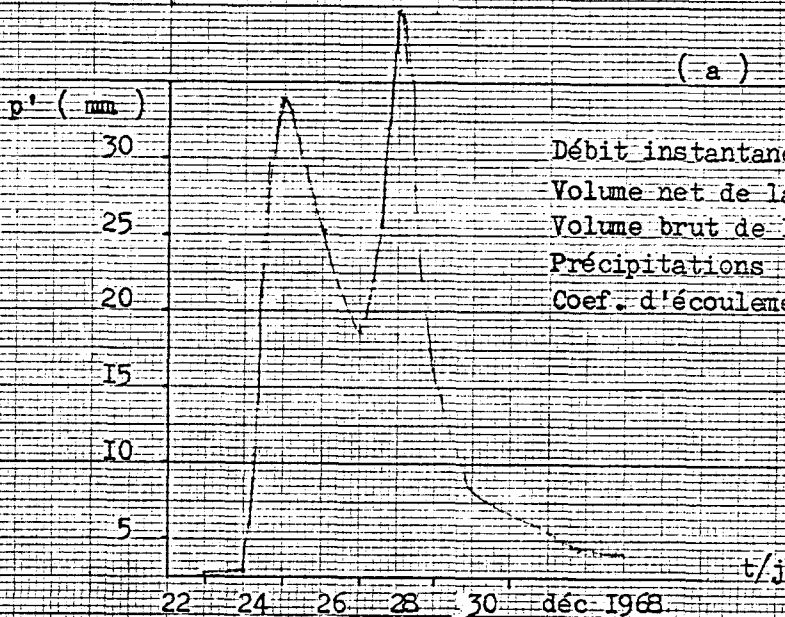
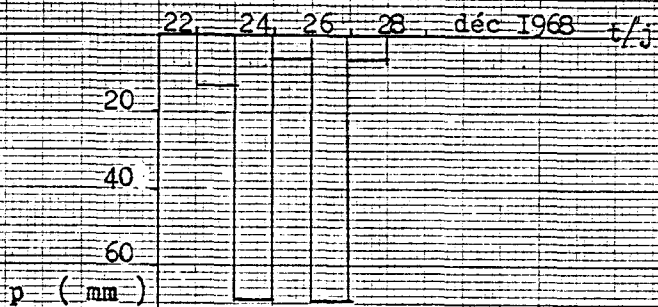
Débit instantané max. : 14.62 m³/s
 Volume net de la crue : 0.864 M m³
 Volume brut de la crue : 0.871 M m³
 Précipitations : 176 mm
 Coef. d'écoulement ($\frac{p'}{p}$) : 0.30

(b)



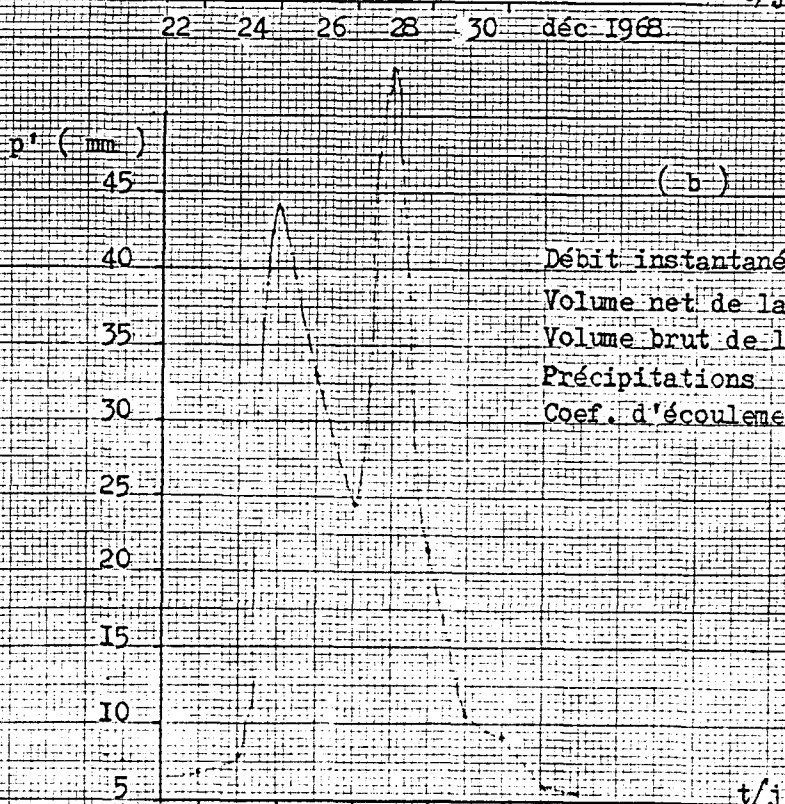
Débit instantané max. : 158 m³/s
 Volume net de la crue : 7.690 M m³
 Volume brut de la crue : 8.640 M m³
 Précipitations : 224 mm
 Coef. d'écoulement ($\frac{p'}{p}$) : 0.55

Fig.57 - Crue du 4 fév. 1964 à O. el-Leimoun (a) et du 14 jan. 1968 à Marj-Bisri (b)



(a)

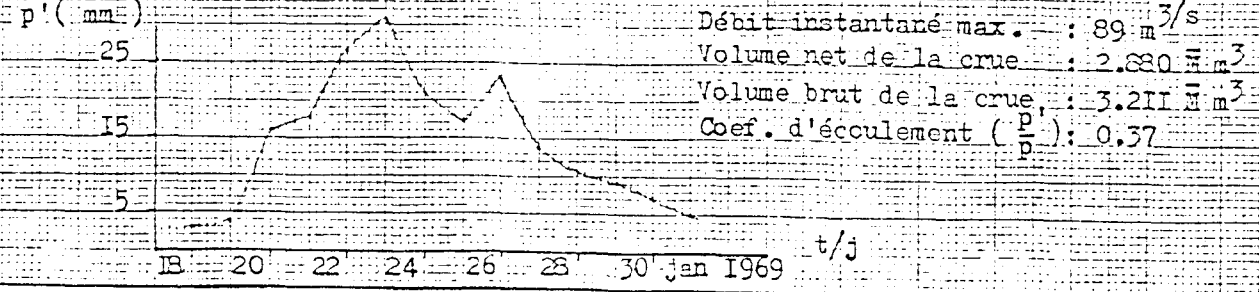
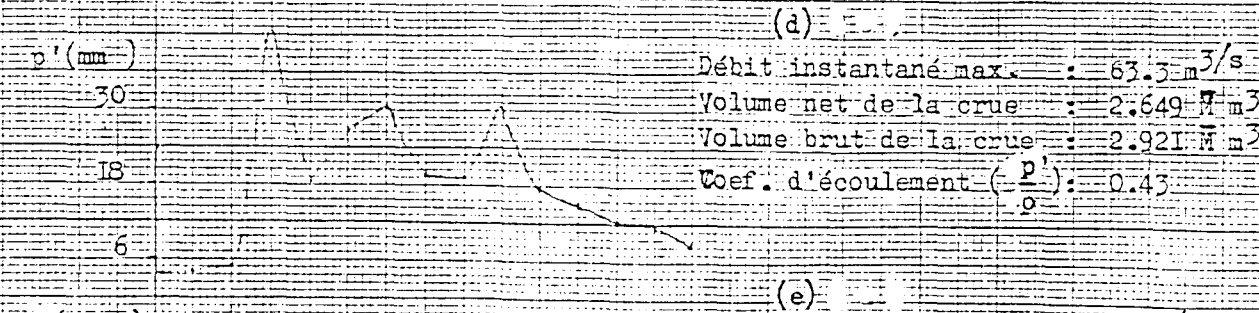
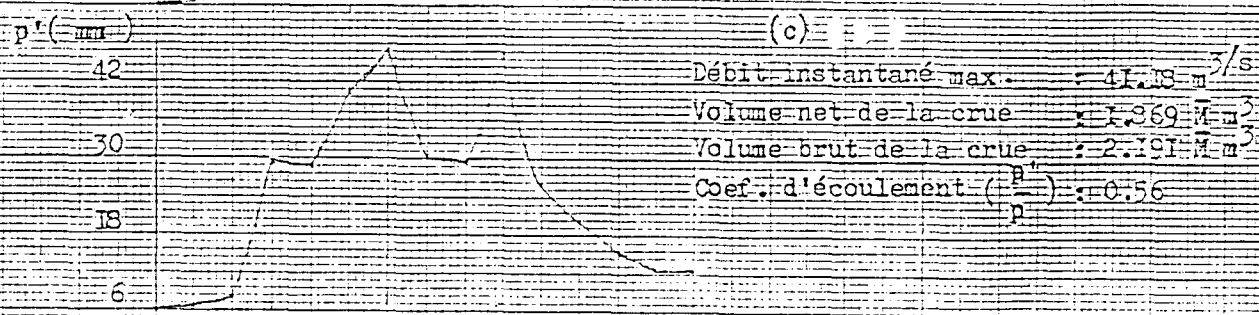
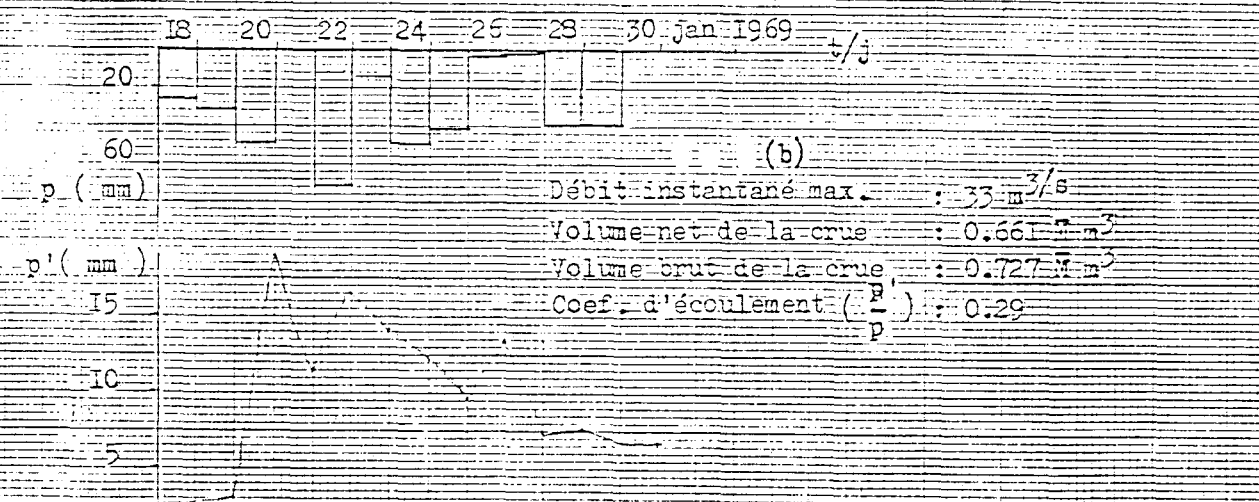
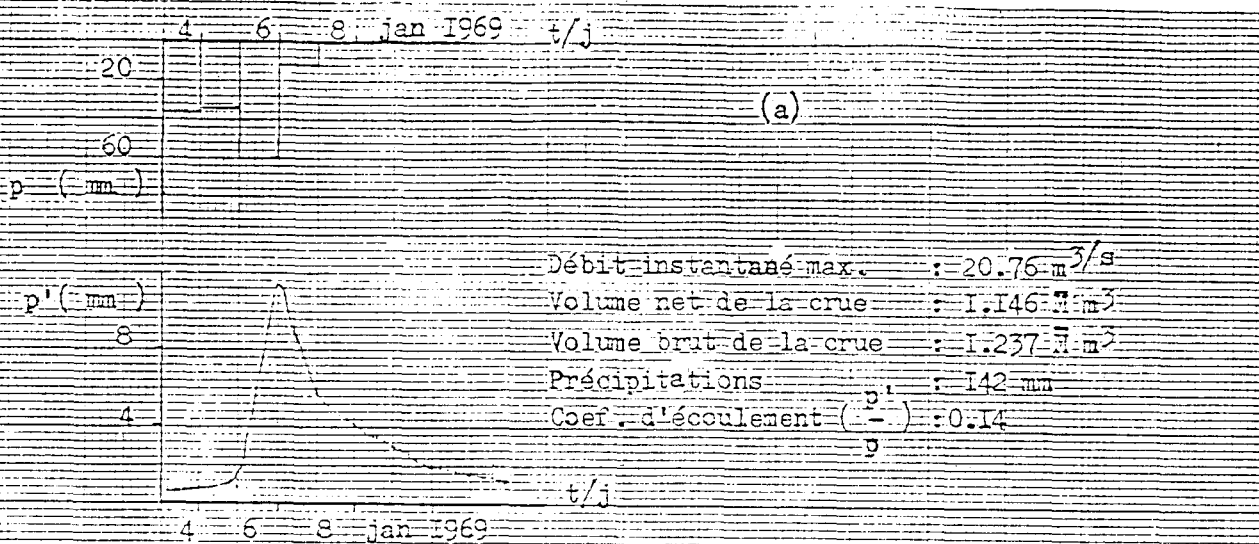
Débit instantané max. : 180 m³/s
 Volume net de la crue : 8.23 M m³
 Volume brut de la crue : 8.813 M m³
 Précipitations p' : 163 mm
 Coef. d'écoulement ($\frac{p'}{p}$) : 0.8



(b)

Débit instantané max. : 321 m³/s
 Volume net de la crue : 13.961 M m³
 Volume brut de la crue : 16.070 M m³
 Précipitations p' : 163 mm
 Coef. d'écoulement ($\frac{p'}{p}$) : 0.91

Fig. 58 - Crue du 27 déc 1968 à Marj - Bisri (a) et à Safda (b).



PAPETERIES CANSON & MONTIGOLIER S A LAIROUE EN FRANCE

g. 59 - Crue du 6 jan. 1969 à l'embouchure du Saïniq (a), du 20 au 28 jan. 1969 à O. el-Leinoun (b), à O. el-Akhdar (c), à Deir ez-Zahrani (d) et à l'embouchure du Zahrani (e).

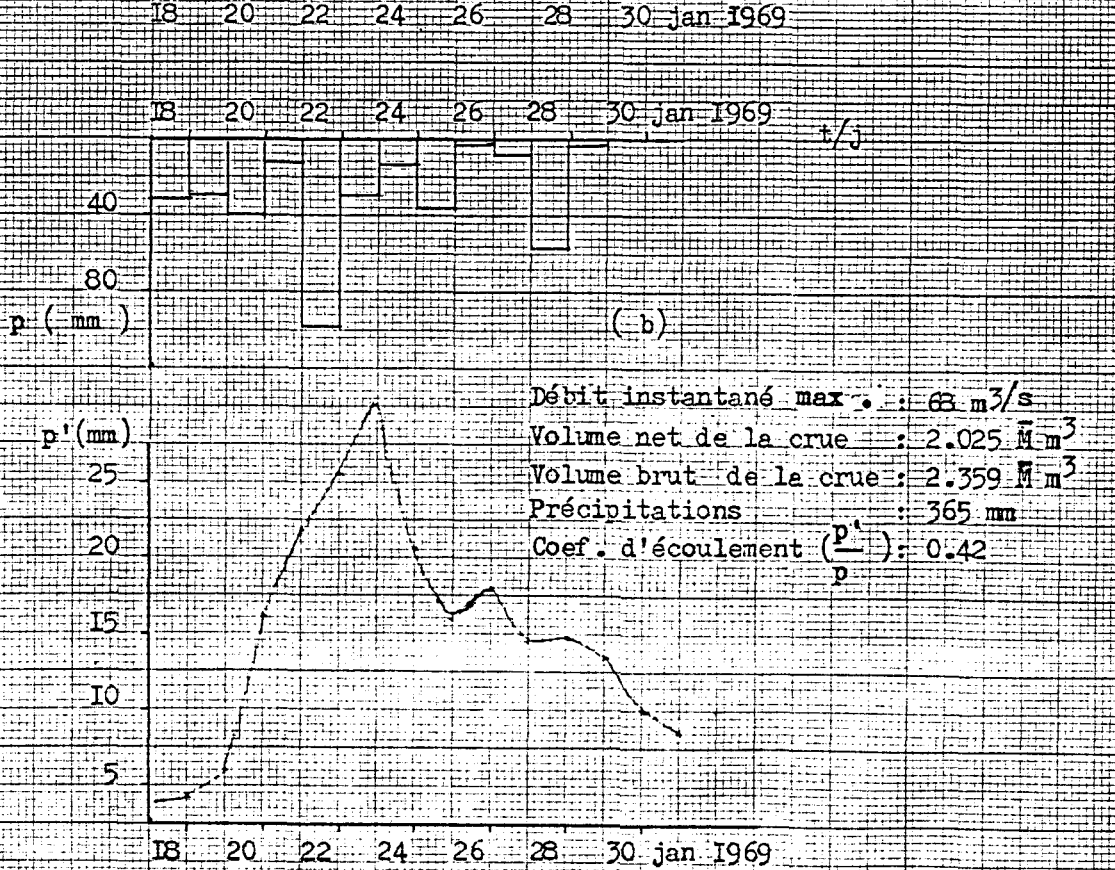
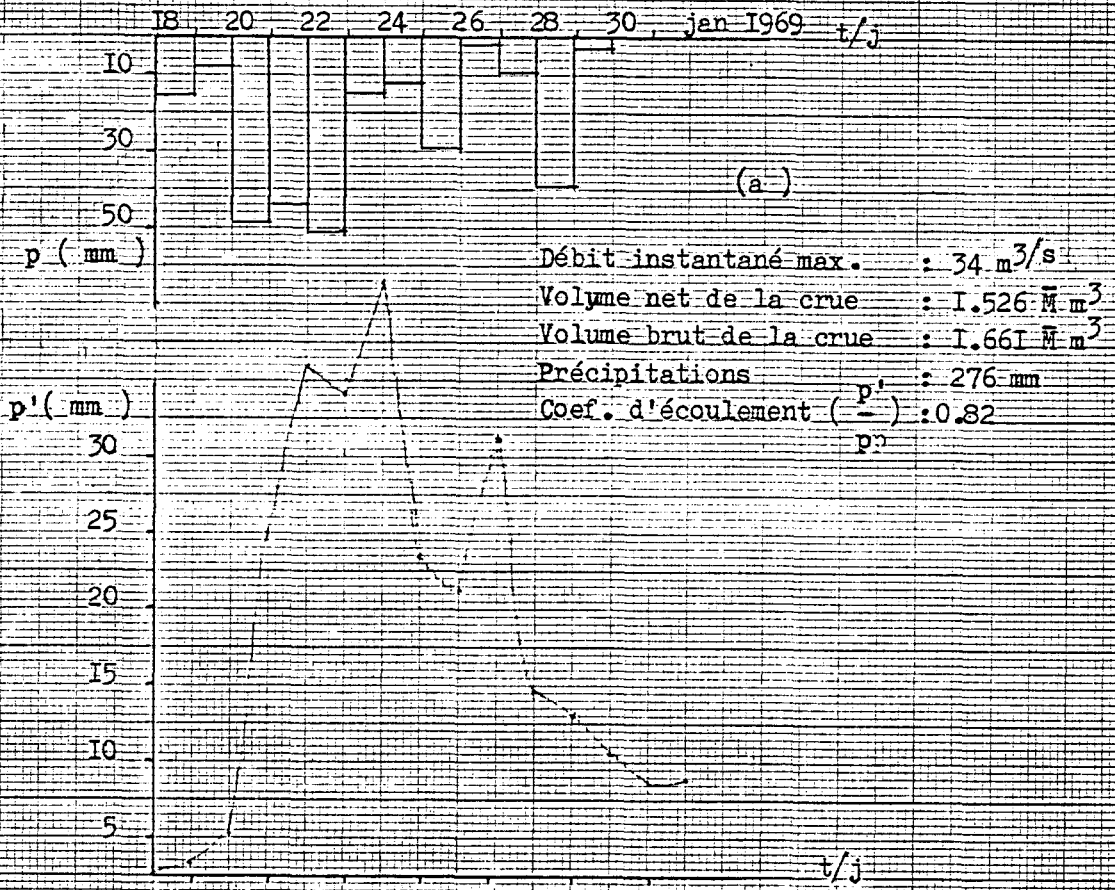


Fig. 60 - Crue du 23 jan 1969 à O. es - Sitt (a) et à el - Hammam (b)

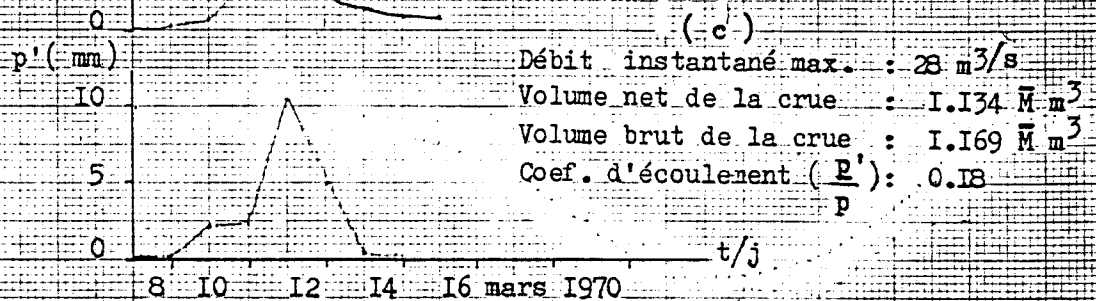
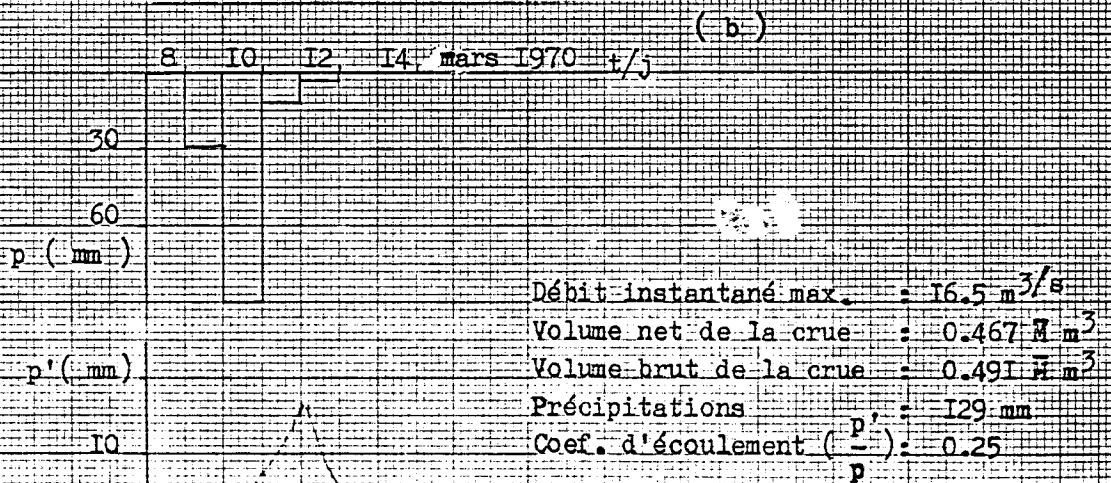
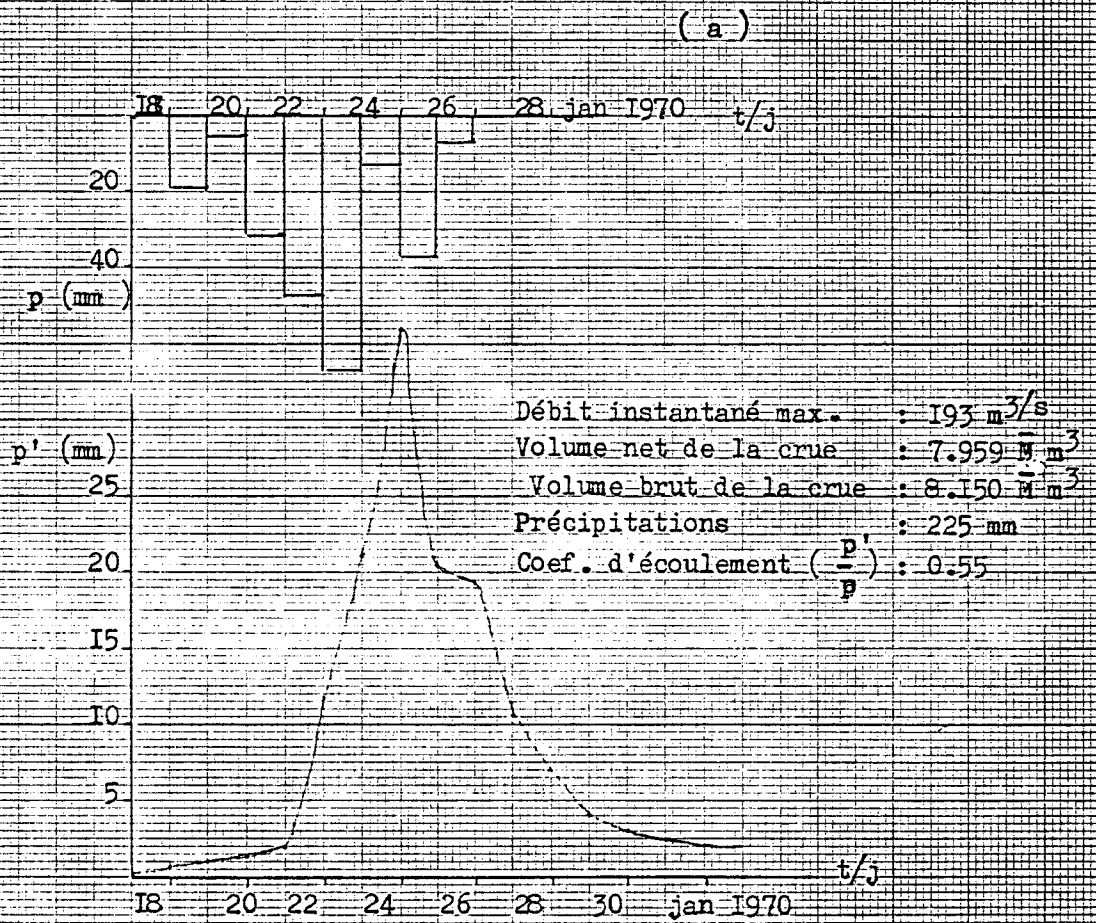


Fig. 61 - Crue du 24 jan. 1970 à Marj-Bisri (a) et du 11 mars 1970 à O. el-Leimoun (b) et à l'embouchure du Sefniq (c).

