

O.DE.SY.PA.NO
Direction régionale
des Mogods-Kroumirie
Agence de NEFZA

Institut Français de Recherche
Scientifique
pour le Développement en Coopération
(ORSTOM)

BILAN HYDROLOGIQUE DE DEUX PETITES RETENUES.

(région de NEFZA)

RAPPORT D'INSTALLATION DE STATIONS

D'OBSERVATIONS

HYDRO-PLUVIOMETRIQUES .



Retenue de JML

H. CAMUS

Directeur de Recherches à l' ORSTOM

M.BEN YOUNES

Hydrologue ORSTOM

Avec la collaboration de l'équipe ODESYPANO de Nefza

Janvier 1992.

SOMMAIRE

	Pages
REMERCIEMENTS	5
AVANT-PROPOS	7
I - LE MILIEU NATUREL.	9
1.1 - Situation.	9
1.2 - Le climat régional.	10
1.2.1 - <i>Indice d'Emberger.</i>	
1.2.2 - <i>La pluviométrie.</i>	
1.3 - L'Hydrographie.	12
1.4 - La Géologie.	12
1.4.1 - <i>Aperçu sur la paléogéographie.</i>	
1.4.2 - <i>Le relief.</i>	
1.5 - La pédologie.	13
1.5.1 - <i>Les vertisols.</i>	
1.5.2 - <i>Les sols lessivés hydromorphes.</i>	
1.6 - La végétation.	14
2 - EQUIPEMENT DES DEUX RETENUES COLLINAIRES.	15
2.1 - La retenue de TABOUBA.	15
2.1.1 - <i>Historique.</i>	
2.1.2 - <i>Caractéristiques techniques.</i>	
2.1.3 - <i>Equipement.</i>	
2.2 - La retenue de JMIL.	21
2.2.1 - <i>Historique.</i>	
2.2.2 - <i>Caractéristiques techniques.</i>	
2.2.3 - <i>Equipement.</i>	
3 - PREMIERES OBSERVATIONS	25
3.1 - Pluviométrie et Pluviographie.	
3.2 - Hydrométrie	
3.3 - Evaporation.	
3.4 - Les termes du bilan hydrologique d'une retenue.	
3.5 - Quelques commentaires en guise de conclusion.	
4 - BIBLIOGRAPHIE	29
5 - PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.	31
6 - ANNEXES.	39

Avant de donner un aperçu rapide sur la mise en place de l'infrastructure hydro-pluviométriques et des aménagements réalisés pour mener à bien cette étude du bilan hydrologique des deux lacs de retenue de TABOUBA et de JMIL, dans la région de Nefza, je voudrais remercier tous les agents de l'Office, du Directeur jusqu'au surveillant d'ouvrage, qui à un moment ou à un autre, ont contribué à ce que cette étude démarre dans de bonnes conditions.

Je remercie plus spécialement ceux avec qui ils nous a été donné de travailler plus spécifiquement, à savoir Abdallah REJEIBI, alors responsable de l'agence de Nefza, et MM.Moussa TERAOUI et Abdoulaziz MALAOUI.

Enfin, nous associons à ce travail Klaus MERSMANN, de l'équipe GTZ, qui est un peu l'initiateur de cette étude et avec lequel une franche collaboration s'est établie. Nous souhaitons que le développement de ce travail et les résultats que l'on peut en attendre permette de mieux appréhender le bilan hydrologique de ce type d'ouvrage et d'en justifier l'utilité.

AVANT-PROPOS

En novembre 1988, une première reconnaissance faite sur les sites de quelques petits barrages collinaires construits dans le cadre du projet Tuniso-allemand de SEJNANE s'était terminée par une séance de travail au cours de laquelle certains responsables du projet avaient émis le souhait de voir se développer une étude sur le bilan hydrologique de ce type d'ouvrage.

Il est vrai qu'il n'existe pas actuellement en Tunisie dans la littérature scientifique de documents de référence sur ce sujet. C'est la raison pour laquelle le projet a décidé de faire appel aux hydrologues de la mission ORSTOM en Tunisie, afin de voir dans quelles mesures il était possible de mettre en place une infrastructure scientifique nécessaire à une telle étude. Après plusieurs autres reconnaissances de terrain, c'est le secteur de NEFZA qui a été retenu. Le choix s'est alors porté sur deux petits ouvrages, l'un en exploitation depuis quelques temps déjà (barrage de JMIL), l'autre en cours d'achèvement (barrage de TABOUBA).

En règle générale, il semble qu'il existe selon les utilisateurs une différence appréciable dans la terminologie des ouvrages de retenue, petits ou grands. On parle de barrage pour des retenues d'une capacité de plusieurs millions, voire milliards de m³ et l'on emploie le même terme pour désigner des ouvrages de quelques dizaines de m³. Une rapide enquête menée en Tunisie auprès de "spécialistes", nous amène aux conclusions suivantes :

On distinguerait en Tunisie,

- * Les "grands barrages", unités d'une capacité de plusieurs centaines de millions de m³,
- * Les "barrages", d'une capacité comprise entre 3 et 100 millions de m³,
- * Les "barrages collinaires", d'une capacité de 300.000 m³ à 2 millions de m³,
- * Les "lacs collinaires", de 50000 m³ à 300000 m³,
- * Les "lacs de retenue", de quelques 10000 à 50000 m³.
- * les "digues de retenue", inférieures à 10000 m³.

En ce qui concerne la présente étude, les ouvrages qui feront l'objet d'une approche de bilan hydrologique correspondent plus à des "digues de retenue" qu'à "des lacs de retenue". Les volumes stockés étant inférieurs à 10000m³. Si ces ouvrages ne nécessitent pas une étude préalable très poussée, ils demandent cependant à être réalisés avec beaucoup de soins.

Dans certaines régions du Sud-Ouest de la France (comme la Haute-Garonne, le Gers ou encore les Landes) ce type d'ouvrages semble s'autoréguler, c'est à dire que les pertes (par utilisation, évaporation et pertes directes) sont totalement compensées par les apports directs (pluie sur la surface de retenue) et indirects (ruissellement et écoulement à la surface du bassin versant.)

Ces ouvrages de plus en plus développés ne comportent que très exceptionnellement un déversoir. Cependant pour des raisons de sécurité, il est recommandé de les compléter par un évacuateur de crue calibré.

I - CHAPITRE 1

LE MILIEU NATUREL

Les sites retenus pour l'étude se trouvent tous les deux dans le secteur de NEFZA, couvert par la feuille au 1/50000, N° X.(Cf. fig. 1).

1.1 - SITUATION

Notre zone d'étude se situe dans le Tell un des quatre grands ensembles orographiques tunisiens qui comprend l'ensemble des reliefs situés au Nord d'une ligne Thala - unis. Le secteur de Nefza (ex-Djebel Abiod) est situé dans une l'unité Kroumirie - Mogods, formé de montagnes massives séparées par des vallées souvent profondes. Les altitudes croissent d'Est en Ouest et passe de 400-600 m (jbel Ain Chouna, Tebouna, El Msid) dans les Mogods à plus de 1000m en Kroumirie (région d'Ain Draham, par exemple).