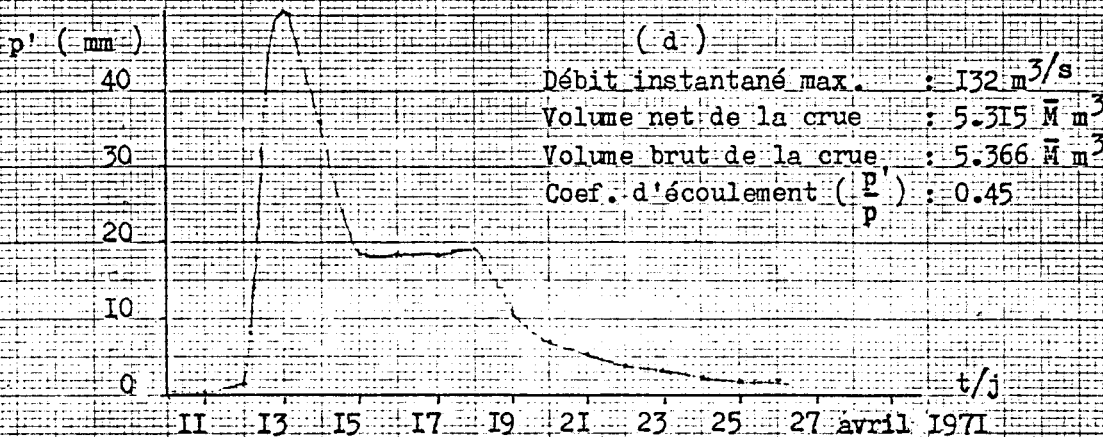
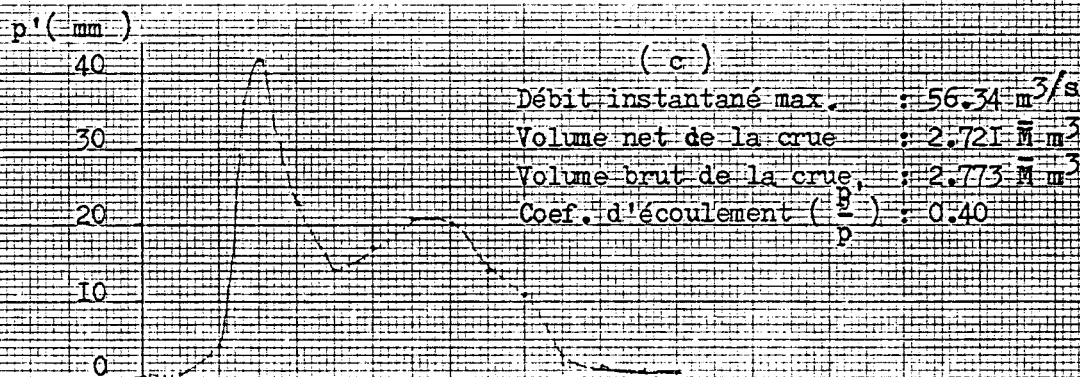
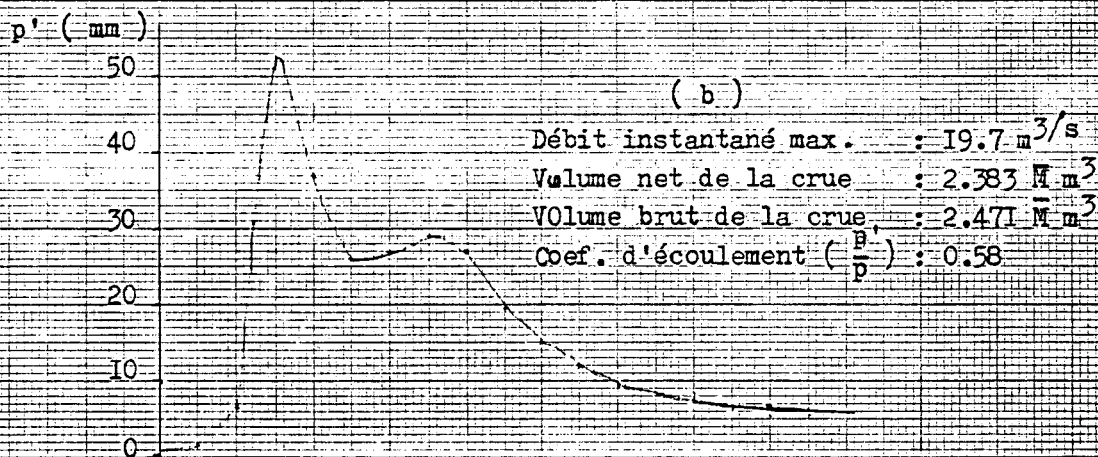
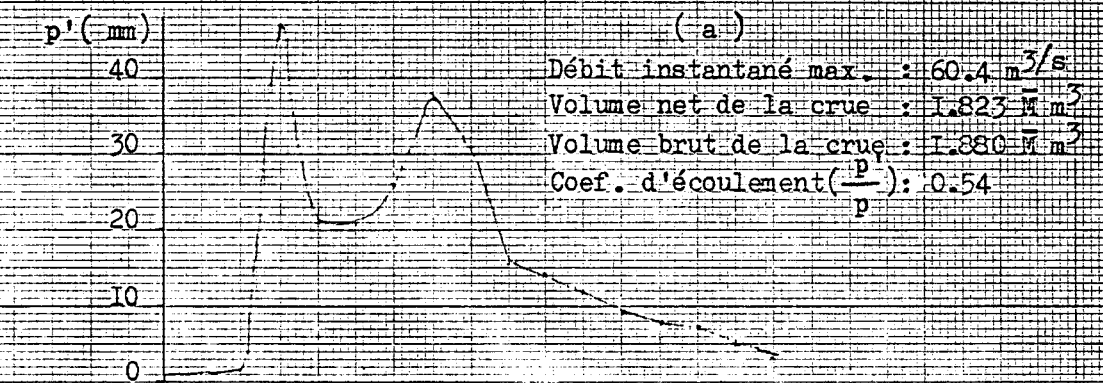


Fig. 62 - Crue du 13 avril 1971 à O. es - Sitt (a), à O. el - Akhdar (b), à Deir ez - Zahrani (c) et à l'embouchure du Zahrani (d)

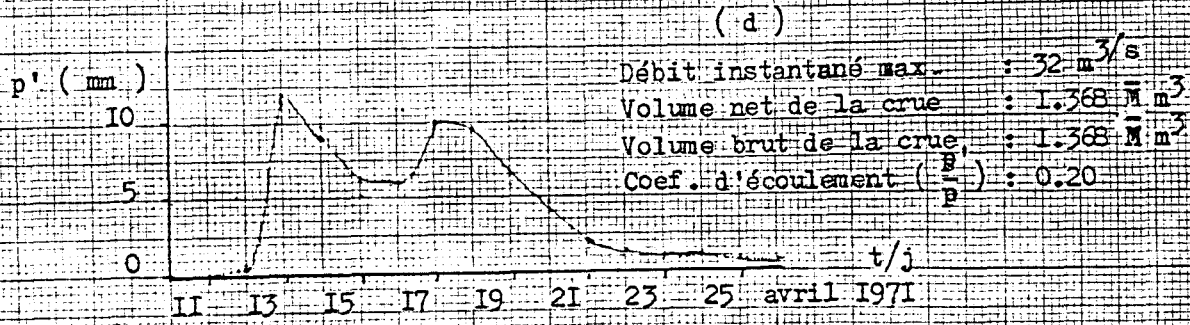
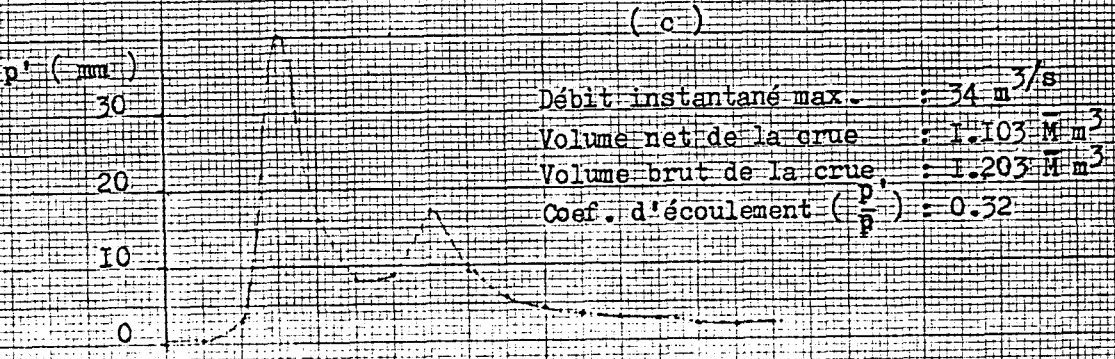
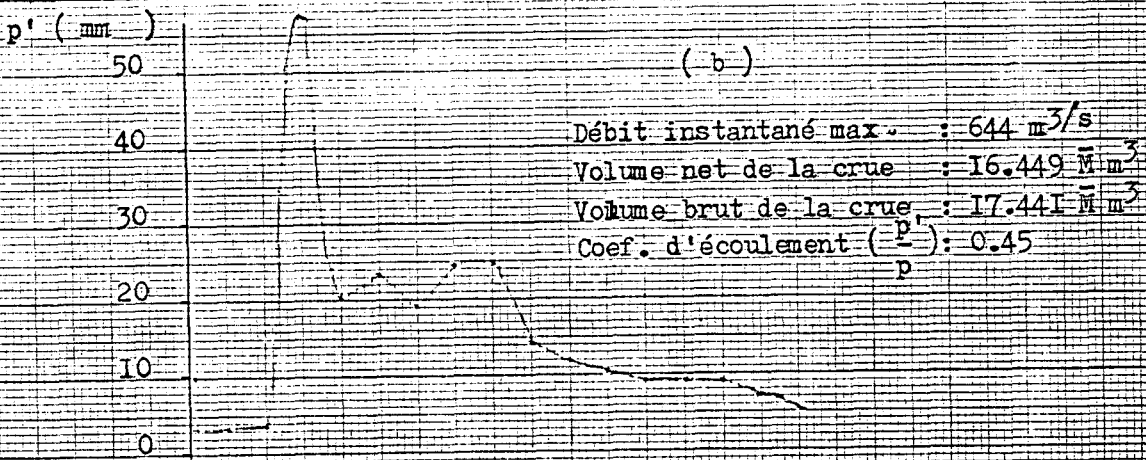
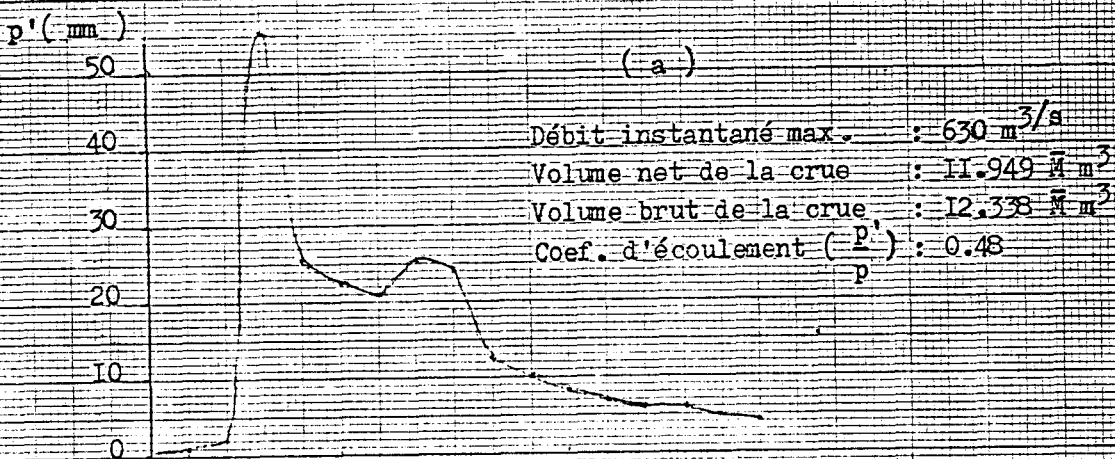


Fig. 63 - Crue du 13 avril 1971 à Marj - Bisri (a), à Saïda (b), à O. el - Leimoun (c) et à l'embouchure du Saïniq (d).

Fig . 64 - Situation synoptique du 24 déc 1968

(d'après BLANCHET (G.), op. cit.)

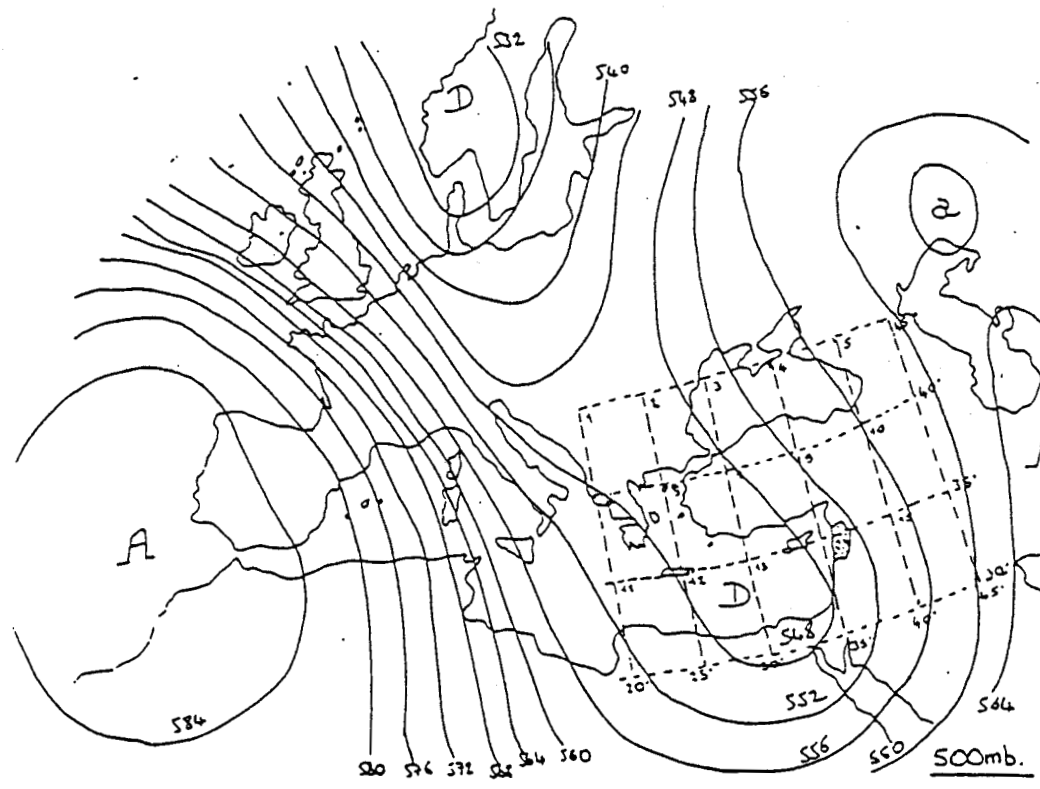
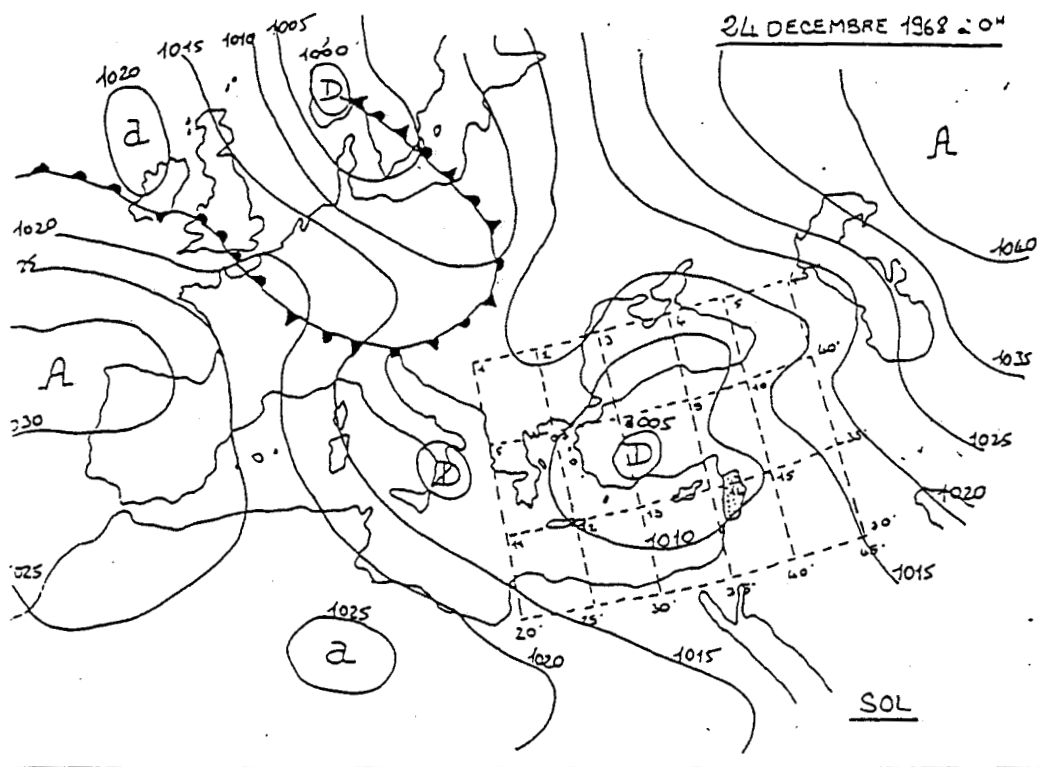


Fig. 65 - Les temps de réponse de la crue de jan. 1969
1969 sur le Demour et l'Hamman .

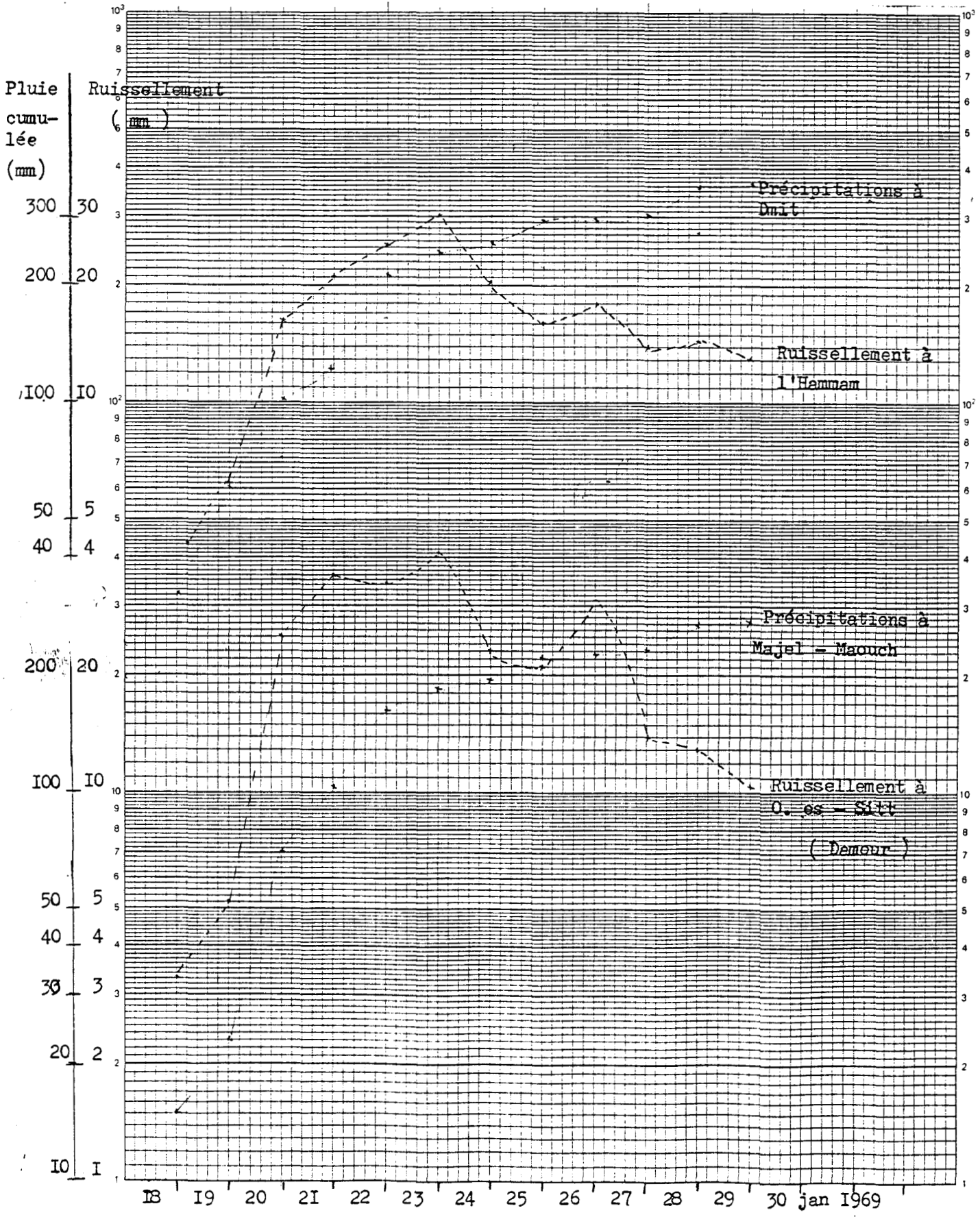


Fig. 66 - Le temps de réponse de la crue de jan. 1969 sur le Zahrani et le Sainiq .