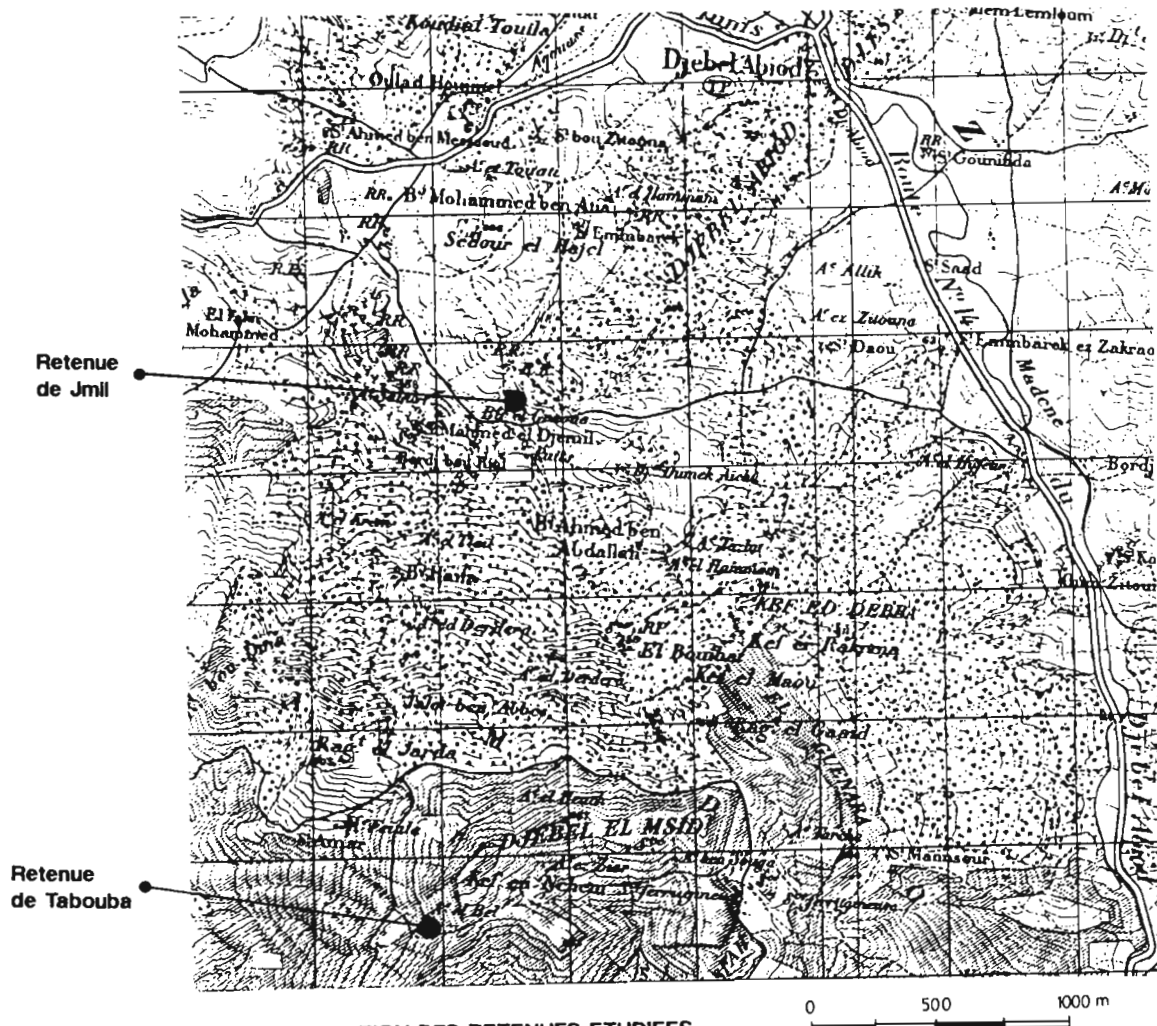


Fig. 1.1 SITUATION DES RETENUES ETUDIEES

1.2 - LE CLIMAT REGIONAL

Le climat de notre zone d'étude est de type méditerranéen humide. Ce climat est caractérisé par une température moyenne annuelle voisine de 18°C. La variation interannuelle de cette valeur est faible. L'amplitude thermique représente l'écart entre la moyenne du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid, c'est à dire en général, entre les températures moyennes des mois de juillet et de janvier. On peut considérer cette valeur comme un bon indice de continentalité.

L'influence de la mer diminue l'amplitude thermique. Il en est de même pour l'altitude.

1.2.1 Indice d'Emberger et classification des climats.

"C'est sur la base de critères botaniques, qu'Emberger a établi sa description des climats. L'indice pluviométrique n'étant qu'un moyen commode et quantitatif de situer un secteur donné."

Cet indice a la forme :

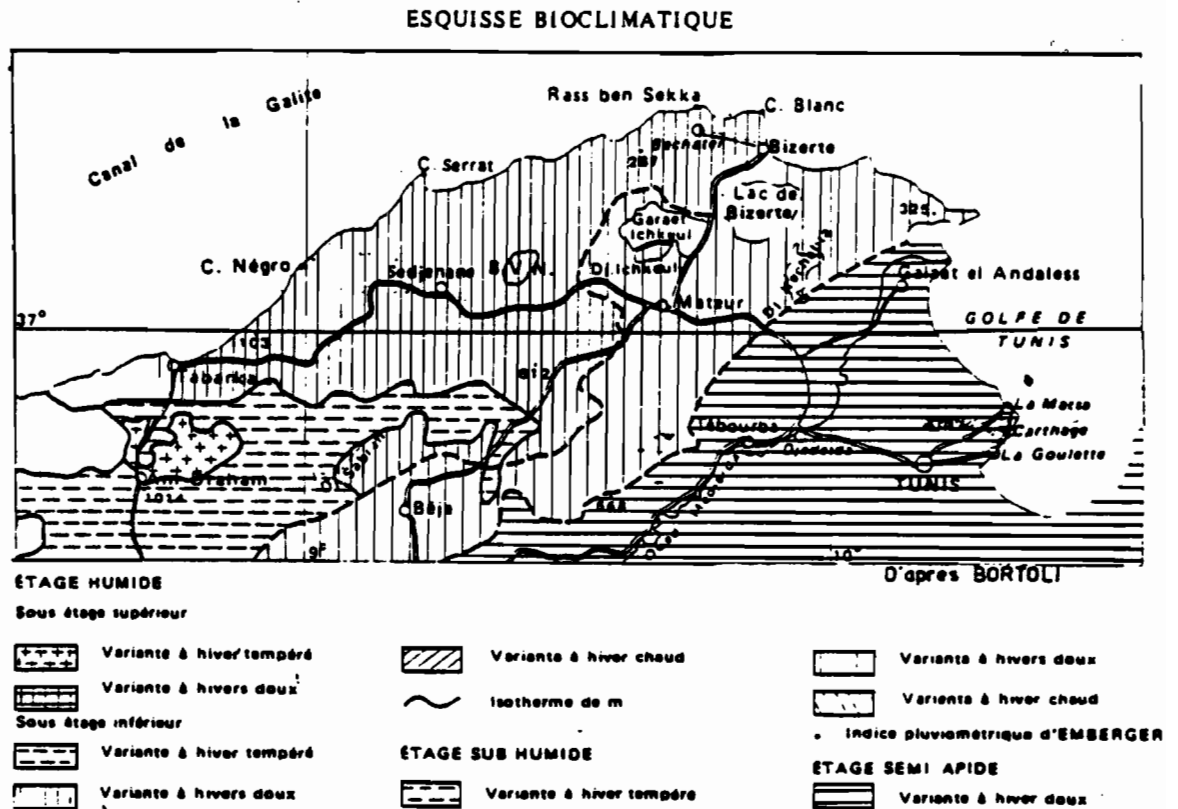
$$Q = \frac{P * 1000}{(M + m)(M - m)/2} = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

M et m ont été définis précédemment. Les températures sont exprimés ici en degrés Kelvin. P est la hauteur de pluie annuelle en millimètres.

Cette formule, qui traduit la plus ou moins grande "aridité" du lieu, correspond approximativement au rapport Pluie sur ETP : $(M + m)/2$ correspond à peu près à la température moyenne annuelle, peu variable en Tunisie, M - m représentant grosso-modo le déficit de l'air." (IBIZA, 1983).

La classification des climats repose sur une représentation graphique, où chaque station est définie par deux coordonnées, dont l'une est Q, l'indice d'Emberger, l'autre en abscisse est m, (moyenne du minimum du mois le plus froid). Des frontières tracées d'après l'étude phytogéographique délimitent sur ce graphique les différents "étages". Dans le document de synthèse des études effectuées sur le bassin de l'oued Sidi Ben Naceur [IBIZA, 1983] l'auteur rapporte que " l'étage sub-humide a, par exemple, un indice Q variant de 63 à 97 pour $m = 0^{\circ}\text{C}$, et de 82 à 163 pour $m = 10^{\circ}\text{C}$. Au dessus de (Q 97, $m = 0^{\circ}\text{C}$, Q 163, $m = 10^{\circ}\text{C}$) l'étage est dit "humide".

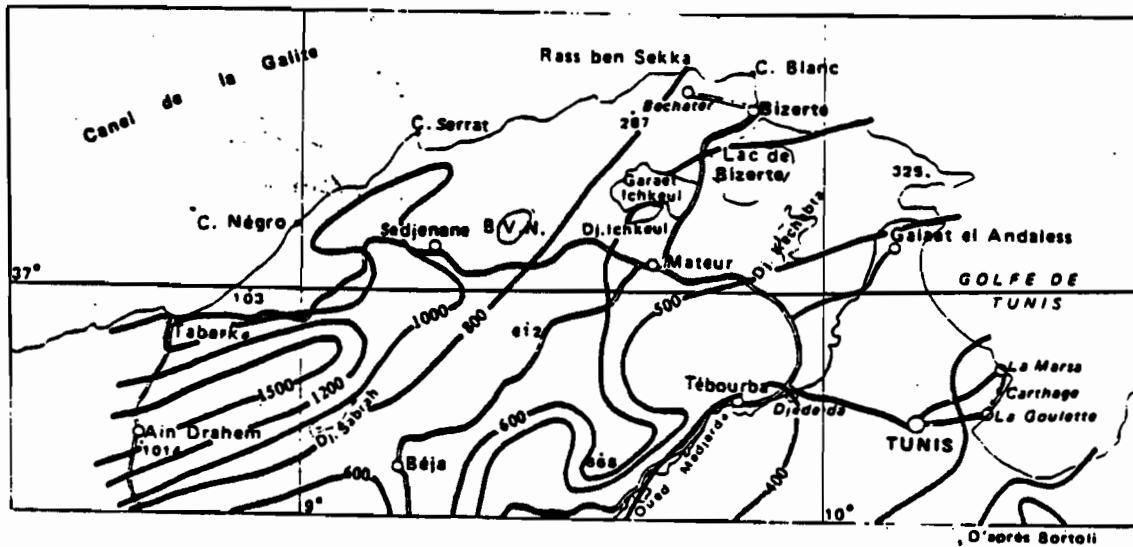
Nous donnons ci-après un aperçu de l'esquisse bioclimatique d'après BORTOLI.