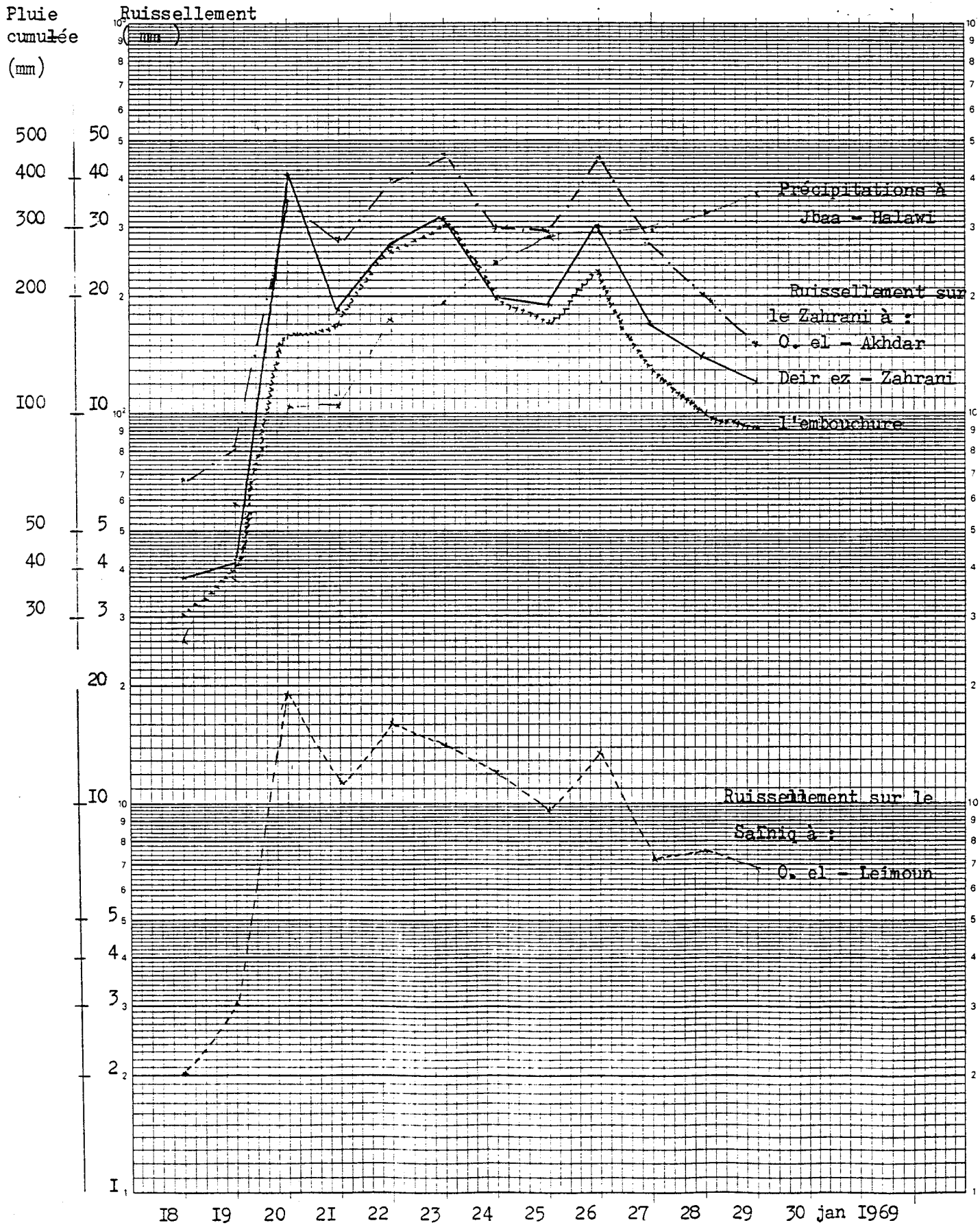


Fig. 67 - Situation synoptique du 9 mars 1970

(D'après BLANCHET (G.), op. cit.)

9 mars 1970 à 0 H

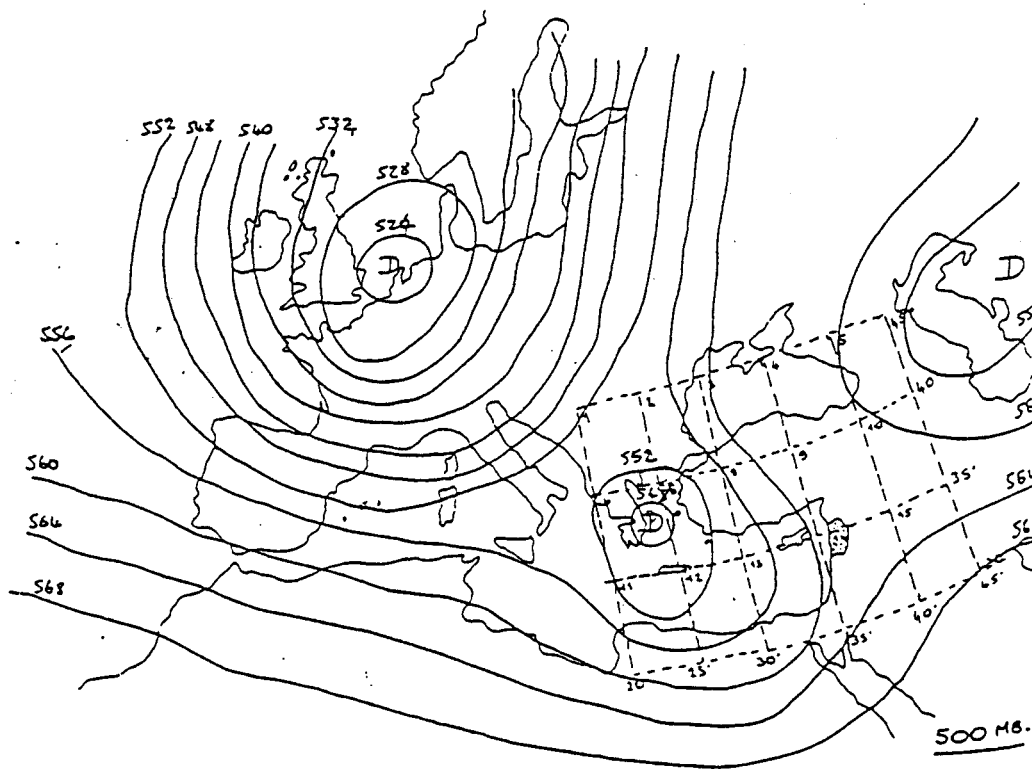
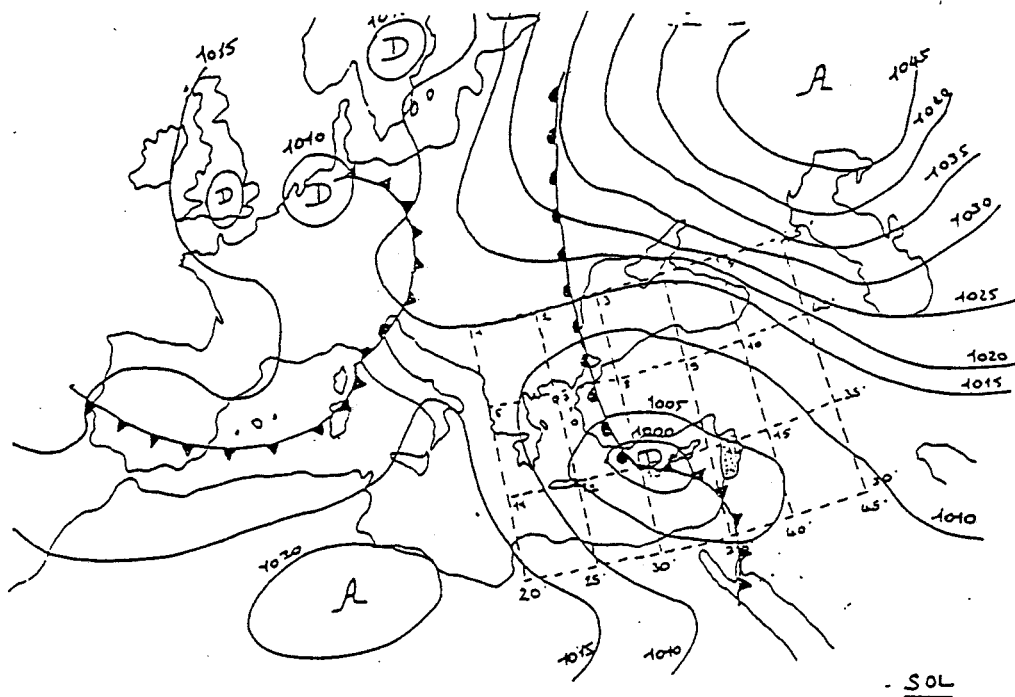
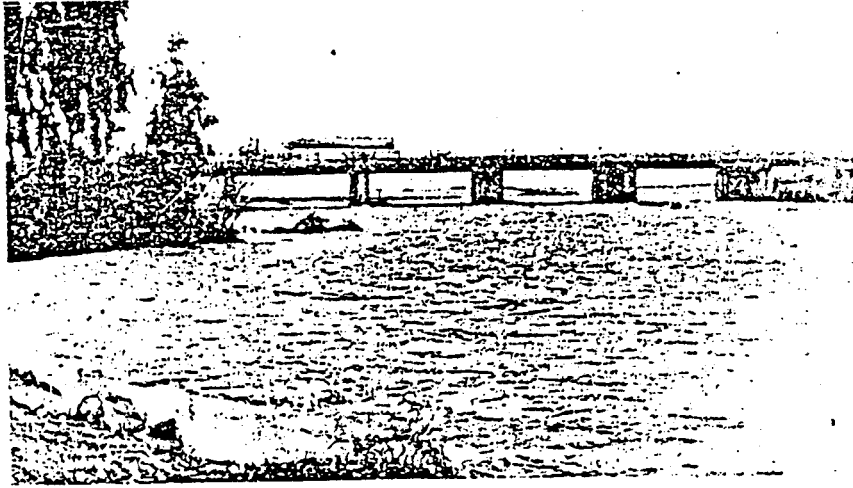


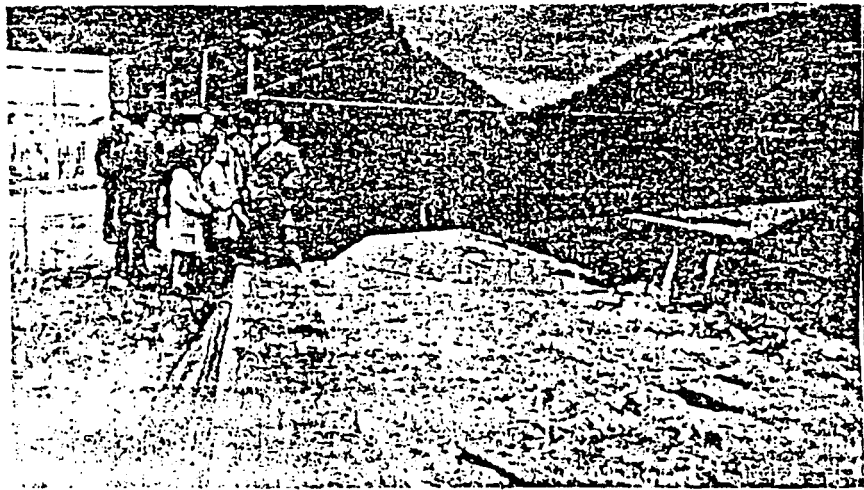
Fig. 68 - L'Awali - Bisri à Marj - Bisri et Saïda et le Zahrani à l'embouchure le 6 mars 1983 .



L'eau de la mer et l'eau de l'Awali se rencontrent sous le pont



Le pont à Marj - Bisri est envahi par l'eau du Bisri .



Le pont à l'embouchure du Zahrani est envahi par l'eau du Zahrani

Tableau n° 64 - Variation des débits de base et des débits de pointe des crues supérieures à 20 fois la moyenne (m³/s) .

Numéro d'épisode	Date de crue	Ouadi es-Sitt		El-Hammam		Marj-Bisri		Saïda		Ouadi el-Leimoun		Emb. du Saïniq		Ouadi el-Akhdar		Deir ez-Zahrani		Emb. du Zahrani		Jisr el-Qâdi		
		débit de : crue	base	débit de : crue	base	débit de : crue	base	débit de : crue	base	débit de : crue	base	débit de : crue	base	débit de : crue	base	débit de : crue	base	débit de : crue	base	débit de : crue	base	
I	4/2/1964									10.1	0.1											
2	9/2/1965					102.0	5.5															
3	22/2/1967									8.2	0.6				27.5	2.0						
4	26/3/1967					102.0	11.4															
5	14/1/1968					100.0	7.7			9.5	0.4											
6	24,27/12/1968					102.0	6.7	186	24.4													
7	23/1/1969	19.2	1.56	27.3	3.87					8.4	0.8			25.4	3.7	33.8	3.2	37.2	3.8			
8	6/1/1969											14.1	1.1									
9	24/1/1970					94.3	2.2	165	20.0													
10	11/3/1970									5.7	0.3	13.5	0.5					20.8	0.9			
11	13/4/1971	21.8	0.66			142.8	4.5	201	11.5	13.9	0.2	15.8	0.0	28.6	1.0	32.1	0.6	62.1	1.0			
12	25/1/1963																				159	3.5

Tableau n° 65 - Variation des débits de pointe et des débits de base sur les onze stations (période de 8 à 21 ans)

Station	Intervalle de variation des débits de pointe supérieures à 20 fois la moyenne	Intervalle de variation des débits de base
Jisr el-Qâdi	121.11 — 159.44	3.52
O. es-Sitt	19.23 — 21.76	0.66 — 1.56
El-Hammam	25.63 — 27.31	3.87
Marj-Bisri	94.33 — 103.00	2.22 — 6.65
Safda	186.00 — 201.86	11.48 — 24.42
O. el-Leimoun	5.69 — 13.92	0.09 — 1.16
Emb. du Safniq	13.53 — 15.83	0.00 — 1.05
O. el-Akhdar	25.36 — 28.61	1.02 — 3.72
Deir ez-Zahrani	27.46 — 33.81	0.61 — 3.15
Emb. du Zahrani	20.85 — 62.11	0.59 — 3.83

Tableau n° 66 - Pluies génératrices de crues supérieures à 20 fois la moyenne .

Station	Nbre des jours secs précédant la séquence pluvieuse .	Date de la séquence pluvieuse jusqu'au jour du Dm _j max.	Nbre des jours pluvieux	Total de pluie mm	Nbre des jours de montée	Nbre des jours de descente
Jisr el-Qâdi	5	23 au 25/1/1963	3	361	2	2
O. es-Sitt	3	18 au 23/1/1969	7	167	4	4
El-Hammam	4	18 au 23/1/1969	7	215	4	6
O. es-Sitt et el-Hammam	7	10 au 13/4/1971	3	350	1	7
Marj-Bisri	4	4 au 9/2/1965	6	160		
Marj-Bisri	8	16 au 26/3/1967	11	292		
Marj-Bisri	1	12 au 14/1/1968	3	140	9	5
Marj-Bisri et Saïda	5	23 au 27/12/1968	5	163	1	2
Marj-Bisri	4	19 au 24/1/1970	6	193	2	4
Marj-Bisri et Saïda	7	10 au 13/4/1971	3	350	1	6
O. el-Leimoun	2	2 au 4/2/1964	3	131	1	2
Emb. du Safniq	7	4 au 6/1/1964	3	130	1	2
O. el-Leimoun	4	18 au 20/1/1969	3	107	2	7
O. el-Leimoun	1	17 au 22/2/1967	7	120		
O. el-Leimoun	3	13 et 14/1/1968	2	80		
Emb. du Safniq	6	9 au 11/3/1970	3	118	2	2
Emb. du Safniq	7	10 au 13/4/1971	3	350	1	8
O. el-Akhdar , Deir ez-Zahrani et l'em - bouchure du Zahrani	4	18 au 23/1/1969	6	193	1	6
" " "	7	10 au 13/4/1971	3	350	3	6

Tableau n° 67 - Pourcentage de décroissance du Dij par rapport au débit de pointe pour les épisodes de décembre 1968 et d'avril 1971 à Marj-Bisri et à Saïda et de janvier 1969 et d'avril 1971 à l'embouchure du Zahrani .

Unité de temps(jour)	Taux de décroissance par rapport au débit de pointe (%)					
	Marj-Bisri		Saïda		Emb. du Zahrani	
	déc.	avril	déc.	avril	jan.	avril
1	59	54	59	65	33	29
2	80	60	80	60	47	64
3	81	61	82	66	23	63
4	87	54	88	58	54	63
5	92	55	90	57	64	62
6		76		75	70	79
7		81		79	77	86
8		84		82	79	89
9		87		84		91
10		87		84		

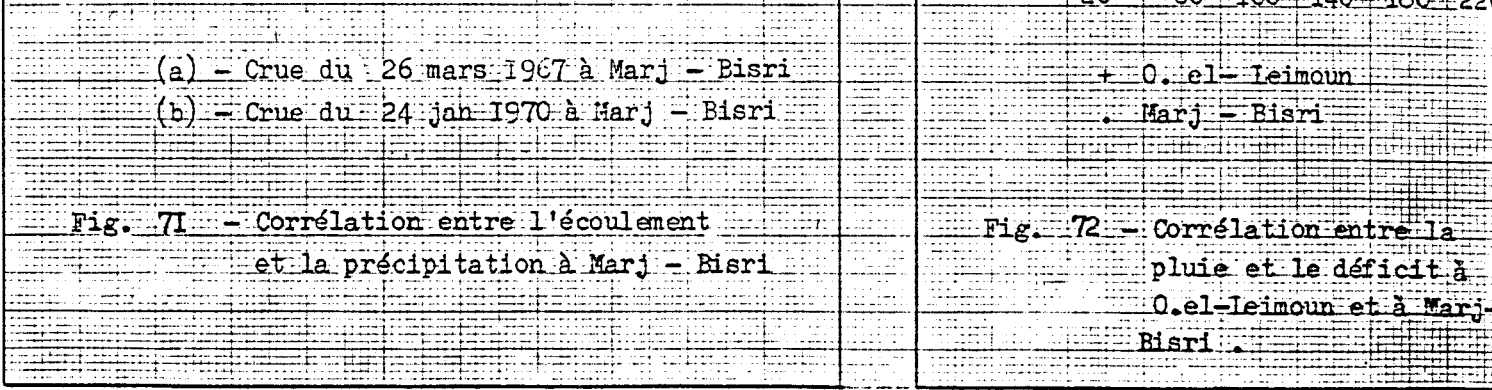
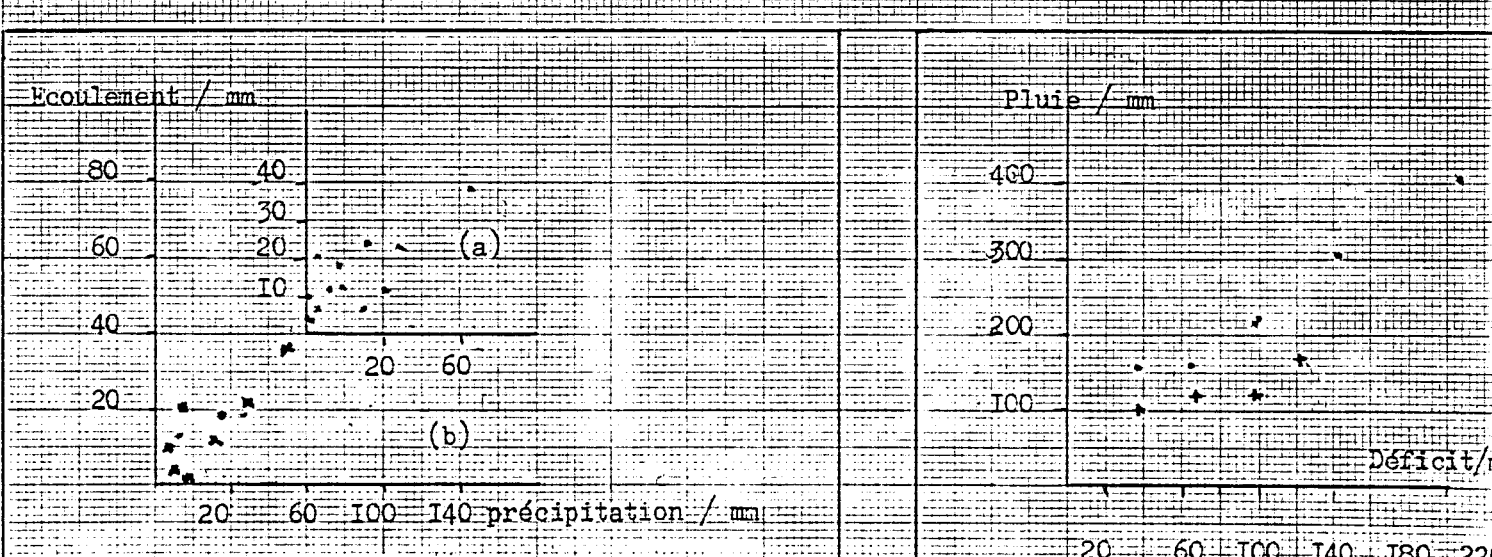
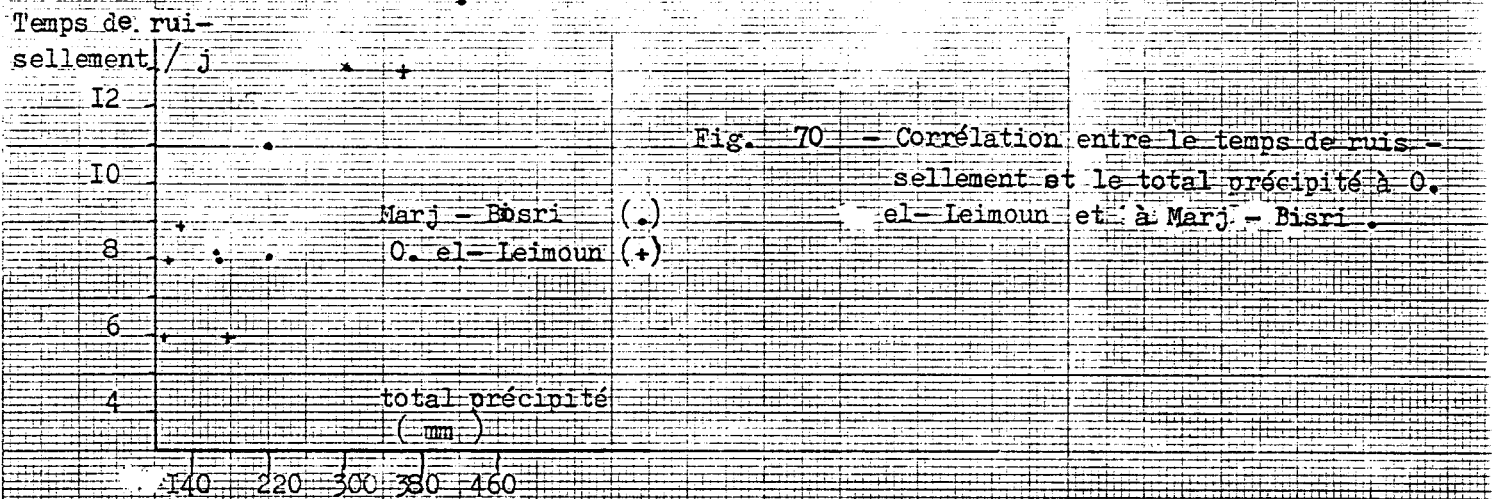
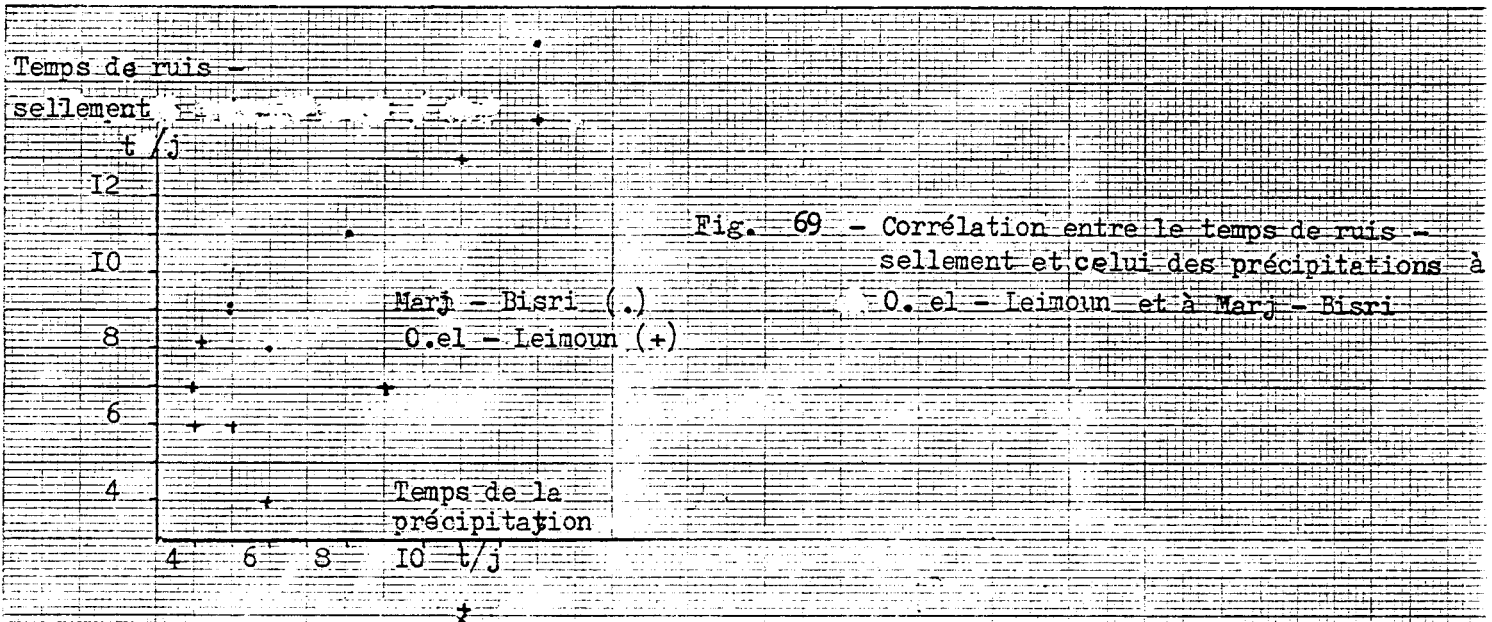


Fig. 71 - Corrélation entre l'écoulement et la précipitation à Marj - Bisri

Fig. 72 - Corrélation entre la pluie et le déficit à O. el - Leimoun et à Marj - Bisri

Fig. 73 - Pourcentage du ruissellement net par rapport au ruissellement total pour les crues supérieures à 20 fois la moyenne à O. es-Sitt, el-Hammam, Marj-Bisri, Safda, O. el-Akhdar, Deir ez-Zahrani, l'embouchure du Zahrani, O. el-Leimoun et l'embouchure du Saïniq.

NB : l'abscisse porte le n° de l'épisode d'après le Tableau n° 64
l'ordonnée porte le pourcentage du ruissellement net.

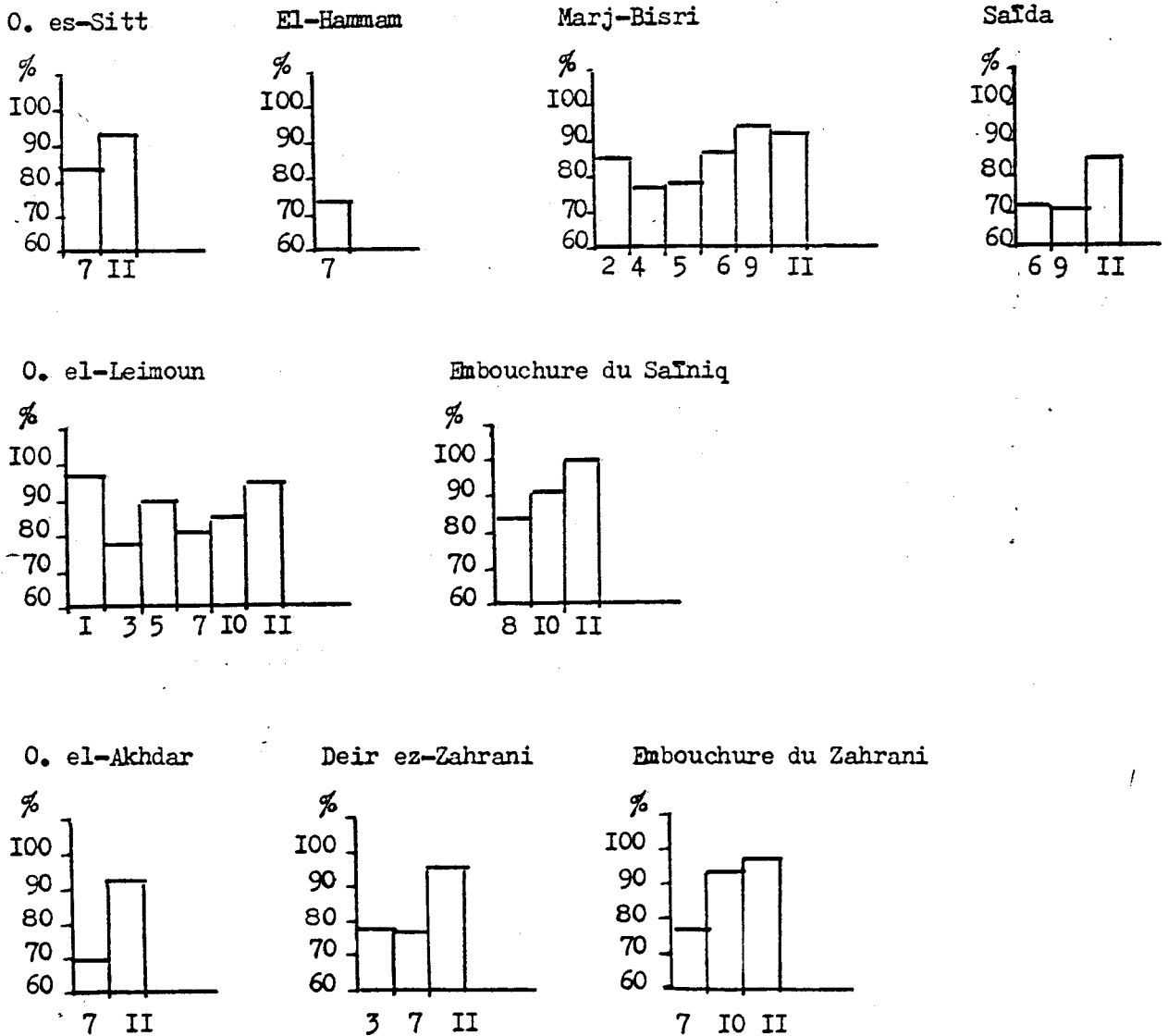


Tableau n° 68 - a - Volumes des épisodes de crues et des précipitations sur le Damour , le Safa, l'Hamnam, l'Awali-Bisri, le Safniq et le Zahrani en million de m³.
(Crues dont les débits sont supérieures à 20 fois la moyenne)

Bassin versant	Date d'épisode des crues	Volume total (V)	Volume net (V')	Volume d'eau précipité (P _s)	% de $\frac{V'}{P_s}$
Le Damour à Jisr el-Qâdi	22/I au 2/2/I963	33.282	30.544	54.040	57
Le Safa à O. es-Sitt	18 au 30/I/I969	10.772	9.020	11.040	82
" "	11 au 21/4/I971	9.224	8.656	16.000	54
L'Hamnam avant la confluence	18 au 30/I/I969	16.401	12.058	28.105	43
Le Bisri à Marj-Bisri	3 au 10/2/I965	24.331	21.001	35.520	59
" "	16 au 30/3/I967	45.580	35.920	68.065	53
" "	12 au 19/I/I968	34.610	27.459	49.839	55
" "	23 au 30/I2/I968	32.212	28.194	36.186	78
" "	18 au 28/I/I970	29.371	27.417	50.150	55
" "	11 au 21/4/I971	46.580	42.691	88.800	48
L'Awali à Safda	22 au 31/I2/I968	62.490	43.867	48.248	91
" "	18 au 29/I/I970	68.021	47.834	66.866	72
" "	11 au 21/4/I971	62.574	52.866	118.400	45
Le Safniq à O. el-Leimoun	2 au 7/2/I964	2.090	2.018	6.688	30
" "	16 au 24/2/I967	2.580	2.010	4.636	43
" "	12 au 18/I/I968	2.700	2.424	3.899	62
" "	18 au 30/I/I969	5.000	3.994	13.984	29
" "	8 au 15/3/I970	1.410	1.205	4.902	25
" "	11 au 20/4/I971	4.370	4.229	15.200	28
Le Safniq à l'embouchure	4 au 9/I/I969	2.743	2.290	15.336	15
" "	8 au 13/3/I970	2.790	2.538	13.932	18
" "	11 au 21/4/I971	7.530	7.528	43.200	18
Le Zahrani à O. el-Akhdar	18 au 30/I/I969	13.870	9.691	17.296	56
" "	11 au 21/4/I971	11.962	11.078	18.800	59
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani	16 au 25/2/I967	7.910	6.241	10.011	62
" "	18 au 30/I/I969	14.390	11.268	26.128	43
" "	11 au 21/4/I971	12.042	11.475	28.400	40
Le Zahrani à l'embouchure	18 au 30/I/I969	68.762	14.416	39.008	37
" "	9 au 15/3/I970	5.560	5.120	13.674	37
" "	11 au 21/4/I971	19.770	19.260	42.400	45

Avec :

V = volume écoulé durant l'épisode de la crue .

V' = (volume total - volume du débit de base) x nbre de jours de l'épisode .

P_s = Volume d'eau précipitée multiplié par la surface réceptrice .

Tableau n° 68 - a - Volumes des épisodes de crues et des précipitations sur le Damour , le Safa, l'Hamman, l'Awali-Bisri, le Safniq et le Zahrani en million de m³.
(Crues dont les débits sont supérieures à 20 fois la moyenne)

Bassin versant	Date d'épisode des crues	Volume total (V)	Volume net (V')	Volume d'eau précipité (P _s)	% de $\frac{V'}{P_s}$
Le Damour à Jisr el-Jâdi	22/I au 2/2/1963	33.282	30.544	54.040	57
Le Safa à O. es-Sitt	18 au 30/I/1969	10.772	9.020	11.040	82
" "	11 au 21/4/1971	9.224	8.656	16.000	54
L'Hamman avant la confluence	18 au 30/I/1969	16.401	12.058	28.105	43
Le Bisri à Marj-Bisri	3 au 10/2/1965	24.331	21.001	35.520	59
" "	16 au 30/3/1967	45.580	35.920	68.065	53
" "	12 au 19/I/1968	34.610	27.439	49.839	55
" "	23 au 30/12/1968	32.212	28.194	36.186	78
" "	18 au 28/I/1970	29.371	27.417	50.150	55
" "	11 au 21/4/1971	46.580	42.691	88.800	48
L'Awali à Saïda	22 au 31/12/1968	62.490	43.867	48.248	91
" "	18 au 29/I/1970	68.021	47.834	66.866	72
" "	11 au 21/4/1971	62.574	52.866	118.400	45
Le Safniq à O. el-Leimoun	2 au 7/2/1964	2.090	2.018	6.688	30
" "	16 au 24/2/1967	2.580	2.010	4.636	43
" "	12 au 18/I/1968	2.700	2.424	3.899	62
" "	18 au 30/I/1969	5.000	3.994	13.984	29
" "	8 au 15/3/1970	1.410	1.205	4.902	25
" "	11 au 20/4/1971	4.370	4.229	15.200	28
Le Safniq à l'embouchure	4 au 9/I/1969	2.743	2.290	15.336	15
" "	8 au 13/3/1970	2.790	2.538	13.932	18
" "	11 au 21/4/1971	7.530	7.528	43.200	18
Le Zahrani à O. el-Akhdar	18 au 30/I/1969	13.870	9.691	17.296	56
" "	11 au 21/4/1971	11.962	11.078	18.800	59
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani	16 au 25/2/1967	7.910	6.241	10.011	62
" "	18 au 30/I/1969	14.390	11.268	26.128	43
" "	11 au 21/4/1971	12.042	11.475	28.400	40
Le Zahrani à l'embouchure	18 au 30/I/1969	68.762	14.416	39.008	37
" "	9 au 15/3/1970	5.560	5.120	13.674	37
" "	11 au 21/4/1971	19.770	19.260	42.400	45

Avec :

V = volume écoulé durant l'épisode de la crue .

V' = (volume total - volume du débit de base) x nbre de jours de l'épisode .

P_s = Volume d'eau précipitée multiplié par la surface réceptrice .

Tableau 68-b - Bilans d'averses-crues sur les bassins versants du Damour, de l'Hamman, du Safa, de l'Awali-Bisri, du Safniq et du Zahrani .
(Crues supérieures à 20 fois la moyenne)

Bassin versant	Date d'épisode des crues	Pluie P (mm)	Lame	P'	Déficit	
			d'eau P'(mm)	P	P-P' (mm)	%
Le Damour à Jisr el-Qâdi	22/I au 2/2/1963	292	165	0.57	127	44
Le Safa à O. es-Sitt	IB au 30/I/1969	276	226	0.82	50	18
" " "	II au 2I/4/1971	(400)	216	0.54	184	46
L'Hamman avant la confluence	IB au 30/I/1969	365	157	0.42	208	57
Le Bisri à Marj-Bisri	3 au 10/2/1965	160	95	0.59	65	41
" "	16 au 30/3/1967	307	162	0.53	145	47
" "	12 au 19/1/1968	225	124	0.55	101	45
" "	23 au 30/12/1968	163	127	0.78	36	22
" "	18 au 28/1/1970	226	124	0.55	102	45
" "	II au 2I/4/1971	(400)	192	0.48	208	52
L'Awali à Safda	22 au 31/12/1968	163	148	0.91	15	9
" "	18 au 29/1/1970	226	162	0.72	64	28
" "	II au 2I/4/1971	(400)	178	0.45	222	56
Le Safniq à O. el-Leimoun	2 au 7/2/1964	176	53	0.30	123	70
" "	16 au 24/2/1967	122	53	0.43	69	57
" "	12 au 18/1/1968	102	64	0.62	38	37
" "	18 au 30/1/1969	368	105	0.29	263	71
" "	8 au 15/3/1970	129	31	0.25	98	76
" "	II au 20/4/1971	(350)	111	0.32	239	68
Le Safniq à l'embouchure	4 au 9/1/1969	142	21	0.14	121	85
" "	8 au 13/3/1970	129	24	0.18	105	81
" "	II au 2I/4/1971	(350)	70	0.20	280	80
Le Zahrani à O el-Akhdar	18 au 30/1/1969	368	206	0.56	162	44
" "	II au 2I/4/1971	(350)	236	0.58	114	33
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani	16 au 25/2/1967	141	88	0.62	53	38
" "	18 au 30/1/1969	368	159	0.43	209	57
" "	II au 2I/4/1971	(350)	162	0.40	188	54
Le Zahrani à l'embouchure	18 au 30/1/1969	368	136	0.40	232	63
" "	9 au 15/3/1970	129	48	0.37	81	63
" "	II au 2I/4/1971	(350)	182	0.45	168	48

Avec :

P = données pluviométriques de :

- Majdel-Maouch pour le bassin versant du Safa et du Damour .
 - Dmît pour le bassin versant de l'Hamman .
 - Jdeidet Chouf pour le bassin versant de l'Awali-Bisri .
 - Jbaa-Halawi pour le bassin versant du Safniq et du Zahrani .
- Et les précipitations d'avril 1971 sont approximatives .

P' = Lame d'eau due à une crue .

Tableau n° 71 - Caractéristiques statistiques des pluies et des débits aux stations des bassins versants du Damour , de l'Awali-Bisri , du Saïniq et du Zahrani .

DAMOUR		ZAHRANI		AWALI - BISRI		SAÏNIQ		DAMOUR		AWALI - BISRI		SAÏNIQ		ZAHRANI			
Jisr el - Qâdi 1942/43 - 1972/73		Ouadi el-Akhdar 1945/46 - 1972/73		Marj - Bisri 1949/45 - 1972/73		Ouadi el-Leimoun 1963/64 - 1972/73		Ain - Zhalta 1944/45-1970/71		Jisr el-Qâdi 1948/49-1969/70		Jdeit ech-Chouf 1944/45-1970/71		Maghdouché 1964/65-1969/70		Rihan 1965/66-1969/70	
\bar{Q}	\bar{P}	\bar{Q}	\bar{P}	\bar{Q}	\bar{P}	\bar{Q}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}
$\bar{Q} = 5.08$	$\bar{P} = 1150$	$\bar{Q} = 1.96$	$\bar{P} = 1093$	$\bar{Q} = 4.48$	$\bar{P} = 1248$	$\bar{Q} = 0.27$	$\bar{P} = 887$	$\bar{P} = 1226$	$\bar{P} = 1095$	$\bar{P} = 1326$	$\bar{P} = 855$	$\bar{P} = 1326$	$\bar{P} = 855$	$\bar{P} = 1326$	$\bar{P} = 855$	$\bar{P} = 1077$	$\bar{P} = 1077$
$\sigma = 1.78$	$\sigma = 263$	$\sigma = 0.34$	$\sigma = 242$	$\sigma = 1.8$	$\sigma = 330$	$\sigma = 0.15$	$\sigma = 258$	$\sigma = 315$	$\sigma = 245$	$\sigma = 434$	$\sigma = 187$	$\sigma = 434$	$\sigma = 187$	$\sigma = 434$	$\sigma = 187$	$\sigma = 208$	$\sigma = 208$
$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.41$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.24$	$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.31$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.22$	$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.4$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.28$	$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.57$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.28$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.25$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.36$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.22$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.36$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.22$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.36$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.22$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.19$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.19$
$K = 3.2$	$k = 1.79$	$K = 2$	$K = 1.37$	$K = 3.56$	$K = 1.88$	$K = 7.3$	$K = 1.47$	$K = 1.83$	$K = 1.84$	$K = 1.68$	$K = 1.40$	$K = 1.68$	$K = 1.40$	$K = 1.68$	$K = 1.40$	$K = 1.24$	$K = 1.24$
Ouadi es-Sitt 1965/66 - 1972/73		Deir ez-Zahrani 1963/64 - 1972/73		Saïda 1949/50 - 1972/73		Embouchure Saïniq 1963/64 - 1972/73		Kfar-Nabrakh 1944/45-1970/71		Dmit 1946/47-1969/70		Moukhtara 1954/55-1969/70		Jbaa-Halawi 1964/65-1969/70		Deir ez-Zahrani 1964/65-1969/70	
\bar{Q}	\bar{P}	\bar{Q}	\bar{P}	\bar{Q}	\bar{P} (2)	\bar{Q}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}
$\bar{Q} = 0.89$	$\bar{P} = 1169$	$\bar{Q} = 0.87$	$\bar{P} = 1098$	$\bar{Q} = 8.59$	$\bar{P} = 1121$	$\bar{Q} = 0.45$	$\bar{P} = 876$	$\bar{P} = 1300$	$\bar{P} = 1000$	$\bar{P} = 1170$	$\bar{P} = 1025$	$\bar{P} = 1170$	$\bar{P} = 1025$	$\bar{P} = 1025$	$\bar{P} = 1025$	$\bar{P} = 1108$	$\bar{P} = 1108$
$\sigma = 0.4$	$\sigma = 269$	$\sigma = 0.49$	$\sigma = 260$	$\sigma = 5.76$	$\sigma = 302$	$\sigma = 0.32$	$\sigma = 234$	$\sigma = 282$	$\sigma = 258$	$\sigma = 272$	$\sigma = 319$	$\sigma = 272$	$\sigma = 319$	$\sigma = 319$	$\sigma = 319$	$\sigma = 297$	$\sigma = 297$
$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.44$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.23$	$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.56$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.23$	$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.67$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.27$	$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.71$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.24$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.23$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.30$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.23$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.30$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.30$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.30$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$
$K = 2.3$	$K = 1.78$	$K = 6.3$	$K = 1.51$	$K = 5.79$	$K = 1.78$	$K = 18.5$	$K = 1.45$	$K = 1.79$	$K = 1.77$	$K = 1.78$	$K = 1.39$	$K = 1.78$	$K = 1.39$	$K = 1.39$	$K = 1.39$	$K = 1.8$	$K = 1.8$
Centrale de Rechmaya 1965/66 - 1972/73		Embouchure Zahrani (I) 1965/66 - 1972/73						Beit ed-Dine 1944/45-1969/70		Majdel-Maouch 1946/47-1969/70		Jezzine 1944/45-1969/70		Anqoun 1964/65-1969/70		Arab-Salim 1964/65-1969/70	
\bar{Q}	\bar{P}	\bar{Q}	\bar{P}					\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}	\bar{P}
$\bar{Q} = 2.65$	$\bar{P} = 1169$	$\bar{Q} = 0.82$	$\bar{P} = 1037$					$\bar{P} = 1105$	$\bar{P} = 980$	$\bar{P} = 1250$	$\bar{P} = 748$	$\bar{P} = 1250$	$\bar{P} = 748$	$\bar{P} = 748$	$\bar{P} = 748$	$\bar{P} = 1108$	$\bar{P} = 1108$
$\sigma = 0.93$	$\sigma = 269$	$\sigma = 0.56$	$\sigma = 242$					$\sigma = 246$	$\sigma = 211$	$\sigma = 365$	$\sigma = 196$	$\sigma = 365$	$\sigma = 196$	$\sigma = 196$	$\sigma = 196$	$\sigma = 275$	$\sigma = 275$
$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.35$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.23$	$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.68$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.23$					$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.22$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.21$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.28$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.28$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.26$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.24$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.24$
$K = 2.9$	$K = 1.78$	$K = 8.02$	$K = 1.48$					$K = 1.75$	$K = 1.71$	$K = 2.24$	$K = 1.55$	$K = 2.24$	$K = 1.55$	$K = 1.55$	$K = 1.55$	$K = 1.49$	$K = 1.49$
Hammam 1965/66 - 1972/73												Sfaraf 1962/63-1969/70					
\bar{Q}	\bar{P}											\bar{P}					
$\bar{Q} = 1.32$	$\bar{P} = 1053$											$\bar{P} = 1005$					
$\sigma = 0.58$	$\sigma = 252$											$\sigma = 251$					
$\frac{\sigma}{\bar{Q}} = 0.44$	$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.24$											$\frac{\sigma}{\bar{P}} = 0.24$					
$K = 4.06$	$K = 1.76$											$K = 1.81$					

\bar{P} = Précipitation
 \bar{Q} = Débit brut
 \bar{P} = Moyenne pluviométrique en mm
 \bar{Q} = Module en m³/s
 σ = Ecart - type
 $\frac{\sigma}{\bar{Q}}$ et $\frac{\sigma}{\bar{P}}$ = Coefficient de variation
 $K \frac{90\%}{10\%}$ = Variabilité interannuelle

(1) Faute des données de précipitations littorales , la moyenne précipitée est calculée avec la précipitation de celle de Maghdouché qui se situe hors du bv.