1.2.2 - La pluviométrie

La pluviométrie annuelle de la région est comprise entre 800 et 1200 mm. L'altitude et l'orientation des postes pluviométriques ont une influence significative sur les hauteurs d'eau observées. La variabilité interannuelle peut être assez élevée. Dans un document relatif à l'homogénéisation des données pluviométriques des secteurs de TABARKA [CAMUS et al, 1986] et de SEJNANE [CAMUS, ABIDI, 1987] on peut noter qu'aux postes de NEFZA délégation et TABOUBA Forêts, situés respectivement à 50 et 450m d'altitude, les valeurs moyennes interannuelles se situent entre 845 et 1019 mm. L'altitude de ces postes est comparable à celles des postes de Jmil et Tabouba. Les auteurs donnent comme valeurs décennales annuelles sèches et humides à ces 2 postes, respectivement 720 et 750mm comme valeurs décennales sèches, 1190 et 1225mm comme valeurs décennales humides. Certes la très faible chronique d'observations (14 ans pour Nefza et 11 pour Tabouba Forêts) ne peut que conduire à des valeurs estimées. Nous avons représenté sur la figure ci-après, le tracé des isohyètes annuelles d'après l'étude effectuée par BORTOLI dans le Nord Tunisien.

PLUIES ANNUELLES MOYENNES



1.3 - L'HYDROGRAPHIE

Cette région, ne présente pas de sommets très élevés (de 300 à 800 mètres), mais l'imbrication des jebels et leurs hauts versants pentus crée un chevelu hydrographique assez développé. Ce chevelu ne commence à véritablement ruisseler que lorsque les sols (très marno-argileux) ont reçu une quantité d'eau égale à 150-200 mm. Dans ces conditions les fentes de retraits très fréquentes dans ces terrains argileux (prédominance d'argiles gonflantes) sont refermées. Les sols étant alors bien humectés, le ruissellement peut se développer.

1.4 - LA GEOLOGIE

1.4.1 - Aperçu sur la paléogéographie

Le bâti géologique de la Tunisie comporte essentiellement des formations sédimentaires appartenant aux ères secondaires, tertiaires et quaternaires. Le socle cristallin n'est présent que sur les petits îlots de la Galite et de Galiton, au large du Cap Serrat.

"A l'Aptien, apparait entre le Haut Tell et la Kroumirie, une des 4 zones paléogéographiques, le sillon tunisien qui est une véritable avant-fosse, orientée ouest-est, où s'accumulent les dépôts à facies bathyal (marnes, schistes)

La fin du Nummulitique est marquée par la transgression marine oligocène qui s'accompagne au N.W d'épaisses formations de matériel détritique (flysch numidien de Kroumirie et des Mogods) et par des mouvements orogéniques qui mettent en place les grandes unités structurales actuelles." (KASSAB, SETHOM, 1980).

Les mêmes auteurs signalent que lors de la transgression burdigalienne, d'importants mouvements tectoniques ont fait émerger définitivement la région de Kroumirie-Nefza.

L'évolution paléogéographique a abouti à la mise en place de trois domaines structuraux, dont le domaine tellien (Kroumirie-Nefzas-Mogods), où des dépôts détritiques du flysch nummulitique qui reposent en discordance sur les formations crétacées ont été plissées par les mouvements tectoniques antéburdigaliens et post-oligocènes supérieurs. Par endroit la couverture gréseuse a été déracinée (fenêtre des Nefzas) et les ruptures mécaniques ont entraîné des fractures et des épanchements triasiques." La Kroumirie et les Nefzas seraient le résultats de la superposition d'unités allochtones déplacées en plusieurs temps puis déformées après immobilisation" (H. BOUVIER, 1977).

1.4.2 - Le relief

La Kroumirie est une région montagneuse et boisée; Les altitudes les plus fortes se trouvent en Kroumirie occidentale (J. Ghorra 1203m, Jbel Statir 1150m) qui est aussi la plus massive. A l'Est, au delà de la plaine alluviale des Nefzas, la zone du flysch nummulitique se poursuit dans les Mogods. Les sommets dépassent à peine 500 mètres. Le relief est très aéré grâce au nombreuses vallées (oued Harka, Oued Ziatine) creusées dans les formations meubles du flysch numidien, et la dépression de l'oued Sejnane qui divise les Mogods en deux parties: les Mogods septentrionaux au Nord, dominant la mer et la plaine des Nefzas et les Mogods du Sud dont les eaux s'écoulent vers la Garaet Ichkeul et la région de Mateur.

"Le littoral est généralement rocheux, car les montagnes arrivent jusqu'à la mer. En Kroumirie les plis sont perpendiculaires au rivage, tandis que dans les Mogods, ils lui sont parallèles (à l'Ouest et au Centre) ou obliques (à l'Est), d'où des falaises assez abruptes, des caps (Cap Negro, Cap Serrat) et quelques écueils au large. Les anses sont rares (Sidi Mechrig) mais elles s'élargissent au débouché des oueds, où elles sont alors bordées de dunes, à l'instar de la plaine des Nefzas qui possède un cordon dunaire littoral et un cordon intérieur." (KASSAB, SETHOM, 1980).

1.5 - LA PEDOLOGIE

On trouve principalement deux types de sols assez bien représentés.

1.5.1 Les vertisols

Lorsque les bancs d'argiles sont suffisamment larges ou éloignés des bancs plus durs et n'ont pas été recouverts par des colluvions, ils ont en général évolué en sols vertiques à argiles gonflantes calcaires qui en période d'assèchement donnent lieu à d'importantes fentes de retrait. C'est ce qui se produit entre autre en amont de la cuvette de TABOUBA et également tout autour de la digue de retenue de JMIL. Ce phénomène est encore plus spectaculaire en amont du bassin de JMIL, où en novembre dernier, nous avons remarqué des fentes de retrait de plusieurs centimètres de largeur (de 2 à 10 cm) et profondes d'un mètre ou plus.

1.5.2 Les sols lessivés hydromorphes

Partout ailleurs, les bancs argileux ont été recouverts par un manteau colluvial correspondant à un mélange de grès et d'argile en proportion variable, dont l'épaisseur est comprise entre 20 et 80 cm.

En amont des deux digues de retenue, mais plus spécialement autour de la cuvette de celui de Jmil, le sol à la sortie de l'été, est découpé par de profondes fentes de retrait, qui avec l'avance de la saison des pluies, vont peu à peu se refermer et favoriser l'écoulement des eaux de ruissellement. Dans les zones basses, du sol gorgé d'eau, l'eau resurgit et forme alors des mares temporelles.

1.6 - LA VEGETATION

La végétation de la région est représentée par des formations forestières, généralement claires, d'arbres à feuilles persistantes ou de résineux. La dégradation des associations originelles a provoqué l'extension du maquis et de la garrigue. En dehors de la Kroumirie où la forêt est assez bien conservée, le reste du Tell est en grande partie dénudé.

Sur le bassin versant de Tabouba, prédomine un maquis assez développé, présentant une population variée : lentisques, quelques chênes verts (*Quercus Ilex*), cistes (*Cistus libanotis*), bruyères (*Erica Arborea*), myrtes (*Myrtus Communis*), arbousiers (*Arbutus Unedo*). Dans les endroits plus clairs apparaissent quelques graminées. Ce maquis est sans cesse appauvri par le surpâturage.

Sur le bassin de Jmil, le maquis a fait place à une garrigue, où n'apparaissent que très peu d'espèces arbustives: quelques oliviers sauvages, des cistes (*Cistus Libanotis*), des bruyères (*Erica Arborea*) et des genets (*Genistea Cinerea*). Autour du lac, et plus spécifiquement sur les parements amont et aval de la digue, les agents de l'office ont procédé à un ensemencement en ray-grass (*Lolium multiflorum*) et trèfle (*trifolium incarnatum*). L'opération a parfaitement bien réussi à Jmil. A Tabouba, le parement aval de la digue est totalement recouvert d'une végétation où le trèfle domine (*Trifolium Incarnatum*). En ce qui concerne le parement amont et le pourtour du lac l'ensemencement n'a pas totalement réussi. On remarque cependant une certaine régénération naturelle de certaines espèces environnantes.

II. CHAPITRE 2

EQUIPEMENTS DES DEUX RETENUES.

L'étude du bilan hydrologique portent sur deux digues de retenue de taille à peu près identiques, différenciées surtout par leurs situations géographiques. La digue de retenue de TABOUBA est située en haut de versant d'une zone peu habitée (habitat dispersé), alors que la digue de retenue de JMIL se trouve construite à flanc de colline, dans une zone où la densité de population est telle qu'elle justifie la présence d'une école primaire.

2.1 - RETENUE DE TABOUBA

Situé en haut de versant, la digue de retenue de TABOUBA sert d'exutoire à un impluvium de 10,036 hectares, essentiellement recouvert de maquis.

2.1.1 - Historique :

la construction de cette digue a commencé en mai 1989 et s'est achevée en novembre de la même année. La mise en eau n'est intervenue qu'en décembre 1990, après obtention d'une vanne de vidange.

2.1.2 - Caractéristiques techniques.

C'est une digue en terre dont l'âme est constituée d'un noyau d'argile compactée. La tour de prise est faite d'une buse en béton armée d'un diamètre de 120 cm et d'une hauteur de 3.0 mètres. A la base de la buse, part un tube en fer de 250 mm de diamètre qui passe sous la digue est ressort dans la chambre de contrôle située en aval. Le parement amont est recouvert d'un dallage de pierres sur la partie supérieure, le parement aval a étéensemencé en ray-grass (*lolium multiflorum*), graminée fourragère vivace et en trèfle (*trifolium incarnatum*) pour prévenir le risque d'érosion.

La superficie du bassin versant servant d'impluvium à la digue de retenue est de 10,036 hectares (d'après la carte tirée de relevés topographiques au 1/2000 effectués en décembre 1990). Nous donnons ci-après sous forme de tableau les caractéristiques physiques du bassin versant et les caractéristiques techniques de l'ouvrage.

Coordonnées géographiques :

Latitude N :	41Gr 0170	(36° 54' 55")
Longitude E :	7Gr 4614	(6° 42' 55")

Caractéristiques techniques de l'ouvrage :

TABOUBA - Désignation.	T - Valeurs
Volume d'argile.	5040 m3
Hauteur moyenne de la digue.	8.0 m.
Longueur de la digue (crête)	55.0 m.
Surface de retenue	2210 m2
Volume de la retenue P.H.E	5545 m3
Volume utilisable	4050 m3
Volume résiduel	1495 m3
Altitude de la lame déversante.	98,640 m

Caractéristiques physico-morphologiques

Par planimétrie des surfaces intermédiaires séparant deux courbes de niveau successives en partant du point le plus bas d'un bassin, on peut sortir les valeurs propres à l'hypsométrie. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Altitudes	Surfaces intermédiaires	Pourcentage de S.	Surf.cumulées
> 220m	0.04	0.4	0.4
220-210m	0.48	4.80	5.2
210-200m	0.96	9.6	14.8
200-190m	1.08	10.8	25.6
190-180m	1.04	10.3	35.9
180-170m	0.84	8.4	44.3
170-160m	0.80	8.0	52.3
160-150m	0.64	6.4	58.7
150-140m	0.56	5.8	64.5
140-130m	0.62	6.2	70.7
130-120m	1.02	10.0	80.7
120-110m	1.02	10.0	90.7
110-100m	0.94	9.3	100.0

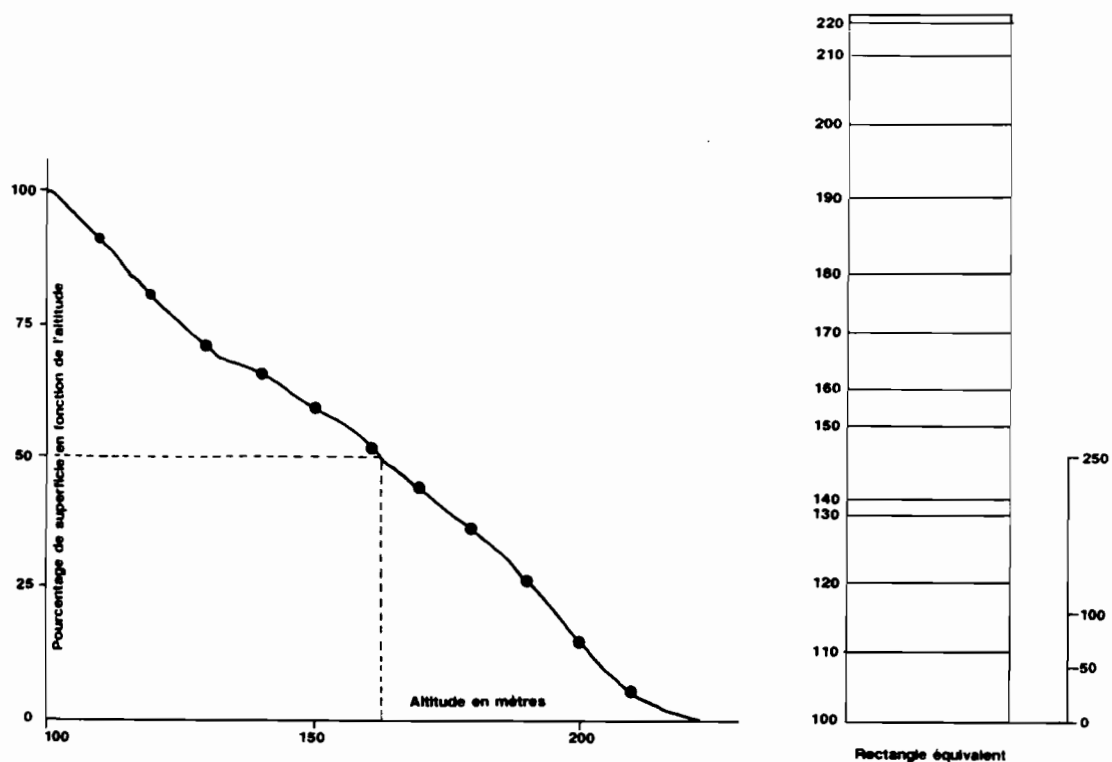


Fig. 2.2 HYPSONETRIE DU BASSIN VERSANT DE TABOUBA

TABOUBA - Désignations.	Valeurs
S, superficie du bassin versant.(Ha)	10,036
P, périmètre stylisé du bassin	1,64 km.
K, Coefficient de compacité	1.45
L, longueur du rectangle équivalent.	670 m
I, largeur du rectangle équivalent.	150 m.
D, dénivellée	105 m
Ig, Indice générale de pente	1.56 m/Km
I _p , Indice de pente Roche	0.55
D _s , dénivellée spécifique	0.050
Altitude maximale du bassin versant	220
Altitude minimale du bassin versant.	100

2.1.3 - Equipement :

Cet ouvrage a été équipé d'un limnigraphe type OTT X, à rotation journalière, réduction 1/1. Une batterie d'échelle de 4 éléments en tôle émaillée (0 à 4m) permet de couvrir largement la zone de marnage utile.

On trouve également sur la digue, en rive gauche, un pluviographe de type "PRECIS MECANIQUE" à bague de 400 cm² et à rotation journalière. Cet appareil est doublé par un pluviomètre de type "ASSOCIATION" à bague chanfreinée de 400 cm², placé sur un support en fer à 1,0 mètre du sol, non loin du pluviographe. Ce dispositif d'observation est complété par un bac d'évaporation enterré de type COLORADO-ORSTOM d'un mètre carré de section et d'une profondeur de 60 centimètres. Une pointe placée dans un des angles du bac permet, chaque matin, de mesurer l'évaporation.

Nous avons représenté sur un plan de masse l'ensemble du dispositif. Notons qu'une borne a été également mise en place sur la digue pour permettre le calage en cote des différents appareils (cf. fig 1).

Le limnigraphe OTT est placé sur le sommet d'une buse d'un diamètre de 40 cm et d'une hauteur de 4,50 m, qui constitue le puits du limnigraphe. Le bas de cette buse est raccordé à un tube de même diamètre, long de 12 mètres, permettant la communication avec la digue de retenue. Chaque variation du plan d'eau, entraîne une montée ou une descente du flotteur du limnigraphe dans le puits, enregistré sur la feuille (limnigramme) du tambour grâce à un stylet.

Enfin en partie rive gauche a été édifié un déversoir d'une largeur de 1,50 mètre, muni coté retenue d'une lame déversante de 0,15 m de haut permettant l'estimation des débordements par application de formules hydrauliques. Cette lame est située au début du canal évacuateur de crue, long de 25 mètres environ, dont les premiers 5 mètres ont été bétonnés.