(2) Idem

Fig. 74 - Graphiques de corrélation entre pluies et débits annuels, droite d'estimation moyenne des débits en fonction des pluies, et intervalles de confiance : 95% (y'') et 68% (y') sur les stations de Jisr el-Qâdi et de Marj - Bisri.

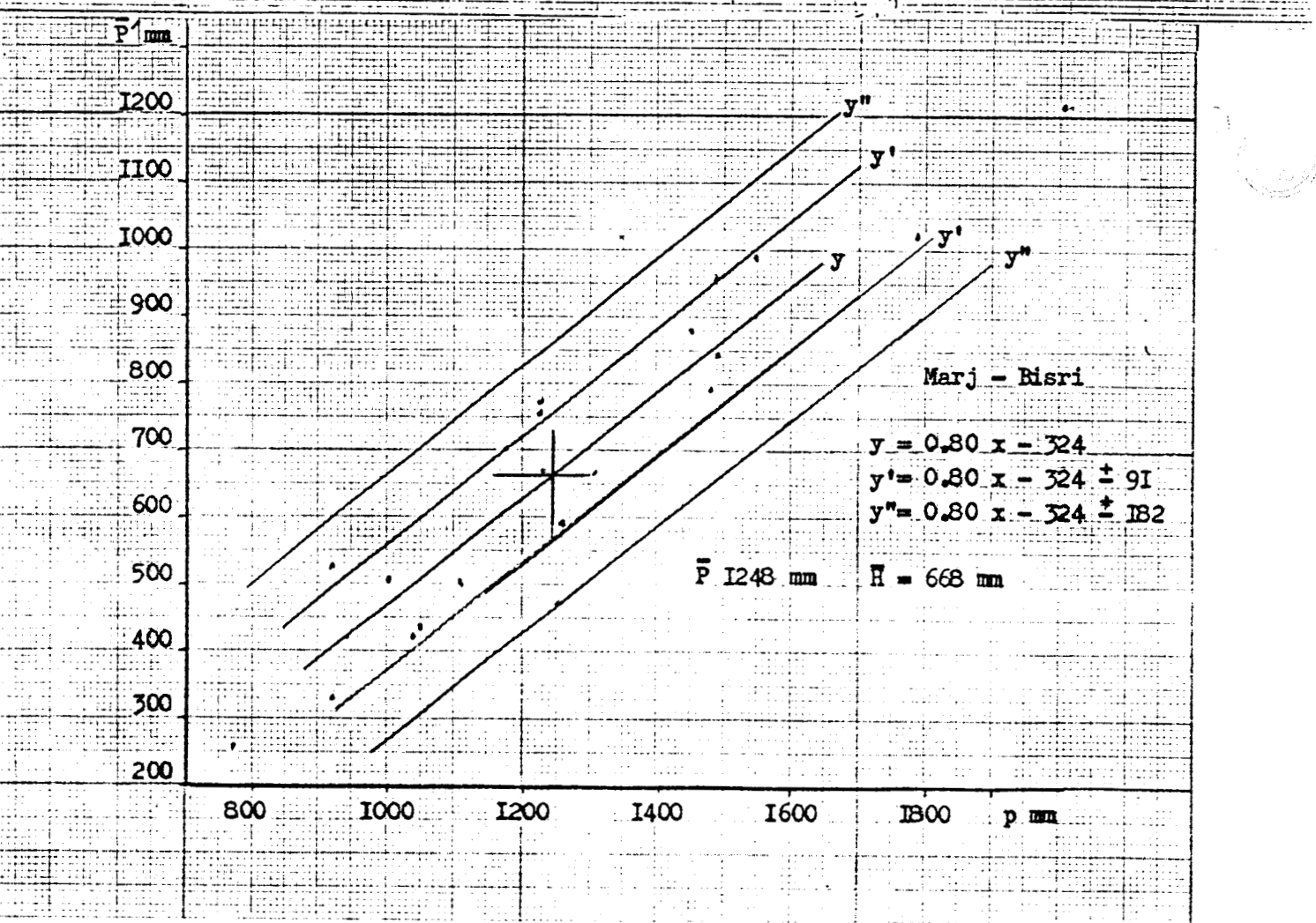
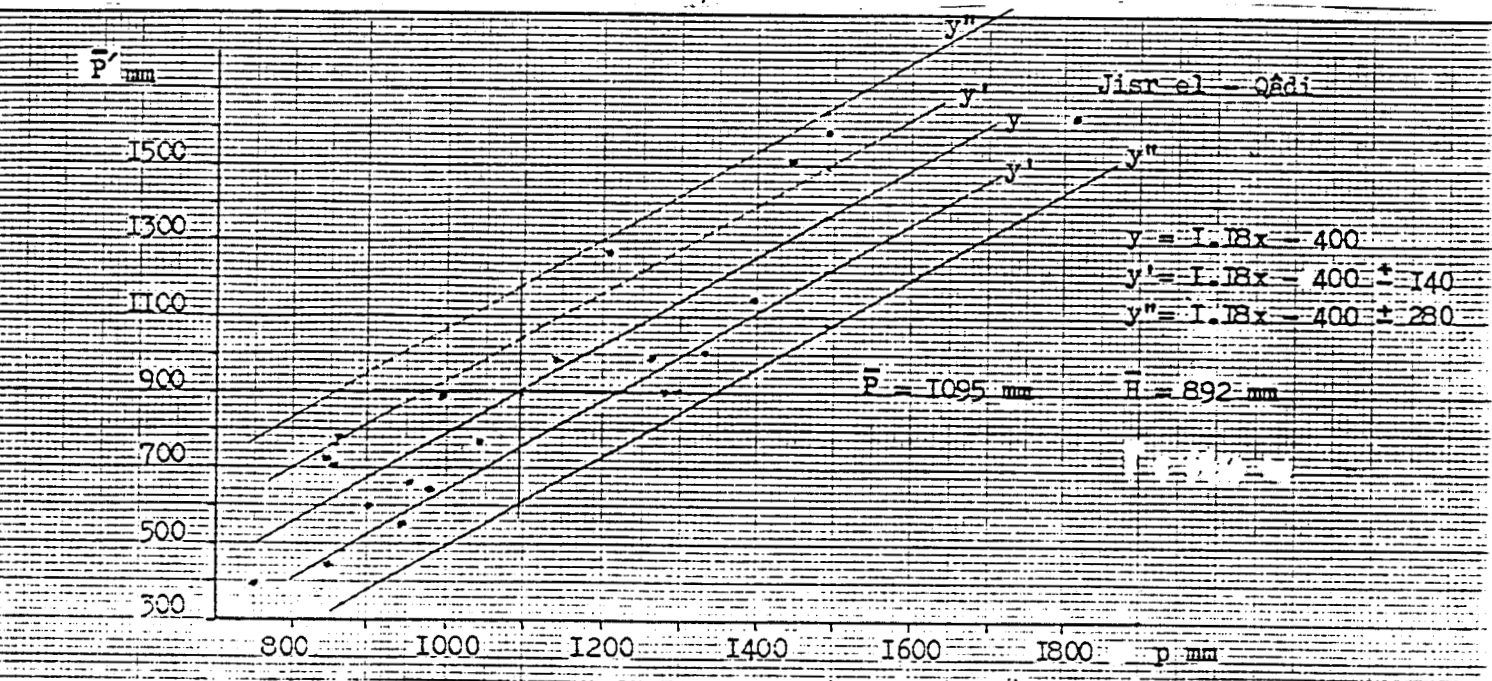


Fig. 75 - Comparaison du déficit calculé selon la formule de Turc et du déficit calculé selon la formule $D = p - p'$ sur 9 stations (1965/66 - 1969/70)

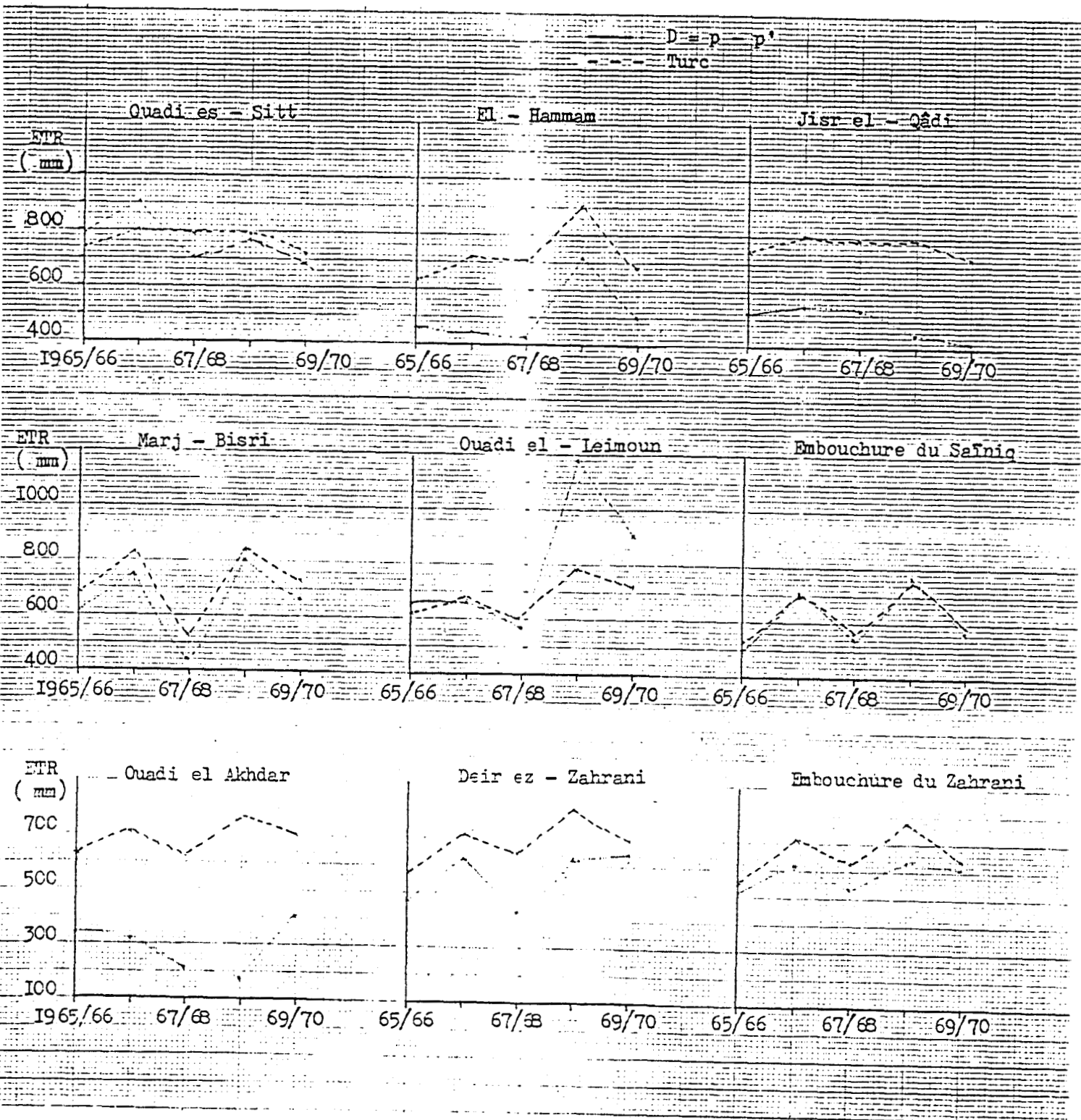


Tableau n° 72 - Déficit mesuré selon la formule $D = P - P'$ et déficit calculé selon la formule de TURC sur les 4 bassins versants et pour une période commune .

Cours d'eau	1965/66				1966/67				1967/68				1968/69				1969/70				Moyenne 1965/66-1969/70		
	T°C	P _{mm}	D = P-P'	D de TURC	T°C	P _{mm}	D = P-P'	D de TURC	T°C	P _{mm}	D = P-P'	D de TURC	T°C	P _{mm}	D = P-P'	D de TURC	T°C	P _{mm}	D = P-P'	D de TURC	P _{mm}	D = P-P'	D de TURC
Le Safa à Ouadi es-Sitt	16.5	1168	797	746	15.7	1757	906	800	16.2	1538	702	799	15.5	2070	777	796	15.7	1185	688	723	1544	774	773
Le Hammam	15.6	863	462	635	15.4	1274	443	728	17	992	435	714	16.4	1636	723	819	17.2	890	509	679	1131	514	715
Le Damour à Jisr el-Qâdi	16.5	1168	525	746	15.7	1757	557	800	16.2	1538	538	799	15.5	2070	440	796	15.7	1185	411	723	1544	494	773
Le Bisri à Marj-Bisri	15.7	1035	609	688	16.5	1772	750	837	15.7	1221	416	531	16.2	1995	779	841	15.5	1256	660	729	1456	649	725
Le Safniq à O. el-Leimoun	16.6	780	656	620	15.5	1006	666	674	15.6	781	565	601	15.5	1683	1185	784	16.7	1086	912	731	1068	797	682
Le Safniq à l'embouchure	18	581	499	528	17.8	892	708	694	17.6	640	544	562	17.5	1117	775	765	18.1	689	578	597	784	621	629
Le Zahrani à O. el-Akhdar	16.6	784	834	622	15.5	1170	311	713	15.6	912	214	626	15.5	1617	174	778	16.7	986	416	702	1094	290	688
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani	15.6	717	478	573	15.4	1178	624	711	17	827	430	649	16.4	1587	636	813	17.2	937	641	697	1049	562	689
Le Zahrani à l'embouchure	18	623	507	556	17.8	940	619	713	17.6	775	537	636	17.5	1197	635	786	18.1	772	614	643	861	582	667

Fig. 76 - Corrélation entre déficits annuels moyens et pluies moyennes annuelles pour les 4 bsvs (a)
 - Corrélation entre pluies moyennes annuelles et altitude médiane pour les 4 bsvs (b)

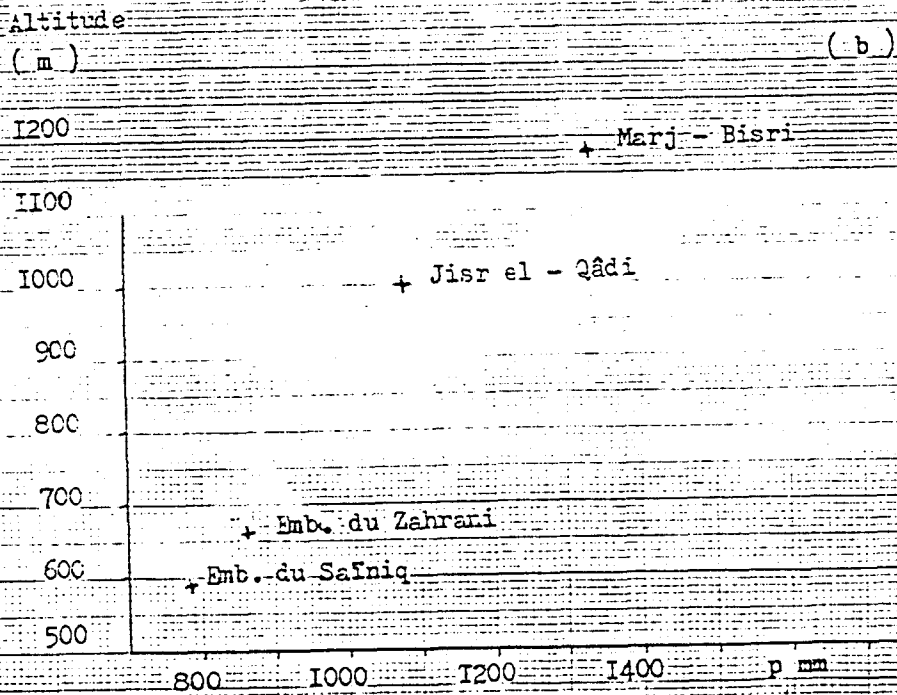
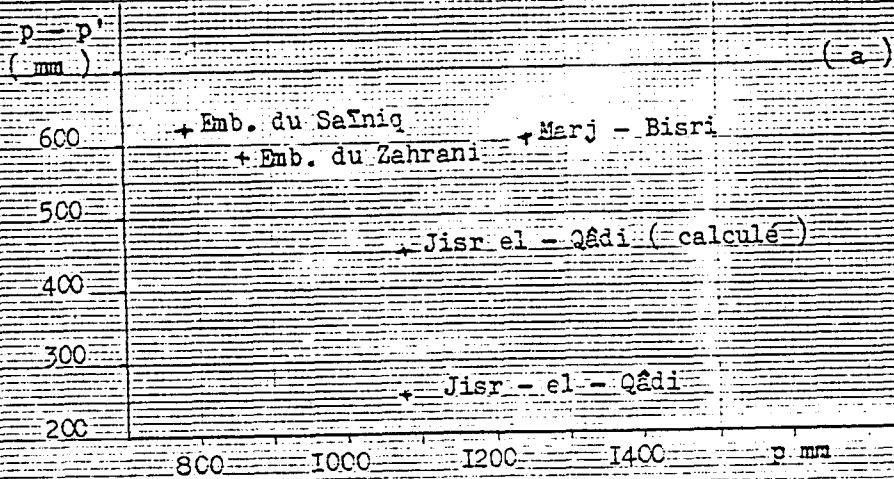


Tableau n° 73 - Rapports entre les valeurs extrêmes particulières des précipitations, des lames d'eau écoulées et des déficits pour les bsvs de la zone côtière intermédiaire du Liban (mm) .

Cours d'eau	n d'an- nées	Précipitation			Lame d'eau écou- lée			Déficit		
		max.	min.	$\frac{\text{max}}{\text{min}}$	max.	min.	$\frac{\text{max}}{\text{min}}$	max.	min.	$\frac{\text{max}}{\text{min}}$
Le Safa à O. es-Sitt	6	2070	1168	1.77	1293	371	3.49	906	688	1.30
L'Hamman avant la confluence	5	1636	863	1.90	913	381	2.40	723	435	1.66
Le Damour à Jisr el-Qâdi	21	2070	730	2.84	1630	389	4.19	557	134	4.16
Le Bisri à Marj-Bisri	19	1995	767	2.60	1216	259	4.69	779	446	1.75
Le Safniq à O. el-Leimoun	6	1683	781	2.15	498	124	4.02	1185	565	2.10
Le Safniq à l'embouchure	5	1117	581	1.92	342	82	4.17	775	499	1.55
Le Zahrani à O. el-Akhdar	6	1617	784	2.06	1443	450	3.21	444	174	2.55
Le Zahrani à Deir ez-Zahrani	6	1587	717	2.21	951	239	3.98	641	430	1.49
Le Zahrani à l'embouchure	5	1197	623	1.92	562	116	4.84	635	507	1.25

Tableau n° 74 - Rapport des déficits extrêmes particuliers et traits caractéristiques des bsvs du Damour, du Bisri, du Safniq et du Zahrani. (I)

Cours d'eau	Rapports des déficits extrêmes particuliers	S km ²	Altitude moyenne m	Indice de com- pacité (K)	Déni- vellation m	Pourcentage du terrain perméable dans chaque bassin versant (%)	Précipitation moyenne en mm
Le Damour à Jisr el-Qâdi	4.16	185	1000	1.55	1500	35	1150
Le Bisri à Marj-Bisri	1.75	222	1155	1.73	1538	95	1188
Le Safniq à l'embouchure	1.55	108	751	1.56	1498	59	876
Le Zahrani à l'embouchure	1.25	106	752	1.98	1497	87	1037

(I) Cf . premier chapitre .

Fig. 77 - La variation des déficits annuels sur les différentes stations par rapport aux précipitations .