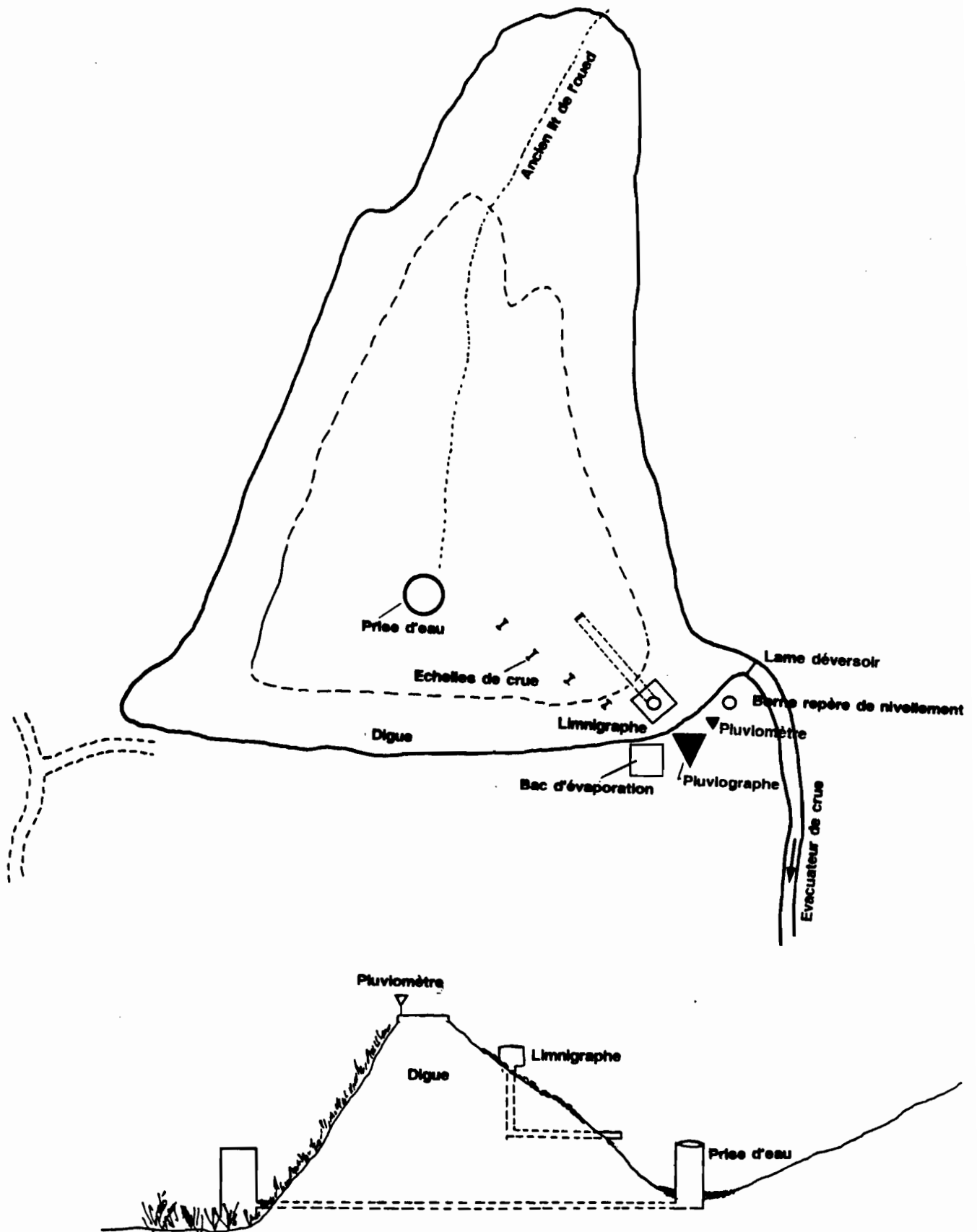


Fig. 2.1 LAC DE RETENUE DE TABOUBA

2.2 - RETENUE DE JMIL

2.2.1 - Historique :

Cette digue de retenue a été construite en 1987 et mis en eau dès la fin des travaux. Par la suite, pour des raisons techniques, elle a été vidée complètement et remise en eau en septembre 1990.

2.2.2 - Caractéristiques techniques.

Comme la digue de retenue de Tabouba, il s'agit d'un ouvrage en terre avec noyau d'argile compactée. Cette unité est plus petite que celle de Tabouba et les configurations de la cuvette assez différente: plus large et moins profonde. Le parement amont de la digue est empierré, le parement aval a été ensemencé et planté, pour éviter toute dégradation par les pluies. Ceci est assez visible sur les planches photos.

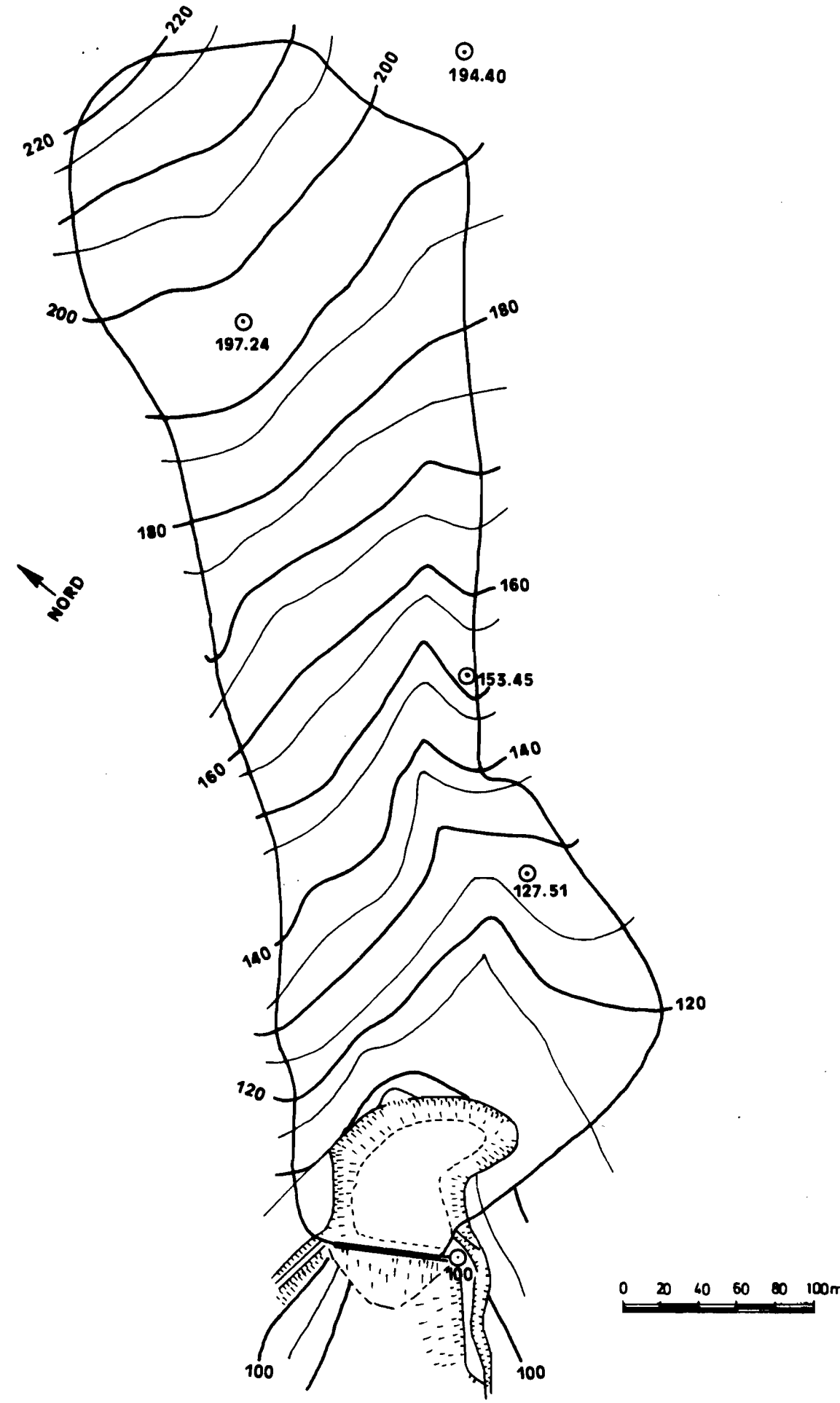
Coordonnées géographiques :

Latitude N : 41Gr 0487 (36° 58' 38")

Longitude E: 7Gr 4696 (6° 43' 22")

Caractéristiques techniques de l'ouvrage :

JMIL - Désignation	J - Valeurs
Volume d'argile.	4950 m3
Hauteur moyenne de la digue.	6.50 m.
Longueur de la digue (crête)	75.0 m.
Surface de retenue	4258 m2
Volume de la retenue P.H.E	m3
Volume utilisable	m3
Volume résiduel	m3
Altitude de la lame déversante.	98,980 m



Caractéristiques physico-morphologiques

Hypsométrie,

Altitudes	Surfaces intermédiaires	Pourcentage de S.	Surf.cumulées
> 260m	0.606	9.0	9.0
260-255m	1.215	18.0	27.0
255-250m	0.810	12.0	39.0
250-245m	0.945	14.0	53.0
245-240m	1.013	15.0	68.0
240-235m	0.878	13.0	81.0
235-230m	0.608	9.0	90.0
230-228m	0.675	10.0	100.0

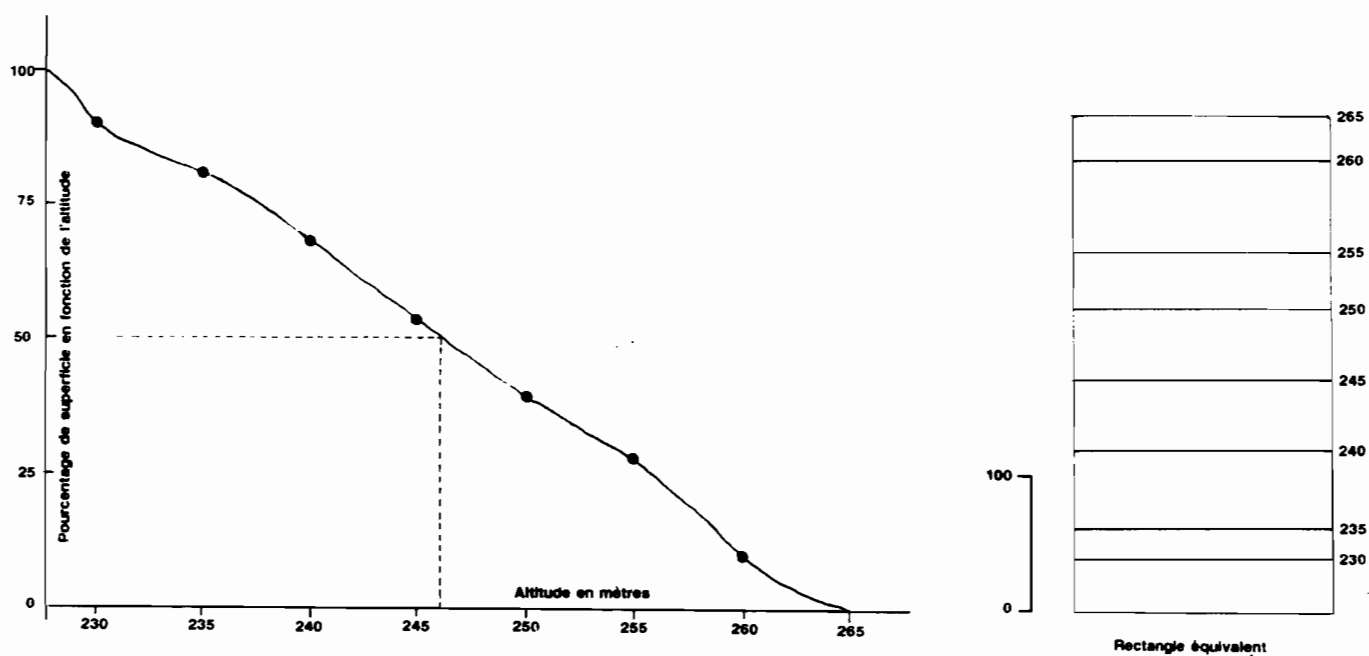


Fig. 2.4 HYPSONOMETRIE DU BASSIN VERSANT DE JMIL

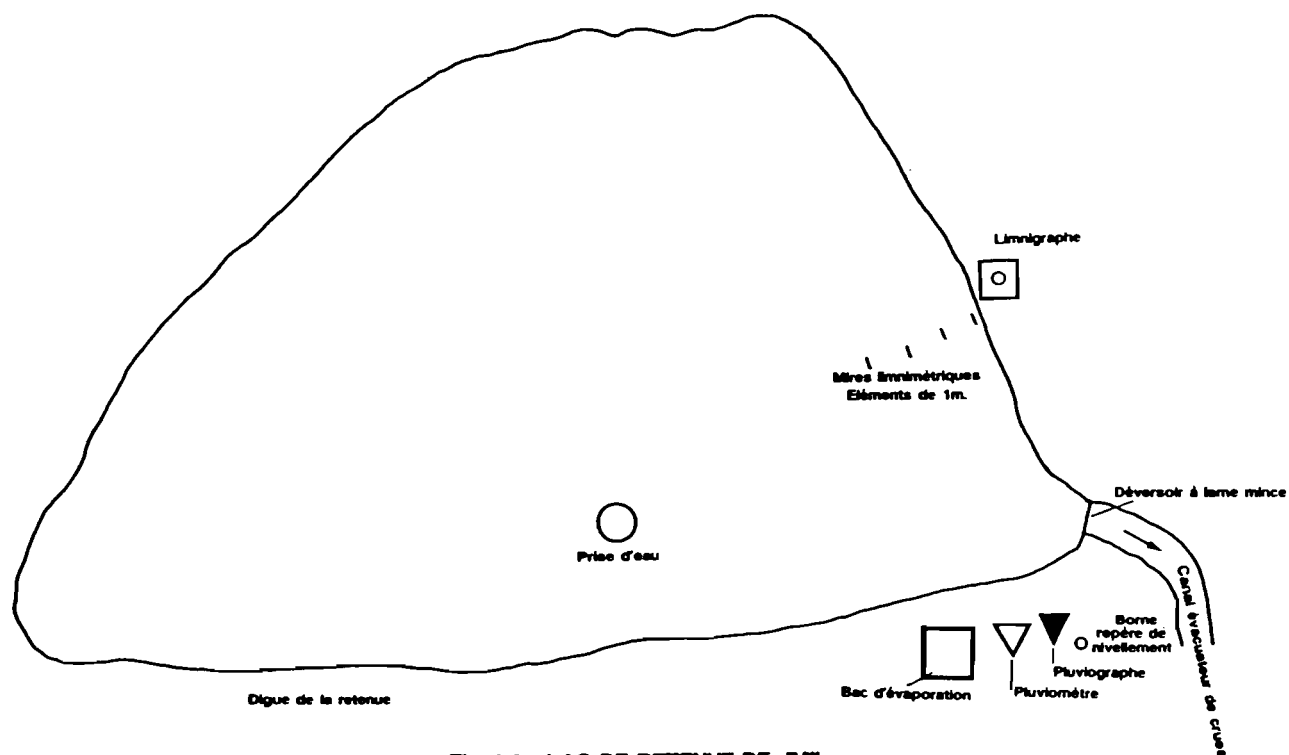


Fig. 2.3 LAC DE RETENUE DE JMIL

JMIL - Désignations.	J - Valeurs
S, superficie du bassin versant.(Ha)	6,75 Ha
P, périmètre stylisé du bassin	1,11 km.
Kc, Indice de compacité	1.20
L, longueur du rectangle équivalent.	374 m
l, largeur du rectangle équivalent.	180 m.
D, dénivellée	32.5 m
Ig, Indice générale de pente	0.088
Ip, Indice de pente Roche	0.30
Ds, dénivellée spécifique	0.022
Altitude maximale du bassin versant	262.5
Altitude minimale du bassin versant.	227.5

III - CHAPITRE 3

PREMIERES OBSERVATIONS.

3.1 - PLUVIOMETRIE et PLUVIOGRAPHIE.

Les premières observations pluviométriques ont débuté en décembre 1989 à Tabouba. Par la suite et au fur et à mesure de l'installation des appareils, le réseau de mesures s'est mis en place. Dans l'ensemble le démarrage a été très laborieux et les observateurs, formés sur place, ne semblent pas encore très fiables.

Nous avons, malgré tout, consignés dans quelques tableaux donnés en annexe les premières observations pluviométriques recueillies. Nous y avons joint les valeurs d'évaporation mesurée au bac Colorado-ORSTOM. Ces valeurs, de qualité moyenne, permettent malgré tout de dresser un bilan hydrologique à l'échelle mensuelle et annuelle.

Nous avons traité l'information pluviographique par le biais du logiciel PLUVIOM. Malgré les lacunes et enregistrements inexploitable, nous présentons dans le tableau ci-après les valeurs les plus fortes enregistrées aux deux sites d'étude pendant la période novembre 1990 à avril 1991.

Tableau 3.1 - Valeurs des intensités les plus fortes observées au pluviographe de TABOUBA (1483037301)

DATE	H mm	I 5'	I 15'	I 30'	Durée
15.04.90	5.5	24.0	15.6	6.4	45'
16.04.90	3.5	24.0	13.8	5.0	30'
19.04.90	8.0	24.0	16.8	7.0	80'
6.08.90	6.5	30.0	30.0	12.6	18'
3.11.90	3.0	24.0	15.0	6.0	15'
4.11.90	4.5	30.0	21.0	7.6	45'
14.11.90	4.0	24.0	13.2	4.8	31'
14.11.90	14.5	48.0	30.6	12.2	85'
15.11.90	3.0	31.2	18.0	6.0	10'
16.11.90	7.5	31.2	24.0	8.6	53'
16.11.90	13.0	30.0	25.8	11.8	88'
16.11.90	34.0	34.8	28.2	13.0	161'
16.11.90	8.5	30.0	19.8	8.4	67'
1.12.90	2.5	25.2	13.8	5.0	15'
3.12.90	4.5	34.8	22.8	8.4	20'
4.12.90	26.5	26.4	26.4	13.2	60'
25.12.90	5.0	25.2	24.6	9.6	19'
27.01.91	33.0	24.0	16.2	9.2	303'
27.02.91	3.5	24.0	13.8	5.0	20'
19.03.91	2.2	26.4	19.2	7.0	26'
7.09.91	47.5	204.0	174.0	64.8	80'
8.09.91	37.5	144.0	114.0	44.0	45'

Tableau 3.1 - Valeurs des intensités les plus fortes observées au pluviographe de JMIL - (1483033001)

DATE	H mm	I 5'	I 15'	I 30'	Durée
13.04.90	2.0	24.0	12.0	6.0	5'
1.12.90	2.5	25.2	13.8	5.0	15'
3.12.90	4.5	34.8	22.8	8.4	20'
12.12.90	13.0	30.0	19.8	9.0	64'
23.12.90	25.5	50.4	42.0	15.6	201'
24.03.91	4.0	27.6	16.8	6.4	32'
8.09.91	18.5	34.8	34.2	16.6	72'

Pour l'année 1990, la chronique des observations de JMIL présentent de multiples lacunes, ce qui nuit à la qualité d'ensemble et ne permet pas d'avoir une idée précise sur la variabilité de l'intensité. Il convient de rappeler que le pluviographe n'a été opérationnel qu'en mars. Les observations de TABOUBA, plus nombreuses donnent une meilleure idée des intensités observées. On notera qu'à ce stade de notre étude, il y a une différence entre les deux sites. Cette différence peut être due à l'orientation sur le versant, à la position des appareils (beaucoup plus protégé à TABOUBA qu'à JMIL).