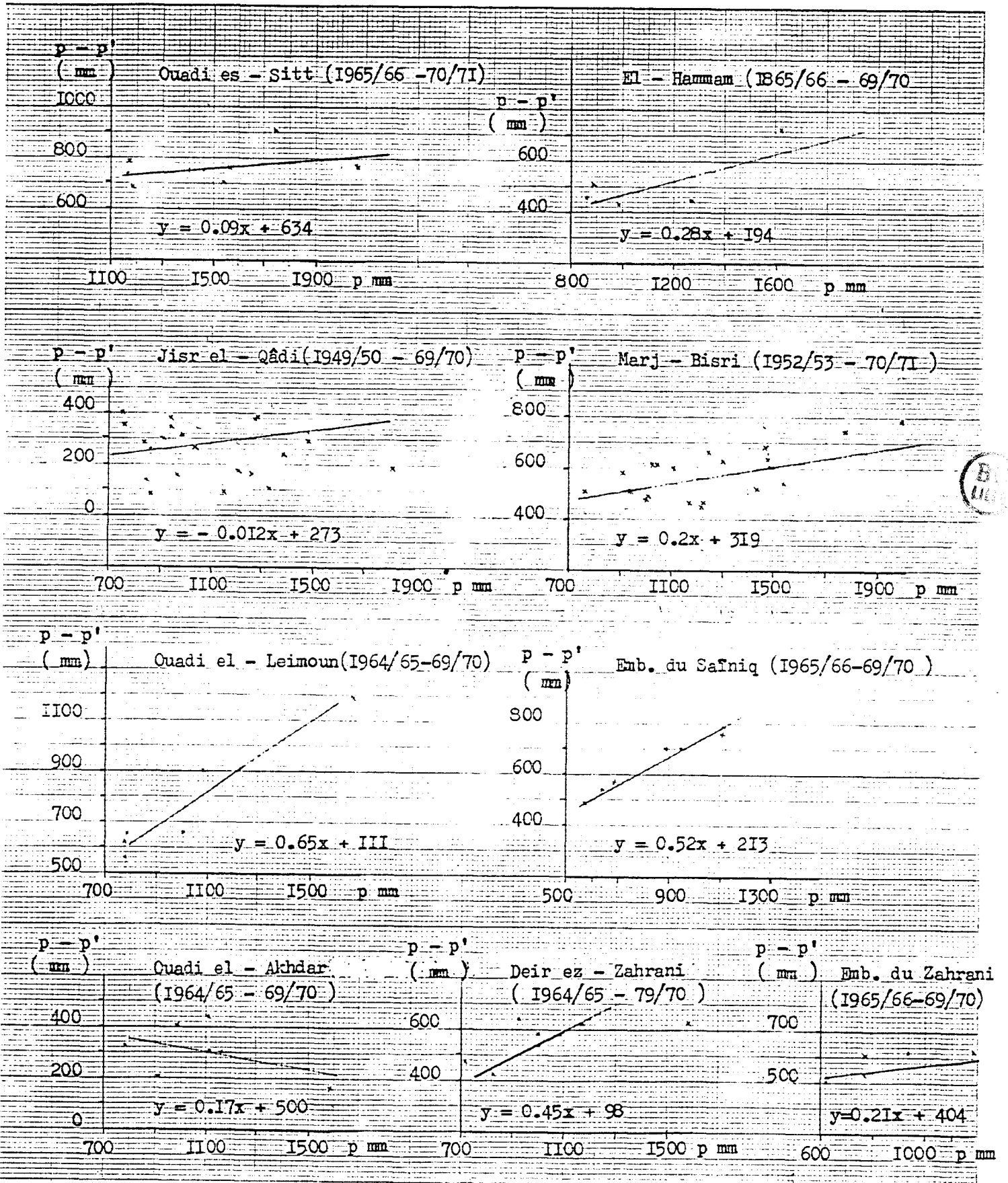


Tableau n° 75 - Bilans particuliers sur le Damour et ses affluents, le Bisri, le Safniq et le Zahrani.

Le Safa à Ouadi es-Sitt

Année	P	P'	D	%	cr
1965/66	1168	371	797	68	0.32
66/67	1757	851	906	52	0.48
67/68	1538	836	702	46	0.54
68/69	2070	1293	777	38	0.62
69/70	1185	497	688	58	0.42
70/71	1570	804	766	49	0.51

Le Bisri à Marj - Bisri

Année	P	P'	D	%	cr
1952/53	1479	849	630	43	0.57
53/54	1540	998	542	35	0.65
54/55	912	334	578	63	0.37
55/56	1303	668	635	49	0.51
56/57	1108	509	599	54	0.46
57/58	1016	529	487	48	0.52
58/59	935	420	515	55	0.45
59/60	767	259	510	66	0.34
60/61	1048	439	609	58	0.42
61/62	999	513	486	49	0.51
62/63	1475	790	685	46	0.54
63/64	1223	761	462	38	0.62
64/65	1171	707	464	40	0.60
65/66	1035	426	609	59	0.41
66/67	1773	1023	750	42	0.58
67/68	1221	775	446	37	0.63
68/69	1995	1216	779	39	0.61
69/70	1256	596	660	53	0.47
70/71	1442	882	560	39	0.61

Le Zahrani à Ouadi el-Akhdar

Année	P	P'	D	%	cr
1964/65	1108	664	444	40	0.60
65/66	784	450	334	43	0.57
66/67	1170	859	311	27	0.73
67/68	912	698	214	23	0.77
68/69	1617	1443	174	11	0.89
69/70	986	570	416	42	0.58

L'Hamman avant la confluence

Année	P	P'	D	%	cr
1965/66	863	401	462	54	0.46
66/67	1274	831	443	35	0.65
67/68	992	557	435	44	0.56
68/69	1636	913	723	44	0.56
69/70	890	381	509	57	0.43

Le Zahrani à Deir ez-Zahrani

Année	P	P'	D	%	cr
1964/65	1001	411	590	59	0.41
65/66	717	239	478	67	0.33
66/67	1178	554	624	53	0.47
67/68	827	397	430	52	0.48
68/69	1587	951	636	40	0.60
69/70	937	296	641	68	0.32

Le Damour à Jisr el-Qâdi

Année	P	P'	D	%	cr
1949/50	961	782	179	19	0.81
50/51	838	559	279	33	0.67
51/52	1362	905	457	34	0.66
52/53	1425	1089	336	24	0.76
53/54	1455	1157	298	21	0.79
54/55	730	389	341	47	0.53
55/56	1095	900	195	18	0.82
56/57	840	714	126	15	0.85
57/58	884	603	281	32	0.68
58/59	846	442	404	48	0.52
59/60	893	397	496	56	0.44
60/61	983	663	319	33	0.67
61/62	1071	728	343	32	0.68
62/63	1444	1014	430	30	0.70
63/64	1168	893	275	24	0.76
64/65	1283	984	299	23	0.77
65/66	1168	643	525	45	0.55
66/67	1757	1200	557	32	0.68
67/68	1538	1020	518	35	0.65
68/69	2070	1630	440	21	0.79
69/70	1185	774	411	35	0.65

Le Safniq à Ouadi el-Leimoun

Année	P	P'	D	%	cr
1964/65	785	158	627	80	0.20
65/66	780	124	656	84	0.16
66/67	1006	340	666	66	0.34
67/68	781	216	565	72	0.28
68/69	1683	498	1185	70	0.30
69/70	1086	174	912	84	0.16

Le Zahrani à l'embouchure

Année	P	P'	D	%	cr
1965/66	623	116	507	81	0.19
66/67	940	321	619	66	0.34
67/68	775	238	537	69	0.31
68/69	1197	562	635	53	0.47
69/70	772	158	614	80	0.20

Le Safniq à l'embouchure

Année	P	P'	D	%	cr
1965/66	581	82	499	86	0.14
66/67	892	184	708	79	0.21
67/68	640	96	544	85	0.15
68/69	1117	342	775	69	0.31
69/70	689	111	578	84	0.16

P = précipitations (mm)

P' = lame d'eau écoulee (mm)

D = déficit (mm)

cr = quotient d'écoulement $(\frac{P'}{P})$

NB : pour mieux comparer la variabilité interannuelle pluie, débit et déficit, les débits qui s'expriment d'habitude en m³/s, ont été convertis en mm (p'), c'est - à - dire en lame d'eau écoulee selon la formule suivante :

$$p' = \frac{Q \text{ m}^3/\text{s} \times n \text{ de secondes de l'année}}{S \text{ km}^2 \text{ du bassin versant}}$$

Fig. 78 - Corrélation entre déficits et températures moyennes annuelles sur les 4 bassins versants (à gauche) .

Fig. 79 - Corrélation entre déficits et températures mensuelles moyennes à Jisr el - Qâdi (en bas)

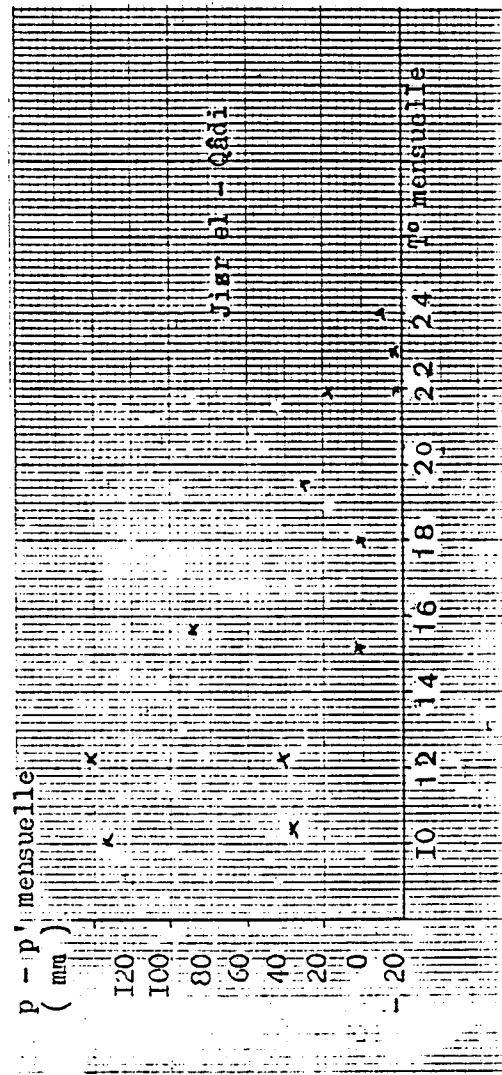
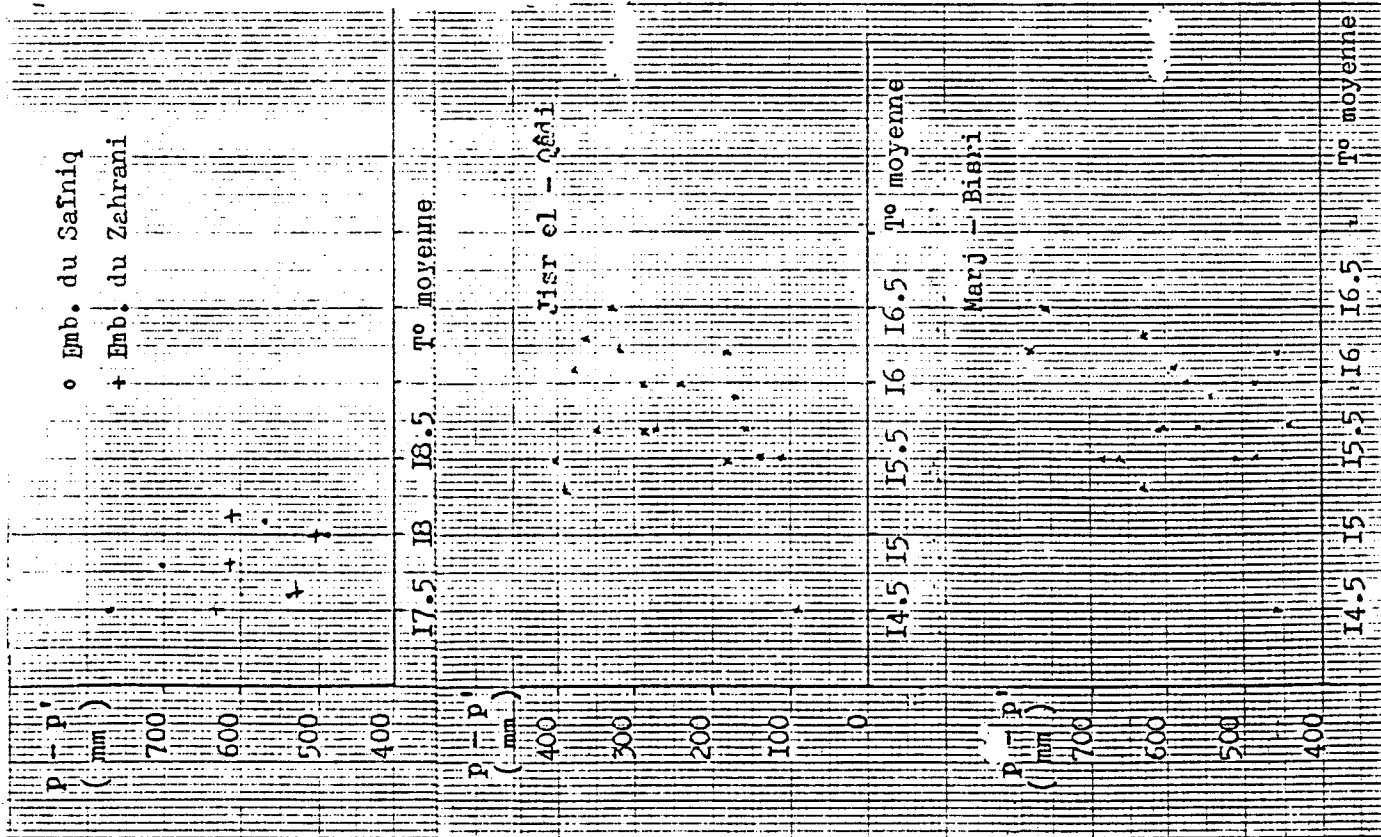


Tableau n° 77 - Influence de la répartition des pluies (P) au cours de trois saisons sur le déficit d'écoulement sur le Damour à Jisr el-Qâdi (1949/50 - 1965/66) et sur le Bisri à Marj - Bisri (1952/53 - 1970/71). Année hydrologique : octobre - septembre.

Le Damour à Jisr el-Qâdi

Année	P	P _a	P _h	P _p	P'	P' _a	P' _h	P' _p	P' _é	D	cr
1949/50	961	242	588	131	78	93	536	105	41	183	0.81
50/51	838	318	385	135	552	137	311	84	12	286	0.66
51/52	1362	622	731	9	905	202	567	107	36	457	0.66
52/53	1425	326	1036	63	1076	86	780	171	41	350	0.76
53/54	1455	362	933	160	1140	146	676	276	42	315	0.78
54/55	730	240	403	87	387	54	219	87	24	343	0.53
55/56	1093	410	590	95	900	191	547	133	31	193	0.82
56/57	840	207	516	117	705	70	454	147	34	135	0.84
57/58	884	358	455	71	602	131	350	92	27	282	0.68
58/59	846	237	500	109	438	47	312	64	30	408	0.52
59/60	893	264	523	106	399	41	203	117	35	495	0.45
60/61	982	270	673	39	651	51	423	153	17	331	0.66
61/62	1071	468	525	78	710	139	502	58	13	361	0.66
62/63	1444	421	803	220	1004	117	660	202	31	440	0.70
63/64	1168	289	768	111	821	69	614	116	20	347	0.70
64/65	1283	399	705	179	964	159	458	216	23	319	0.75
65/66	1168	583	569	16	643	170	374	80	21	525	0.55
CV	0.2	0.8	0.5	1.1	0.4	0.7	0.5	0.6	0.4	0.4	

Le Bisri à Marj-Bisri

Année	P	P _a	P _h	P _p	P'	P' _a	P' _h	P' _p	P' _é	D	cr
1952/53	1563	366	1137	60	832	47	595	158	32	731	0.53
53/54	1508	369	938	201	974	100	629	213	34	534	0.65
54/55	853	276	429	150	328	42	178	86	18	525	0.38
55/56	1331	491	734	106	662	124	410	104	25	669	0.50
56/57	955	245	578	133	497	54	317	107	20	458	0.52
57/58	1079	486	546	47	523	113	329	63	19	556	0.49
58/59	851	258	527	66	413	36	293	65	18	438	0.49
59/60	716	185	443	88	255	23	140	77	14	461	0.36
60/61	978	233	668	78	426	33	270	109	15	552	0.44
61/62	1073	489	529	56	499	132	296	52	18	574	0.47
62/63	1420	451	820	150	770	109	485	151	30	650	0.54
63/64	1225	302	821	103	750	60	548	113	28	475	0.61
64/65	1224	415	663	146	684	110	407	147	18	540	0.56
65/66	1109	553	545	13	417	99	246	61	11	692	0.38
66/67	1826	506	1153	167	1008	120	649	205	38	817	0.55
67/68	1256	527	672	58	773	118	536	92	24	483	0.62
68/69	2038	810	1140	88	1205	333	684	159	30	834	0.59
69/70	1266	427	745	95	593	68	417	88	16	673	0.47
70/71	1512	358	713	442	858	66	381	382	32	654	0.57
CV	0.3	0.7	0.5	1.2	0.4	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2	

P_a et P'_a : du 1/10 au 31/12. P_h et P'_h : du 1/1 au 31/3. P_p et P'_p : du 1/4 au 30/6.

Fig. 80 - Corrélation entre pluies automnales et déficits annuels sur le Damour à Jisr el - Qâdi et le Bisri à Marj- Bisri (a et b) '.

- Corrélation entre pluies annuelles et quotient d'écoulement ($cr = \frac{p}{P}$) sur le Damour à Jisr el - Qâdi et le Bisri à Marj - Bisri (c et d) '.

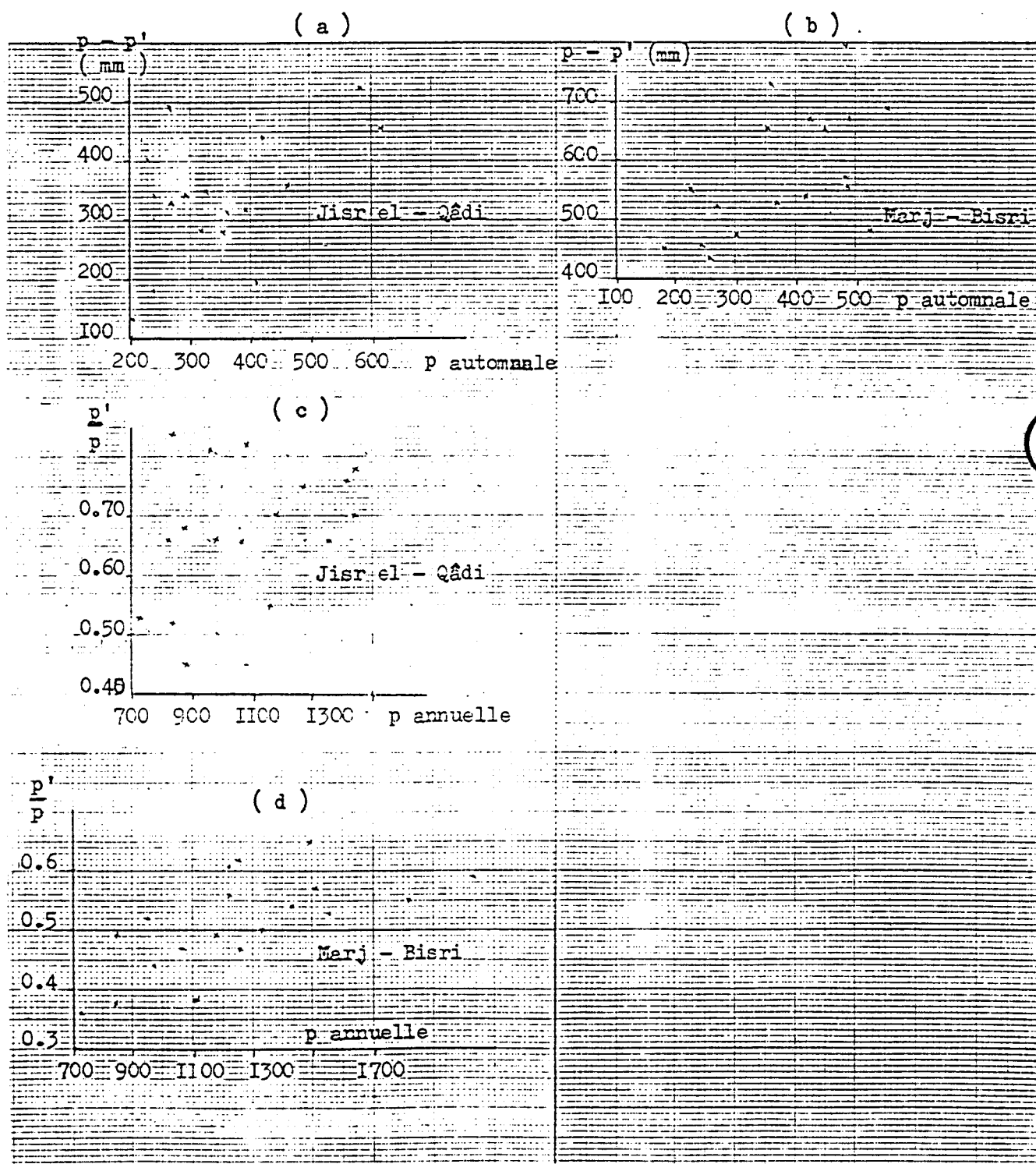


Tableau n° 78 - Bilan moyen mensuel sur les cours d'eau .

Elements du bilan hydrologique en mm

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jl	A	Année
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	-------

Le Damour à Jisr el-Qâdi (1948/49 - 1965/66)

P	4	43	117	224	290	228	195	89	3	0	0	0	1228
P'	8.4	11.3	28.1	81.8	156.2	189.2	153.8	87.8	3.3	18.4	12.5	9.1	795
D		30	89.3	142.3	134.1	3.5	41	1.2					
ETP de HOLDRIGE	107.9	98	76	61	50.5	47.4	61.5	73.6	93	107	115	120	1011
ETR de THORNTHWAITE		41.2	76	61	50.5	47.4	61.5	73.6	3.3				
ETR de TURC		55.6	64	90.9	128	144.6	126.9	93.9	69.2				
T°C	22.3	19.6	15.7	12.2	10.1	10.4	12.3	15.2	18.6	22.1	23	24.1	17.1

Le Bisri à Marj - Bisri (1952/53 - 1973/74)

P	2	42	120	230	301	230	200	88	36	0	0	0	1249
P'	5.9	7.3	15.9	66.5	121.2	141.7	126.4	76.7	33.7	15.5	9.8	6.8	627
D		36.2	110.5	173.8	185.2	110	75	12.5					
ETP de HOLDRIGE	105.5	98	76	56.5	46	45.1	61.5	74.1	93	103	113.5	118	990
ETR de THORNTHWAITE		43.5	76	56.5	46	45	61.5	74.1	36.7				
ETR de TURC		53.7	58	83.3	108.1	120.9	113.2	88.4	66.9				
T°C	21.8	19.6	15.7	11.3	9.2	9.9	12.3	15.3	18.6	21.3	22.7	23.6	16.8

Le Saïniq à l'embouchure (1965/66 - 1972/73)

P	3	45	110	184	251	110	125	35	13	0	0	0	876
P'	0	0.2	0.8	18.2	33.5	28.6	29.7	17.7	2.4	0.1	0.1	0	131
D	3	44.8	109.3	165.8	217.5	81.4	95.3						
ETP de HOLDRIGE	110.8	99	82.3	64	53.5	52	68.5	78.9	96	107.1	117.5	120.5	1049
ETR de THORNTHWAITE		45	82.3	64	53.5	52	66.5	35					
ETR de TURC		50.1	50.4	59.1	66.8	64.3	64.9	58.9	51.2				
T°C	22.9	19.8	17	12.8	10.7	11.4	13.3	16.3	19.2	22.3	23.5	24.1	17.8

Le Zahrani à l'embouchure (1965/66 - 1972/73)

P	3	46	123	227	305	127	154	44	9	0	0	0	1037
P'	0	0.5	3.3	26.3	67.5	54.1	49	40	5.3	0.1	0	0	246
D	3	45.5	119.7	200.7	237.5	72.9	105						
ETP de HOLDRIGE	109.4	101	80.3	61.5	50	48.8	65.5	77.9	96	103.1	115.5	121.5	1031
ETR de THORNTHWAITE		46	80.3	61.5	50	48.8	65.5	44					
ETR de TURC		50.3	51.7	63.2	83.8	77.1	74.5	70	52.7				
T°C	22.6	20.2	16.6	12.3	10	10.7	13.1	16.1	19.2	21.6	23.1	24.3	17.5

Avec :

- ETP_{mm/mois} de HOLDRIGE = 5 T (mois de 31 jours)
 - = 4.84 T (mois de 30 jours)
 - = 4.56 T (mois de février)
- T étant la température moyenne en °C'.