3.2 - HYDROMETRIE

Au début de notre étude, le lac de retenue de JMIL était en eau et nous avons assisté au remplissage complet de la retenue. Compte tenu des pluies assez abondante de l'hiver et du fait que le déversoir et le canal évacuateur des crues n'étaient pas encore totalement opérationnels, l'observateur a été amené à plusieurs reprises à effectuer des lachures que nous ne pouvons pas estimer. Les enregistrements par la suite sont corrects en ce qui concerne le suivi de la variation du plan d'eau, mais les diagrammes sont encore mal calés en temps.

A TABOUBA, le barrage étant à sec, nous avons contrôlé son remplissage. En janvier 1991, la retenue étant pleine et le canal évacuateur de crues obstrué par un glissement de terrain, le gardien a dû plusieurs reprises ouvrir la vanne de vidange pour des raisons de sécurité. Les lachures effectuées aux deux barrages, ne sont pas quantifiables, les cotes des plans d'eau, avant et après lachures n'ayant pas été notées. Les calages approximatifs des limnigrammes ne nous permettent pas d'esquisser un bilan hydrologique, même d'une manière approximative.

3.3 - EVAPORATION.

Les valeurs des mesures journalières d'évaporation ont été rassemblées dans les tableaux 1 et 2 en annexe. L'examen des 2 tableaux fait apparaître une différence sensible entre les deux sites. Il semble que l'évaporation soit plus forte à Jmil qu'à Tabouba. Ceci peut être la conséquence de l'environnement (très protégé des vents à Tabouba, très exposé aux vents à Jmil). On peut noter également quelques anomalies en septembre à Tabouba (valeurs très élevées) qui peuvent être dû au fait que le bac n'est pas protégé des animaux !. Il est un peu prématuré d'analyser

plus à fond ces données et il faut attendre une année supplémentaire de mesures pour y voir plus clair.

3.4 - LES TERMES DU BILAN HYDROLOGIQUE D'UNE RETENUE.

Les termes du bilan hydrologique d'une retenue comme celle de Jmil ou bien celle de Tabouba tels que l'ont exprimé d'autres auteurs (MORELL, BRIZIO, 1988) sont, dans notre cas, les suivants :

- * Apports :
 - VPLU Précipitation directe sur le plan d'eau
 - VBV Apports naturels du bassin versant.
- * Pertes :
 - VPRE Prélèvement pour abreuvoir
 - VDEV Déversement et vidange
 - VEVA Evaporation
 - VINF Infiltration
- * Variation de stock: VSTO

L'équation du bilan hydrologique en termes volumétriques se traduit ainsi :

$$VSTO = VPLU + VBV - VPRE - VDEV - VEVA - VINF$$

Cette équation est valable quelque soit le pas d'étude considéré. Les observations dont nous disposons actuellement ne nous permettent pas d'esquisser une amorce de bilan, dans la mesure où nous ne pouvons pas estimer correctement VDEV, le déversoir n'étant pas encore fonctionnel.

Chaque terme de ce bilan se calcule de la manière suivante :

- * Apports :
 - VPLU Pluviométrie moyenne sur la retenue et courbe S(h).
 - VBV Enregistrement limnigraphique et courbe V(h), Terme résiduel du bilan après estimation de VINF.
- * Pertes :
 - VPRE Relevés du compteur d'alimentation de l'abreuvoir.
 - VDEV Enregistrement limnigraphique et courbe d'étalonnage de l'évacuateur
 - VEVA Evaporation du bac enterré et courbe S(h).
 - VINF Terme résiduel du bilan sans apport du Bassin versant. (Estimation en fonction de la cote de la retenue par référence à des situations connues).
- * Stockage : VSTO Enregistrement limnigraphique et courbe V(h).

Nous avons commencé à rentrer toute l'information disponible ayant trait au bilan dans des feuilles de calcul d'un tableur (LOTUS dans notre cas). L'avantage d'une "feuille de calcul électronique est de lier de façon dynamique les valeurs rentrées dans les cellules (intersection colonne et ligne de la feuille de calcul). Si des changements interviennent dans une cellule, toutes les cellules qui en dépendent

des changements interviennent dans une cellule, toutes les cellules qui en dépendent changent automatiquement et instantanément, des opérations complexes dans les cellules pouvant être programmées. Des calculs automatiques et des simulations peuvent ainsi être effectués afin d'approcher le fonctionnement de la retenue au niveau journalier et pouvoir ainsi statuer notamment sur l'évolution des pertes par infiltration en fonction des cotes de la retenue ou encore estimer la gestion optimale de la retenue.

IV - QUELQUES COMMENTAIRES EN GUISE DE CONCLUSIONS.

Malgré les difficultés rencontrées pour la mise en place de l'infrastructure scientifique nécessaire à cette étude, nous disposons désormais de quelques données hydro-pluviométriques. Leur exploitation est encore délicate, car il y a encore trop de lacunes. Il faudra faire encore un effort pour améliorer la qualité de celles-ci. La première analyse de ces données nous a permis de dresser un bilan sommaire et incomplet, que l'on peut améliorer (rigueur plus grande au niveau des observations, suivi plus fréquents des sites de mesures, etc..). Nous pensons être en mesure de donner une première estimation du bilan hydrologique de ces deux retenues à la fin du mois d'août 1992.

Compte tenu de l'intérêt que représente un point d'eau en milieu rural, il nous semble opportun d'envisager à l'avenir deux opérations complémentaires, à savoir :

- Suivi par comptage dans ces zones, des têtes de bétail venant aux abreuvoirs (fréquence journalière, nombre par espèces, etc..). Cette opération devrait être répétée au moins une fois par trimestre.

- suivi également de la qualité chimique de l'eau et de sa variation au cours de l'année (là aussi une évaluation mensuelle pourrait être envisagée).

Tous ces renseignements nous semblent à l'heure actuelle d'une très grande importance, compte tenu du fait que d'ici à l'an 2000 la Tunisie s'est donnée comme objectif la construction de 1000 barrages collinaires. Il convient dès maintenant de savoir comment en assurer le suivi pour être en mesure d'estimer l'impact de ces travaux, non seulement dans un contexte socio-agronomique, mais également au niveau de l'environnement (problèmes des nuisances, risque d'eutrophisation, etc..).

IV. BIBLIOGRAPHIE

BOUVIER (H) - 1977 - " Géologie de l'Extrême-Nord tunisien : tectoniques et paléogéographies superposées à l'extrémité orientale de la chaîne nord-maghrébine. Thèse de doct. ès-Sc. Nat., Univ. P et M. Curie, Paris VI, multig., 703p., Paris.

KASSAB (A), SETHOM (H) - 1980 - " Géographie de la Tunisie: le pays et les hommes." Univ. Tunis, Fac. des lettres et Sc. hum., Vol. XII, imprim., 278p., Tunis.

SETHOM (H), KASSAB (A) - 1981 -" Les régions géographiques de la Tunisie ". Univ. Tunis, Fac. des Lettres et Sc. Hum., Vol. XIII, imprim., 459p., Tunis.

IBIZA (D) - 1983 - "Analyse et modélisation des écoulements sur des bassins versants dans le Nord Tunisien". ORSTOM/DRES, multig., 314p., Paris.

CAMUS (H), BENZARTI (Z), LHOTE (Y) - 1986 -"Homogénéisation et extension des données pluviométriques de la Tunisie du Nord - 4. Secteur de TABARKA. DRE/ORSTOM, multig., 65 p., Tunis.

CAMUS (H), ABIDI (B) - 1987 -"Homogénéisation et extension des données pluviométriques de la Tunisie du Nord. - 5. Secteur de SEJNANE." DRE/ ORSTOM, multig., 96p., Tunis.

MORELL (M), BRIZIO (M) - 1988 "Etude du bilan hydrologique de la retenue de Letaye-Amont (Guadeloupe)- année 1988 - ORSTOM, multig., 54p., Pointe à Pitre.

NABLI (M.A) - 1989 "Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes". Fac. Sc. Tunis, M.A.B/ Unesco, Vol.4 à 6, imprim., 247p., Pl.photo, Tunis.



**PLANCHES
PHOTOS**

VI . PHOTOGRAPHIES

Photo 1 :

TABOUBA

Décapage de la cuvette par des engins de type "caterpillars"

Photo 2 :

TABOUBA

Décapage de la cuvette et préparation de l'encrage de la digue.

Photo 3 :

TABOUBA

Le maquis haut qui recouvre la totalité du bassin versant.

Photo 4 :

TABOUBA

Cuvette amont : on voit sur les flancs se dessiner des griffes d' érosion.

Photo 6 :

TABOUBA

Vue du canal d'évacuation des crues. Au premier plan, la, lame déversante et le canal calibré.

Photo 5 :

TABOUBA

Vue du parement aval de la digue. C'est de la vanne de fond que part un tuyau qui alimente l'abreuvoir situé en aval de l'ouvrage

Photo 7 :

TABOUBA

Pose de la buse d'un limnigraphe OTT de type X, rotation journalière.

Photo 8 :

TABOUBA

Echelles de crue et limnigraphe. On distingue au fond de la cuvette la buse de vidange de fond.



Photo 9 :

TABOUBA :

Pluviomètre type "ASSOCIATION", 400 cm², avec son "blindage" anti-vol.

Photo 10 :

TABOUBA :

Carter d'un pluviographe ouvert : on distingue le tambour enregistreur.