- D'après THORNTHWAITE : - L'ETR = ETP , si les précipitations du mois sont supérieures à l'ETP
- L'ETR = P , si les précipitations du mois sont inférieures à l'ETP

- ETR du mois d'après TURC = $\frac{P + 100 - D}{2}$

avec p = précipitations du mois
D = déficit du mois

- Précipitations liquides (P)
- Ecoulement de surface (P')
- Déficit d'écoulement (D = P - P')

Tableau n° 79 - Bilans annuels globaux des bassins du Damour à Jisr el-Qâdi , du Bisri à Marj - Bisri , du Saïniq et du Zahrani à leur embouchure .

Bassin versant	Période d'observation	Superficie Km ²	Altitude moyenne (mm)	T°C moyenne annuel	$\frac{P'}{P}$	P (mm)	P' (mm)	D (mm)	ETP (mm) de HOLDRIGE (1)	ETR (mm) de THORNTWALTE	E (mm) de TURC (2)	ETR (mm) de COUTAGNE (3)
Le Damour à Jisr el-Qâdi	1948/49-1972/73	185	880	17.1	0.65	1228	795	433	1011	899	755	723
Le Bisri à Marj-Bisri	1952/53-1970/73	220	1020	16.8	0.49	1294	627	672	990	879	784	714
Le Saïniq à l'embouchure	1965/66-1972/73	108	590	17.8	0.15	876	131	745	1049	951	687	744
Le Zahrani à l'embouchure	1965/66-1972/73	106	660	17.5	0.24	1038	246	792	1031	942	740	735

(1) le calcul de l'ETP des douze mois constitue l'indice de l'ETP annuelle figuré ici

(2) $E \text{ de TURC} = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$, avec $L = 300 + 25 T^{\circ}C + 0.05 (T^{\circ}C)^3$

(3) ETR de COUTAGNE = $210 + 30 T^{\circ}C$, pour $P = 800 \text{ mm} \pm 20 \%$

Tableau n° 80 - Déficit et écoulements annuels moyens : valeurs mesurées comparées aux valeurs calculées par la formule de TURC sur le Damour , le Bisri , le Saïniq et le Zahrani .

Bassin versant	L mm	Dm mm	Dc mm	Dm - Dc mm	P' mm	P'' mm	$\frac{P' - P''}{P'}$
Le Damour à Jisr el-Qâdi	978	433	755	- 322	795	373	53 %
Le Bisri à Marj-Bisri	957	672	783	- 112	687	510	25 %
Le Saïniq à l'embouchure	1027	745	687	+ 58	131	139	44 %
Le Zahrani à l'embouchure	1006	792	740	+ 52	246	298	21 %

L = évapotranspiration maximale selon TURC

Dm = déficit mesuré

Dc = déficit calculé

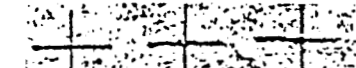
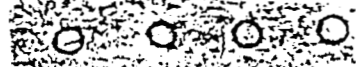
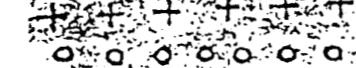
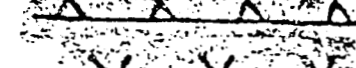
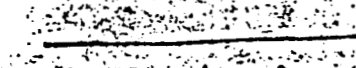
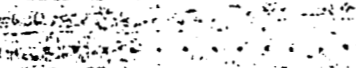
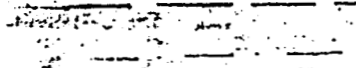
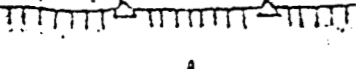



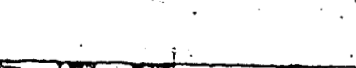

Dm - Dc = écart absolu

P' = lame d'eau mesuré

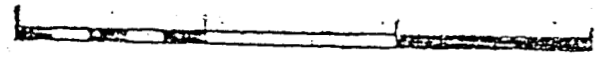
P'' = lame d'eau calculé (P - Dc)

Fig. 81 - Situation des coupes géologiques sur la carte des reliefs de la zone côtière intermédiaire du Liban.

LEGENDE

-  - Anticlinal de fond
-  - Synclinal de fond
-  - Anticlinal de couverture
-  - Synclinal de couverture
-  - Pliure
-  - Contre pliure
-  - Faille
-  - Faille, avec rejet visible
-  - raccord
-  - Limite de la montagne
-  - Trace des coupes
-  - Crêt
-  - Principaux sommets

0 1 2 3 4 5 10 15 Kms



(D'après DE VAUMAS (E.), op. cit.)

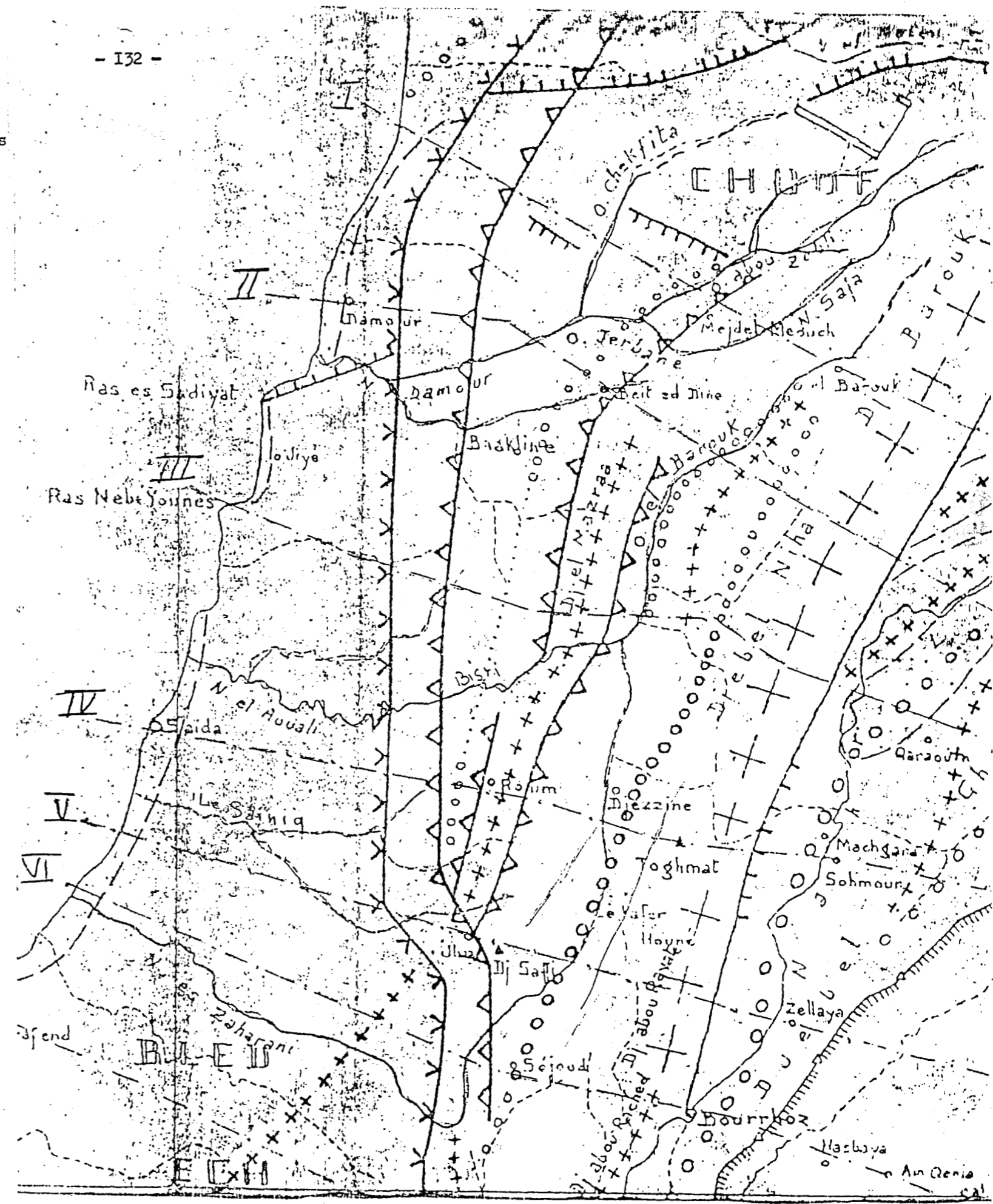
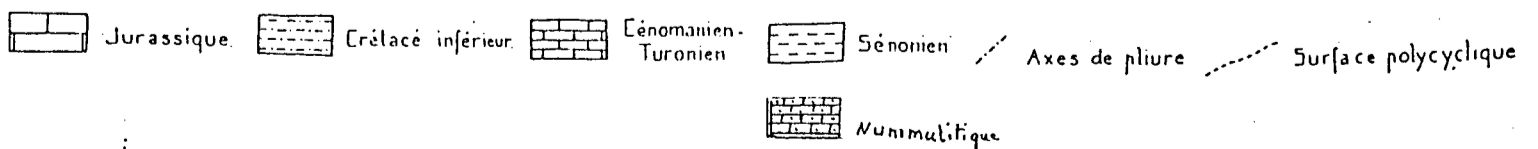
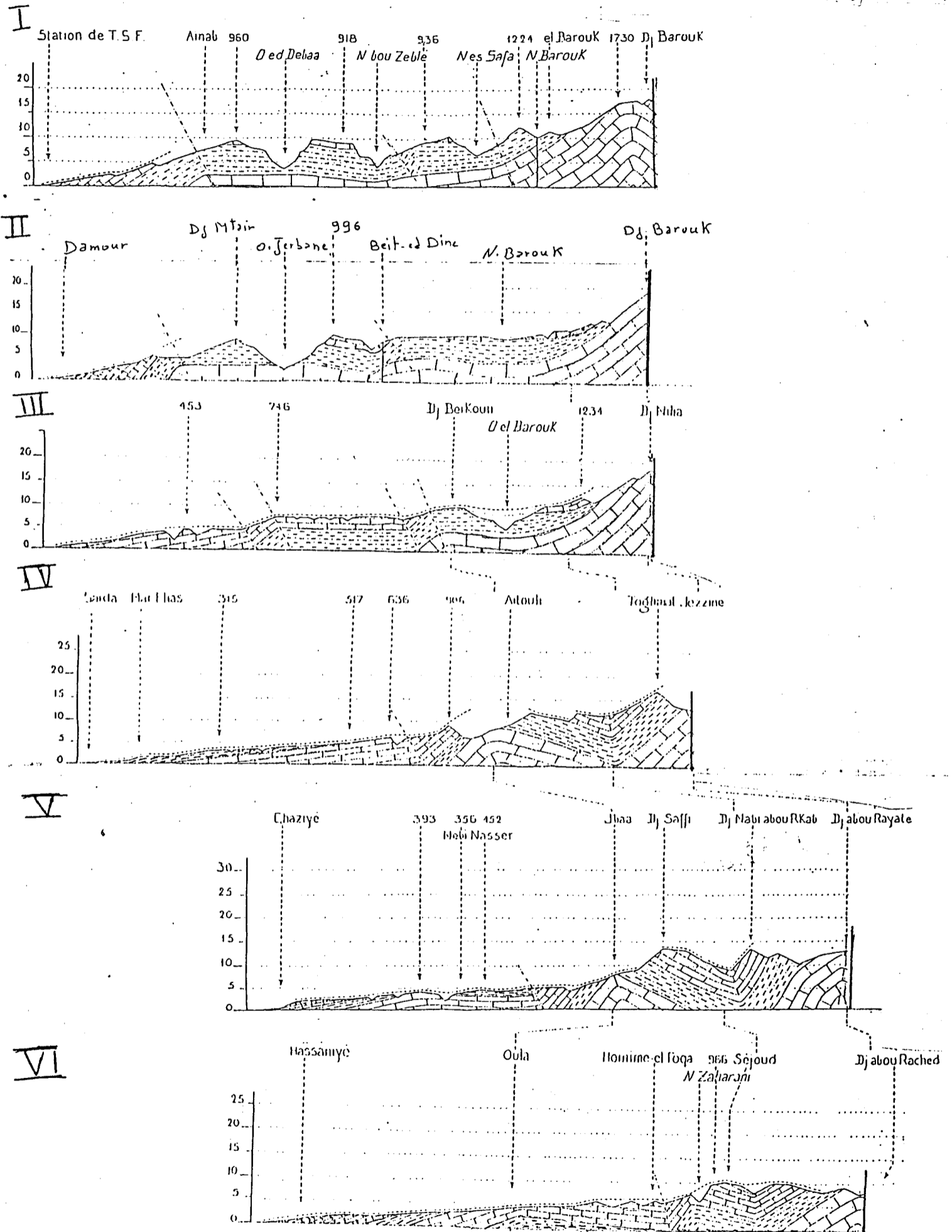


Fig.

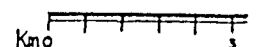
Fig. 82 - Coupes géologiques de la région des 4 bassins versants .

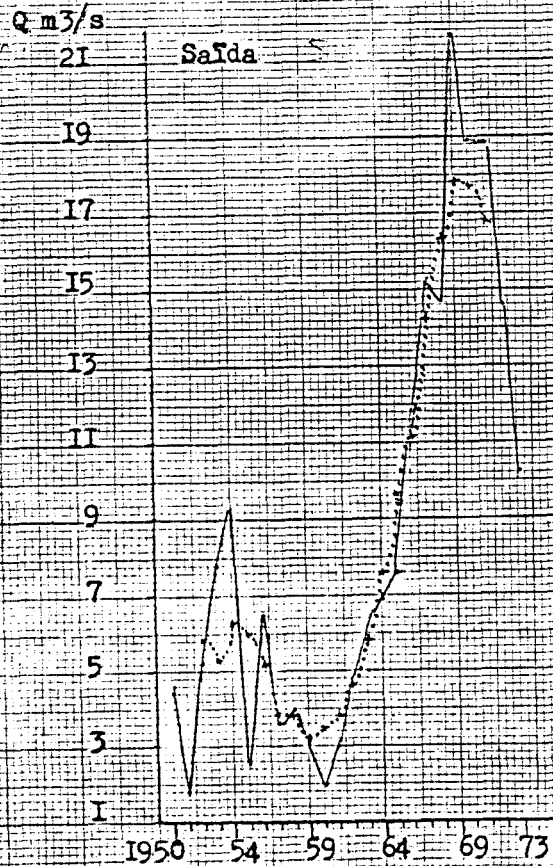
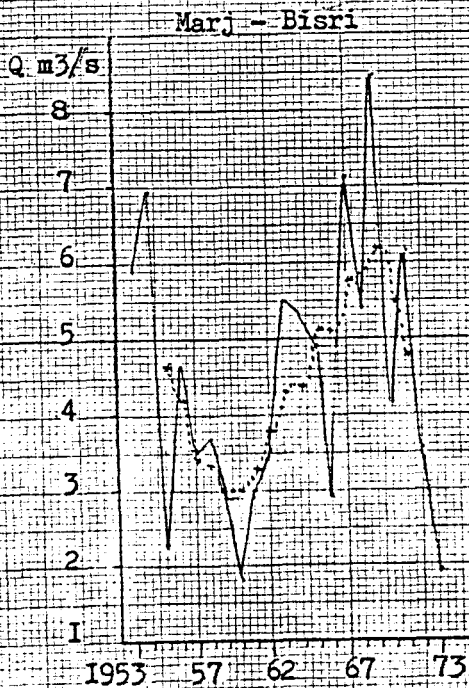
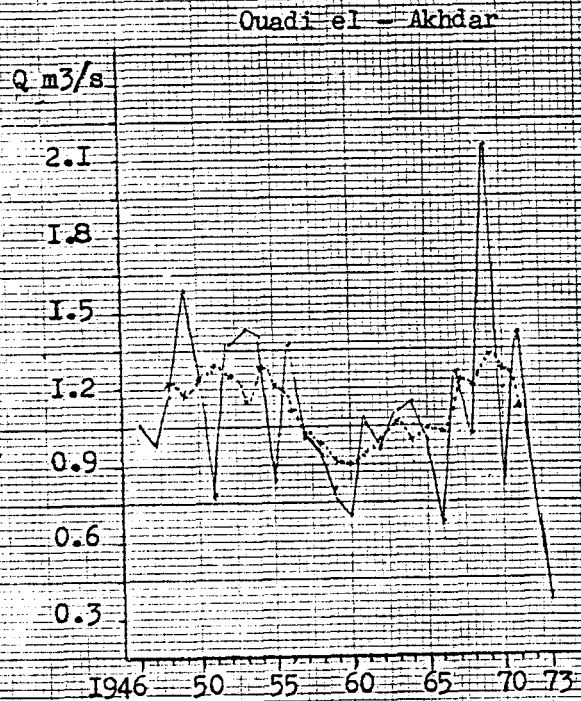
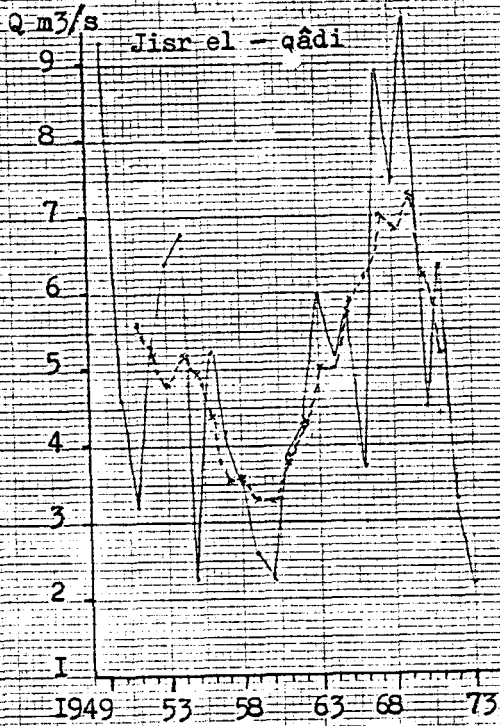
Coupe I et II : haut et moyen bassin versant du Damour et du Bisri
 III: moyen bassin versant du Bisri
 IV : sud du bassin du Bisri et haut du Saïniq
 V : haut du Zahrani , moyen et bas du Saïniq
 VI : moyen et bas du Saïniq

(D'après DE VAUMAS (E.) op. cit.)



Ech. Haut. 1/100 000
 Long. 1/200 000





— Débit annuel
 Moyenne mobile

FIG. 83 - Débits annuels et moyennes mobiles à Jisr el - qâdi (Damour), à Ouadi el - Akhdar (Zahrani), à Marj - Bisri (Bisri) et à Saïda (Awali).

Tableau n° 82 - Variations cycliques du régime du Damour à Jisr el-Qâdi du Bisri à Marj - Bisri , de l'Awali à Saïda et du Zahrani à Ouadi el-Akhdar en m³/s .

Année	Le Damour à Jisr el-Qâdi 1948/49-- 1972/73			Le Bisri à Marj - Bisri 1952/53 - 1972/73			L'Awali à Saïda 1949/50 - 1972/73			Le Zahrani à Ouadi el-Akhdar 1945/46 - 1972/73		
	Moy- enne Q	mobi- le	Ecart	Moy- enne Q	mobi- le	Ecart	Moy- enne Q	mobi- le	Ecart	Moy- enne Q	mobi- le	Ecart
1945/46												1.07
46/47												0.99
47/48												1.18 1.22 - 0.04
48/49	9.32											1.59 1.17 0.42
49/50	4.59						4.69					1.29 1.24 0.05
50/51	3.23	5.77	- 2.54				1.89					0.79 1.29 - 0.50
51/52	5.31	5.26	0.05				5.28	5.79	- 0.51			1.37 1.25 0.12
52/53	6.39	4.80	1.59	5.92			7.80	5.38	2.42			1.42 1.16 0.26
53/54	6.79	5.21	1.58	6.96			9.28	6.31	2.97			1.40 1.28 0.12
54/55	2.28	4.99	- 2.71	2.33	4.68	- 2.35	2.65	5.99	- 3.34			0.83 1.21 - 0.38
55/56	5.28	4.42	0.86	4.66	4.24	0.42	6.56	5.23	1.33			1.37 1.11 0.26
56/57	4.19	3.58	0.61	3.55	3.43	0.12	3.64	3.99	- 0.35			1.02 1.00 0.02
57/58	3.54	3.59	- 0.05	3.69	3.33	0.36	4.02	3.86	- 0.16			0.94 0.98 - 0.04
58/59	2.59	3.31	- 0.72	2.93	3.01	- 0.08	3.08	3.19	- 0.11			0.85 0.91 - 0.06
59/60	2.33	3.32	- 0.99	1.81	3.01	- 1.20	2.01	3.45	- 1.44			0.70 0.90 - 0.20
60/61	3.89	3.81	0.08	3.06	3.38	- 0.32	3.19	3.96	- 0.77			1.06 0.94 0.12
61/62	4.27	4.34	- 0.07	3.58	3.85	- 0.27	4.95	4.72	0.23			0.97 1.00 - 0.03
62/63	5.95	5.02	0.93	5.51	4.48	1.03	6.58	5.84	0.74			1.11 1.06 0.05
63/64	5.24	5.00	0.24	5.31	4.46	0.85	6.88	7.59	- 0.76			1.15 0.98 0.17
64/65	5.77	5.93	- 0.16	4.93	5.17	- 0.24	7.59	9.67	- 2.08			0.99 1.04 - 0.05
65/66	3.77	6.24	- 2.47	2.97	5.15	- 2.18	11.93	11.28	0.65			0.67 1.03 - 0.36
66/67	8.90	7.10	1.80	7.14	5.79	1.35	15.35	14.24	1.11			1.28 1.23 0.05
67/68	7.50	6.85	0.65	5.41	5.63	- 0.22	14.67	16.50	- 1.83			1.04 1.20 - 0.16
68/69	9.56	7.37	2.19	8.48	6.27	2.21	21.67	17.88	3.79			2.15 1.34 0.81
69/70	4.54	6.26	1.72	4.16	5.55	- 1.39	18.87	17.73	1.14			0.85 1.26 - 0.41
70/71	6.36	5.19	1.17	6.15	4.86	1.29	18.84	16.86	1.98			1.39 1.13 0.26
71/72	3.32			3.56			14.62					0.82
72/73	2.19			1.95			10.30					0.39

* Débit influencé

Tableau n° 84 - Comparaison des débits moyens mensuels mesurés⁽¹⁾ sur le Damour (Jisr el-Qâdi), le Bisri (Marj-Bisri), le Safniq (O. el-Leimoun) et le Zahrani (O. el - Akhdar) en m³/s'.

Mois	Le Damour à	Le Bisri à	Le Safniq à ⁽²⁾	Le Zahrani à
	Jisr el-Qâdi 1948/49-1965/66	Marj - Bisri 1952/53-1972/73	O. el- Leimoun 1965/66-1972/73	O. el- Akhdar 1963/64-1972/73
Septembre	0.60	0.51	0.01	0.10
octobre	0.77	0.61	0.02	0.10
novembre	2.11	1.39	0.04	0.24
décembre	5.65	5.67	0.23	1.39
janvier	10.90	10.09	0.68	2.74
février	14.36	13.06	0.77	3.01
mars	10.08	10.52	0.72	2.58
avril	6.23	6.39	0.42	1.68
mai	2.66	2.78	0.15	0.55
juin	1.35	1.34	0.06	0.25
juillet	0.86	0.82	0.03	0.15
août	0.63	0.57	0.02	0.09
Module	4.71	4.48	0.27	1.07

(1) Les points les plus abondants

(2) A partir de décembre et jusqu'en avril , l'embouchure du Safniq débite plus qu'en amont .

Tableau n° 85 - Bilans d'écoulement⁽¹⁾ du Damour à Jisr el-Qâdi , du Bisri à Marj-Bisri , du Safniq à Ouadi el-Leimoun et du Zahrani à Ouadi el - Akhdar en mm(1960-1972).

	<u>Le Damour à Jisr el-Qâdi</u>	<u>Le Bisri à Marj - Bisri</u>	<u>Le Safniq à O. el-Leimoun</u>	<u>Le Zahrani à O. el-Akhdar</u>
I - Précipitations (octobre - mai) :				
a - abondante	2070	3009	1683	1617
b - faible	730	788	781	784
c - moyenne	1226	1326	1020	1096
II - Débits caractéristiques :				
d - débit annuel abondant	1630	1216	498	1443
e - débit annuel faible	373	259	50	262
f - débit annuel moyen	812	642	244	735
II.1 - Débit hivernal (octobre - mai):				
g - débit hivernal abondant	1574	1176	480	1395
h - débit hivernal faible	354	240	44	249
j - débit hivernal moyen	746	597	213	685
II.2 - Débit estival(juin - septembre):				
k - débit estival le plus fort ⁽²⁾	1128	62	15	70
l - débit estival le plus faible	28	20	2	4
m - débit estival moyen	49	38	8	33
III - Excès annuel :				
n - excès annuel maximum(g-k)	1461	1114	465	1325
p - excès annuel minimum(h-k)	241	178	29	179
q - excès annuel moyen (j-k)	634	527	198	615

(1) Sur les points les plus abondants dans chaque bassin .

(2) Représente aussi le volume maximum des grandes retenues qui peut être restitué.

TABLE DES FIGURES

N.B. : Les figures précédées d'une étoile (*) se trouvent dans le volume I

Figure	page
1 Répartition des zones hydrologiques au Liban et la situation de la zone d'étude	1
2 Carte morphologique de la zone côtière intermédiaire du Liban	2
* 3 Les sous-zones dans la région d'étude	(14)
4 Carte orohydrographique de la zone côtière intermédiaire du Liban et la situation des stations Limnigraphiques et pluviométriques dans les bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	3
5 Réseau hydrographique de la rive gauche du haut bassin de l'Awali-Bisri sur une superficie de 20 km ² , à l'est du village du Barouk ..	4
6 Nappes souterraines et sources principales des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	6
* 7 Développement d'une source de trop-plein au Liban	(30)
* 8 Coupes montrant la formation de deux sources : celle de Barouk (a) et celle de Safa (b)	(31)
* 9 Trajectoires des vents concernant la région des 4 bassins versants	(34)

* 10	Diagrammes ombro-thermiques moyens pour les stations de Saïda (5 m d'altitude), de Gharifé (680 m) et de Kfar-Nabrakh (1020 m)	(8)
* 11	Comparaison de l'évaporation sur différentes altitudes	(39)
12	Nature et répartition des sols dans les bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	9
13	Le bassin versant du Damour	11
14	Le bassin versant de l'Awali-Bisri	12
15	Les bassins versants du Saïniq et du Zahrani...	13
16	Polygones des fréquences altimétriques et courbe hypsométrique des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	14
17	Profil en long du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	17
18	Structure du réseau hydrographique du Damour...	18
19	Structure du réseau hydrographique de l'Awali-Bisri	19
20	Structure du réseau hydrographique du Saïniq ..	20
21	Structure du réseau hydrographique du Zahrani..	21
22	Modification des courbes de tarage sur le Damour à Jisr el-Qâdi, l'Awali-Bisri à Marj-Bisri et à Saïda, le Saïniq à Ouadi el-Leimoun et le Zahrani à Ouadi el-Akhdar et à Deir ez-Zahrani	26

23	Les courbes isohyètes de la zone côtière intermédiaire du Liban (1930-1970)	29
24	Variations interannuelles des pluies aux stations situées à l'intérieur du bassin du Damour et leur moyenne (1962-1970)	30
25	Variations interannuelles des pluies aux stations situées à l'intérieur du bassin de l'Awali-Bisri et leur moyenne (1962-1970)	31
26	Variations interannuelles des pluies aux stations situées à l'intérieur des bassins versants du Saïniq (a, b, c) et du Zahrani (d, e, f,) et leur moyenne (1965-1970)	32
27	Distribution normale des modules annuels des pluies aux stations situées dans le bassin versant du Damour (1944/45 - 1970/71)	33
28	Distribution normale des modules annuels des pluies aux stations situées dans le bassin versant de l'Awali-Bisri (1944/45 - 1970/71)	34
29	Précipitations moyennes mensuelles aux sept stations situées à l'intérieur du bassin versant du Damour (1962-1970)	38
30	Précipitations moyennes mensuelles aux six stations situées à l'intérieur du bassin versant de l'Awali-Bisri (1962-1970)	39
31	Précipitations moyennes mensuelles aux quatre stations situées à l'intérieur du bassin versant du Zahrani, et aux trois stations situées à l'intérieur du bassin versant du Saïniq (1965/66 - 1970/71)	40

32	Le Saïniq à Ouadi el-Leimoun (a) et à l'embouchure	43
33	Le Zahrani à Ouadi el-Akhdar (a), à Deir ez-Zahrani (b) et à l'embouchure (c)	43
34	Le Damour à Jisr el-Qâdi	44
35	Le Bisri à Marj-Bisri (a) et l'Awali à Saïda (b)	44
36	Distribution normale des modules des débits du Damour à Jisr el-Qâdi, du Bisri à Marj-Bisri et du Zahrani à Ouadi el-Akhdar (1949/50 - 1972/73)..	47
37	Courbes moyennes des pluies et des débits sur les onze stations témoins	50
38	Evolution des débits mensuels moyens et médians sur onze stations	57
39	Valeurs mensuelles du coefficient $K_3 = \frac{Q_{90\%}}{Q_{10\%}}$ sur onze stations	61
40	Evolution des débits moyens journaliers de l'année médiane sur le bassin versant du Damour	62
41	Evolution des débits moyens journaliers de l'année médiane sur le bassin versant de l'Awali-Bisri	63
42	Evolution des débits moyens journaliers de l'année médiane sur le bassin versant du Saïniq	64
43	Evolution des débits moyens journaliers de l'année médiane sur le bassin versant du Zahrani	65
44	Nombre moyen de jours par mois pendant lesquels les débits sont inférieurs au DC9 moyen.....	69

45	Courbe des débits journaliers classés des années médianes des onze stations témoins	70
46	Diagramme chronologique des variations annuelles de la zone sourcière de Safa	75
47	Décroissance moyenne du débit moyen journalier de la saison chaude (avril - octobre) sur le Damour et ses affluents, l'Awali-Bisri, le Saïniq et le Zahrani	76
48	Moyenne du débit d'étiage de la saison chaude et sa durée en jours (période variant de 8 à 21 ans : 1952-1973)	78
49	Fréquence des décrues de la saison humide après n jours consécutifs (de 1 à 4, 5 à 10, 11 à 20 et 21 à 31 jours)	79
50	Hauteur de pluie annuelle maximale d'un jour, de deux, trois, quatre, cinq et six jours consécutifs à Kfar-Nabrakh (1960-1972)	82
51	Hauteur de pluie annuelle maximale d'un jour, de deux, trois, quatre, cinq et six jours consécutifs à Jisr el-Qâdi (1960-1972)	83
52	Les débits maxima annuels. Application de la Loi de GUMBEL à Jisr el-Qâdi (1949/50 - 1972/73), Marj-Bisri (1952/53 - 1972/73) et à Saïda (1952/53 - 1972/73)	89
53	Courbe de fréquence des crues (supérieures à 10 fois la moyenne) comparées aux régimes du Damour et ses affluents, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	93

54	Crues du 21 mars 1969 et des 14 et 18 janvier 1968 à la Centrale de Rechmaya	96
55	Situation synoptique du 14 janvier 1968	97
56 à 63		
	Courbes d'évolutions des crues supérieures à 20 fois la moyenne et diagrammes de précipitations à la même date sur les différentes stations du Damour, du Saïniq, de l'Awali-Bisri et du Zahrani (1960/61 - 1972/73)	98
56	Crue du 25 janvier 1963 à Jisr el-Qâdi	98
57	Crue du 4 février 1964 à Ouadi el-Leimoun (a) et du 14 janvier 1968 à Marj-Bisri (b)	99
58	Crue du 27 décembre 1968 à Marj-Bisri (a) et à Saïda (b)	100
59	Crue du 6 janvier à l'embouchure du Saïniq (a), du 20 au 28 janvier à Ouadi el-Leimoun (b), à Ouadi el-Akhdar (c), à Deir ez-Zahrani (d) et à l'embouchure du Zahrani (e)	101
60	Crue du 23 janvier 1969 à Ouadi es-Sitt (a) et à el-Hammam (b)	102
61	Crue du 24 janvier 1970 à Mars-Bisri (a) du 11 mars 1970 à Ouadi el-Leimoun (b) et à l'embouchure du Saïniq (c)	103
62	Crue du 13 avril 1971 à Ouadi es-Sitt (a), à Ouadi el-Akhdar (b), à Deir ez-Zahrani (c) et à l'embou- chure du Zahrani (d)	104

63	Crue du 13 avril 1971 à Marj-Bisri (a), à Saïda (b), à Ouadi el-Leimoun (c) et à l'embouchure du Saïniq (d)	105
64	Situation synoptique du 24 décembre 1968	106
65	Les temps de réponse de la crue de janvier 1969 sur le Damour et l'Hamman	107
66	Le temps de réponse de la crue de janvier 1969 sur le Zahrani et le Saïniq	108
67	Situation synoptique du 9 mars 1970	109
68	L'Awali-Bisri à Marj-Bisri et à Saïda et le Zahrani à l'embouchure le 6 mars 1983	110
69	Corrélation entre le temps de ruissellement et celui des précipitations à Ouadi el-Leimoun et à Marj-Bisri	115
70	Corrélation entre le temps de ruissellement et le total précipité à Ouadi el-Leimoun et à Marj-Bisri	115
71	Corrélation entre l'écoulement et la précipitation à Mars-Bisri	115
72	Corrélation entre la pluie et le déficit à Ouadi el-Leimoun et à Marj-Bisri	115
73	Pourcentage du ruissellement net par rapport au ruissellement total pour les crues supérieures à 20 fois la moyenne à Ouadi es-Sitt, el-Hammam, Marj-Bisri, Saïda, Ouadi el-Akhdar, Deir ez-Zahrani, à l'embouchure du Zahrani, à Ouadi el-Leimoun et l'embouchure du Saïniq	116

74	Graphiques de corrélation entre pluies et débits annuels, droite d'estimation moyenne des débits en fonction des pluies, et intervalles de confiance : 95 % (Y'') et 68 % (Y') sur les stations de Jisr el-Qâdi et de Marj-Bisri.....	120
75	Comparaison du déficit calculé selon la formule de TURC et du déficit calculé selon la formule $D = p - p'$ sur 9 stations (1965/66 - 1969/70)	121
76	Corrélation entre déficits annuels moyens et pluies moyennes annuelles pour les 4 bassins versants (a), et corrélation entre pluies moyennes annuelles et altitude médiane pour les 4 bassins versants (b)	123
77	La variation des déficits annuels sur les différentes stations par rapport aux précipitations ...	125
78	Corrélation entre déficits et températures moyennes annuelles sur les 4 bassins versants	127
79	Corrélation entre déficits et températures mensuelles moyennes à Jisr el-Qâdi	127
80	Corrélation entre pluies automnales et déficits annuels sur le Damour à Jisr el-Qâdi et le Bisri à Marj-Bisri (a et b), et corrélation entre pluies annuelles et quotient d'écoulement ($Cr = \frac{P'}{P}$) sur le Damour à Jisr el-Qâdi, et le Bisri à Marj-Bisri (c et d)	129
81	Situation des coupes géologiques sur la carte des reliefs de la zone côtière intermédiaire du Liban.....	132
82	Coupes géologiques de la région des 4 bassins versants	133

83	Débits annuels et moyennes mobiles à Jisr el-Qâdi (Damour), à Ouadi el-Akhdar (Zahrani), à Marj-Bisri (Bisri) et à Saïda (Awali).....	134
----	--	-----

TABLE DES TABLEAUX

N.B. : Les tableaux précédés d'une étoile (*) se trouvent dans le volume I

Numéros		page
1	Quelques données sur les bassins ayant fait l'objet d'études antérieures (le Damour, le Zahrani, le Bisri)	5
2	Caractéristiques des nappes souterraines de la zone côtière intermédiaire du Liban	7
* 3	Les débits annuels moyens des sources les plus importantes dans la zone d'étude	(32)
* 4	Températures moyennes mensuelles pour les trois stations représentatives dans la région	(36)
* 5	La culture sur les rives des cours d'eau varie aussi selon l'altitude	(44)
6	Les dimensions linéaires des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	10
7	Les indices des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	10
8	Répartitions des surfaces des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	15
9	La mesure des paramètres géométriques des réseaux hydrographiques des quatre bassins versants....	22

10	La longueur totale du réseau hydrographique des quatre bassins versants	22
11	Caractéristiques des stations pluviométriques des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban	23
12	Répartition par tranches d'altitude, des pluviomètres sur les bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	24
13	Caractéristiques des stations hydrométriques équipées d'un limnigraphe des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban	25
14	Lame d'eau annuelle précipitée sur les bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban selon la méthode des isohyètes	27
15	Moyenne précipitée sur les bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban d'après la méthode de THIESSEN	28
* 16	Moyenne précipitée sur les 4 bassins versants, d'après les méthodes de la moyenne arithmétique de THIESSEN et des isohyètes	(71)
17	Variations extrêmes de la pluviosité des 20 stations des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban (1962-1970)	35
18	Taux de pluviosité sur les 20 stations des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	36
19	Caractères pluviométriques des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	37

20	Moyennes des précipitations des mois les plus et les moins arrosés (1962-70) en mm	41
21	Coefficients mensuels des pluies aux 13 stations des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri pour la période 1961/62 - 1969/70, et aux 7 stations des bassins versants du Saïniq et du Zahrani pour la période 1965/66 - 1969/70	42
* 22	Nombre moyen de jours de chutes de neige au-dessus de 1500 m d'altitude	(77)
* 23	Coefficient d'écoulement apparent sur les onze stations.....	(79)
24	Débits moyens annuels aux stations de jaugeage des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	45
25	Taux d'hydraulicité sur les 4 bassins versants	46
26	Rapport des moyennes mensuelles extrêmes particulières sur onze stations témoins	48
27	Pourcentage des moyennes mensuelles extrêmes du Damour et ses affluents, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	49
28	Coefficient mensuel de débit et coefficient d'écoulement apparent sur le Damour à Jisr el-Qâdi, sur l'Awali-Bisri à Marj-Bisri et à Saïda, sur le Saïniq à l'embouchure et sur le Zahrani à Ouadi el-Akhdar et à l'embouchure	53
29	Coefficient mensuel de débit le plus fort à chaque station	54

30	Coefficient mensuel de débit le plus faible à chaque station	54
31	Extrêmes du régime des cours d'eau témoins ...	55
32	Moyenne mensuelle et coefficient mensuel de débit du Damour et ses affluents, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	56
33	Débits mensuels moyens et médians et rapport des débits moyens aux débits médians	58
34	Coefficients de variation des débits maxima et moyennes annuelles sur les onze stations	59
35	Valeurs mensuelles de l'indice $K_3 = \frac{90\%}{10\%}$ sur onze stations des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban	60
36	Mois des variations interannuelles des débits les plus forts et les plus faibles sur 11 stations témoins	66
37	Fréquences relatives pour chaque mois du débit minimum annuel et coefficient mensuel de débit moyen sur le Damour, l'Awali-Bisri, le Saïniq et le Zahrani	66
38	Moyenne du débit moyen journalier minimum et sa durée sur les onze stations	67
39	Fréquence des dix jours consécutifs des plus faibles débits	67
40	Valeurs journalières caractéristiques moyennes de débits classées en m ³ /s (1966/67 - 1972/73)	68

41	Nombre moyen de jours par mois pendant lesquels les débits se sont tenus au-dessous du DC9 moyen sur les onze stations	68
42	Valeurs journalières caractéristiques des débits des années médianes des 4 cours d'eau	73
43	Débits spécifiques extrêmes sur les bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	73
44	Débits spécifiques journaliers minima sur les stations qui ne s'assèchent pas	74
45	Débit moyen journalier inférieur ou égal à 1L/s/km ² pendant plus de dix jours consécutifs sur les 9 stations témoins	74
46	Décroissance moyenne du débit moyen journalier en saison chaude (avril-octobre) sur les 4 cours d'eau	77
* 47	Coefficients de tarissement sur le Safa à Ouadi es-Sitt, le Bisri à Marj-Bisri, le Saïniq à Ouadi el-Leimoun et le Zahrani à Ouadi el-Akhdar ...	(108)
* 48	Période des hautes eaux des cours d'eau témoins	(112)
49	Fréquences relatives à chaque mois du débit maximum annuel et coefficients mensuels de débit	80
* 50	Types de pluies provoquant les ruissellements au début de la saison humide	(114)
51	Nombre moyen de séquences pluvieuses et leur fréquence sur la zone côtière intermédiaire du Liban (1961/62 - 1969/70)	81

52	Hauteurs des pluies en mm d'un jour, de deux, trois quatre, cinq et six jours consécutifs pour des périodes de retour de deux, cinq, dix et vingt ans à Jisr el-Qâdi (250 m d'altitude) et à Kfar-Nabrakh (1020 m d'altitude)	84
* 53	Fréquence des pluies maximales journalières selon les mois pendant la période d'étude	(118)
54	Maximum annuel des précipitations journalières et leur effet sur les débits journaliers dans les 4 bassins versants	(85)
55	Débits journaliers maxima sur les onze stations des bassins versants de la zone côtière intermédiaire du Liban	86
56	Débits moyens journaliers maxima par ordre décroissant sur les onze stations	87
57	Coefficient de variation des débits moyens journaliers maxima	88
58	Fréquence du débit moyen journalier égal à 5 à 10 fois la moyenne selon les mois sur les onze stations	90
59	Fréquence du débit moyen journalier égal à 10 à 20 fois la moyenne selon les mois sur les onze stations	90
60	Dates des épisodes de crues supérieures à 20 fois la moyenne sur les onze stations	91
61	Recensement des crues selon les mois sur les onze stations	92
62	Crues secondaires (10 à 20 fois la moyenne) pendant la période d'étude sur les onze stations	92

- * 63 Volume écoulé et débit moyen journalier pour la crue du 13 avril 1971 sur 9 stations (136)
- 64 Variation des débits de base et des débits de pointe des crues supérieures à 20 fois la moyenne 111
- 65 Variation des débits de pointe et des débits de base sur les onze stations (période de 8 à 21 ans) 112
- 66 Pluies génératrices de crues supérieures à 20 fois la moyenne sur le Damour et ses affluents, l'Awali-Bisri, le Saïniq et le Zahrani 113
- 67 Pourcentage de décroissance du Dmj par rapport au débit de pointe pour les épisodes de décembre 1968 et d'avril 1971 à Marj-Bisri et à Saïda, et de janvier 1969 et d'avril 1971 à l'embouchure du Zahrani 114
- 68a Volumes des épisodes de crues et des précipitations sur le Damour, le Safa, l'Hammam, l'Awali-Bisri, le Saïniq et le Zahrani 117
- 68b Bilans d'averses - crues sur les bassins versants du Damour, de l'Hammam, du Safa, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani 118
- * 69 Valeur du coefficient de crue pour les crues records sur les quatre bassins versants (148)
- * 70 Coefficients de corrélation pluies - débits pour les années hydrologiques (septembre - août, octobre - septembre et novembre - octobre) débutant avec les premières pluies sur dix stations hydrologiques (156)

71	Caractéristiques statistiques des pluies et des débits aux stations des bassins versants du Damour, de l'Awali-Bisri, du Saïniq et du Zahrani	119
72	Déficit mesuré selon la formule $D = p - p'$ et déficit calculé selon la formule de TURC sur les quatre bassins versants et pour une période commune ...	122
73	Rapports entre les valeurs extrêmes particulières des précipitations, des lames d'eau écoulées et des déficits pour les quatre bassins versants...	124
74	Rapport des déficits extrêmes particuliers et traits caractéristiques des bassins témoins ...	124
75	Bilans particuliers sur le Damour et ses affluents, le Bisri, le Saïniq et le Zahrani	126
* 76	Coefficient de variation des pluies, des débits et des déficits annuels particuliers sur le Zahrani, le Saïniq, le Bisri, le Damour, le Safa et l'Hamam (169)	
77	Influence de la répartition des pluies (p) au cours de trois saisons sur le déficit d'écoulement sur le Damour (1949/50 - 1965/66) et sur le Bisri à Marj-Bisri (1952/53 - 1970/71)	128
78	Bilan moyen mensuel sur les quatre cours d'eau	130
79	Bilans annuels globaux des bassins témoins ...	131
80	Déficits et écoulements annuels moyens : valeurs mesurées comparées aux valeurs calculées par la formule de TURC sur les quatre bassins versants	131
* 81	Réserves dynamiques concernant les sources principales	(182)

- 82 Variations cycliques du régime du Damour à
Jisr el-Qâdi, du Bisri à Marj-Bisri, de l'Awali
à Saïda et du Zahrani à Ouadi el-Akhdar 135
- * 83 Meilleure décennie hydrologique pour trois stations
des trois bassins versants : le Damour, l'Awali-Bisri
et le Zahrani (185)
- 84 Comparaison des débits moyens mensuels mesurés sur
les quatre bassins versants 136
- 85 Bilans d'écoulement du Damour à Jisr el-Qâdi, du
Bisri à Marj-Bisri, du Saïniq à l'embouchure et du
Zahrani à Ouadi el-Akhdar 137