Photo 11 :

TABOUBA

Détail du tambour enregistreur et des augets basculants.

Photo 12 :

TABOUBA

Limnigraphe OTT type X, rotation journalière. Tambour enregistreur et rampe hélicoïdale supportant le stylet inscripteur.

Photo 13 :

TABOUBA :

Bac d'évaporation type COLORADO / ORSTOM, avec dans un coin la pointe de mesure. (dimension 1m x 1m x 0.50m)



Photo 14 :**JMIL**

La retenue avec en premier plan la buse (avec la vanne de vidange). On remarque les "rigoles" d'érosion sur les rives du lac.

Photo 15 :**JMIL**

L'ensembl complet du dispositif de mesures. (pluvinètre, pluviographe et bac d'évaporation) sur la digue.

Photo 16 :**JMIL**

Le tube d'amenée de l'eau au puits du limnigraphe. Tube en PVC, diamètre 125 à la cote -2,65m du niveau maximum.

Photo 17 :**JMIL**

Vue de la cuvette coté limnigraphe. Le niveau de l'eau était au plus bas, juste avant que ne commence les premières pluies.

Photo 18 :**TABOUBA :**

Evacuateur de crues : détail des travaux de préparation du canal calibré et bétonné.

Photo 19 :**TABOUBA :**

Empierrage de l'évacuateur et du canal calibré.

Photo 20 :**JMIL :**

Evacuateur de crue avant la pose de la lame déversante.



ANNEXES

TABLEAU 1

DIGUE DE RETENUE DE TABOUBA

ANNEE 1990-91

EVAPORATION JOURNALIERE, MENSUELLE ET ANNUELLE

J	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
1	11,5	8,0	1,5	0,0	1,0	0,0	8,0	0,0	2,0	4,2	8,0	8,0
2	12,0	7,8	1,0	4,0	0,4	0,0	4,0	2,0	3,0	3,0	8,5	8,5
3	12,0	7,0	2,0	8,5	2,0	0,0	2,0	2,0	4,0	1,0	7,0	5,5
4	9,5	6,0	0,2	0,0	1,5	0,7	5,0	4,0	3,0	4,0	5,5	8,0
5	15,5	7,5	2,5	2,0	2,0	0,5	3,5	3,0	3,0	5,0	4,5	7,0
6	16,0	10,0	2,0	2,0	2,0	0,4	0,0	0,0	2,5	5,5	7,5	7,0
7	17,0	6,0	2,0	1,8	1,8	0,3	4,0	0,0	4,0	8,0	5,5	8,5
8	16,5	4,0	1,0	2,0	1,8	0,3	4,0	0,0	4,5	3,0	3,0	7,5
9	16,0	6,5	2,5	1,0	0,0	1,0	3,4	0,0	5,0	4,0	5,5	8,0
10	17,5	7,0	2,0	3,9	2,5	1,5	3,5	2,0	3,0	3,0	8,0	7,7
11	14,5	6,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,5	3,0	3,3	8,0	3,0	8,0
12	11,5	5,0	1,0	5,1	2,0	4,7	4,0	2,8	3,5	6,0	2,0	9,0
13	7,5	7,0	0,0	0,0	2,5	3,2	5,0	3,0	6,0	1,0	4,0	7,0
14	6,0	10,0	0,0	0,0	3,0	0,0	3,0	4,0	4,8	4,0	5,0	4,0
15	6,5	7,0	0,0	1,3	0,0	0,0	5,2	4,0	3,3	2,0	6,0	5,7
16	8,0	7,5	0,5	0,0	2,7	0,8	0,0	2,0	0,0	3,0	7,0	5,0
17	9,0	7,0	1,0	0,0	6,0	1,0	0,0	2,0	0,0	5,5	7,0	4,0
18	8,5	0,0	2,0	1,0	0,0	1,0	3,0	2,0	0,7	4,5	6,0	6,0
19	10,0	6,0	0,0	1,5	0,0	2,0	0,0	2,0	2,5	3,5	10,0	7,0
20	9,0	5,0	0,0	1,5	3,1	4,0	3,0	2,0	3,0	4,0	9,5	7,0
21	6,5	0,0	1,5	1,5	2,0	3,2	3,5	2,0	2,5	4,0	10,0	8,0
22	0,5	3,0	1,5	1,0	4,5	0,0	3,0	0,0	3,0	8,0	9,0	7,0
23	7,0	2,0	1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	0,0	2,5	8,5	11,5	7,0
24	9,0	1,0	0,4	0,0	0,0	1,0	4,0	1,0	3,0	9,0	10,0	5,0
25	8,5	4,0	2,0	0,0	1,5	1,0	3,5	1,0	2,5	12,0	13,0	8,0
26	7,0	5,0	4,0	0,0	2,2	3,0	5,5	2,5	2,0	10,0	10,0	9,0
27	8,0	6,0	2,7	1,0	0,0	4,0	3,0	3,0	4,0	11,0	8,0	8,0
28	6,0	0,7	4,0	0,7	0,0	1,5	2,0	2,0	5,0	13,5	8,0	7,0
29	7,0	5,5	0,0	1,5	0,0		1,0	2,0	6,0	14,0	10,0	10,0
30	7,8	8,8	0,0	2,5	4,2		2,0	3,0	4,0	9,0	10,0	7,0
31	5,0		3,0	0,0		3,2		6,0		10,0	7,0	
Tot.	301,3	171,3	339,3	48,8	51,7	38,1	96,8	56,3	101,6	181,2	232,0	221,4
Ej	10,0	5,5	1,3	1,6	1,4	3,1	1,9	3,3	6,0	7,5	7,1	

Automne = 511,9

Hiver = 138,6

Printemps = 254,7

Eté = 634,6

Année = 1539,8 mm.

TABLEAU 2

DIGUE DE RETENUE DE JMIL

ANNEE 1990-91

EVAPORATION JOURNALIERE, MENSUELLE ET ANNUELLE

J	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
1	1,3	8,5	5,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	4,3	4,0	7,5	9,0
2	3,5	5,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	5,0	4,2	8,0	6,0
3	4,5	7,0	0,0	0,0	4,0	0,0	1,3	4,5	8,0	0,0	10,0	9,5
4	9,5	8,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,5	5,0	4,5	4,0	7,0	9,0
5	7,0	5,3	3,3	0,0	0,0	3,5	3,5	4,0	4,0	8,0	7,2	3,0
6	8,0	6,5	5,0	3,0	2,0	0,5	2,5	4,5	1,0	9,0	10,5	12,0
7	5,3	4,0	4,5	3,5	4,0	5,0	8,5	4,0	10,4	8,0	9,0	10,0
8	8,0	3,5	6,0	4,3	2,3	0,0	10,0	0,0	7,0	7,0	7,2	14,2
9	7,5	2,3	4,0	3,5	0,0	1,5	4,5	7,0	3,5	8,0	9,0	12,0
10	9,5	5,3	4,3	0,0	3,3	3,0	2,0	8,0	8,5	6,0	8,0	6,0
11	8,5	6,0	2,5	4,5	0,0	2,3	3,0	0,0	5,0	4,5	7,2	14,0
12	8,0	7,5	3,3	0,5	4,0	1,0	7,5	4,0	4,3	7,0	9,5	0,0
13	10,0	9,3	0,0	0,0	1,3	0,0	4,3	7,5	3,5	8,0	10,0	8,2
14	10,5	2,0	2,0	4,7	3,0	2,4	3,5	8,5	6,1	9,0	11,0	2,0
15	8,3	3,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,5	10,0	3,8	4,5	7,2	12,0
16	7,5	3,5	6,0	0,0	0,0	1,7	3,0	8,2	6,0	5,0	8,2	11,5
17	0,0		2,0	0,4	1,0	4,0	4,0	7,5	6,3	6,0	12,2	14,5
18	6,5		0,0	3,5	0,0	8,5	4,0	1,3	8,0	9,5	15,0	12,2
19	8,0		0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	4,5	4,5	8,5	13,0	20,0
20	6,3		0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	4,2	2,0	4,0	13,0	18,2
21	6,3		0,0	2,5	0,5	4,0	4,5	4,5	3,5	8,0	8,0	15,0
22	2,0		7,0	0,0	1,3	0,0	4,5	5,0	5,0	7,0	10,0	9,2
23	7,5	2,3	0,0	0,0	0,0	1,3	5,5	4,5	4,2	8,0	20,0	10,0
24	9,0	1,4	0,0	0,0	3,5	1,8	10,0	6,0	7,2	6,0	15,0	10,0
25	8,0	6,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,0	4,0	4,5	1,0	16,5	8,2
26	10,5	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	4,2	2,5	7,5	1,0	18,5	16,0
27	2,3	6,0	6,0	3,0	0,0	6,0	5,2	0,0	9,0	8,5	15,5	14,0
28	9,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,3	0,0	5,0	4,5	10,0	17,0	7,0
29	5,3	3,5	5,0	3,0	2,0		4,5	5,0	0,0	10,0	22,0	8,0
30	8,5	2,0	2,5	5,0	2,0		3,5	0,0	8,0	8,2	16,0	13,5
31		5,0		0,0	0,0		0,0		2,0		7,0	12,0
Tot.	206,1	116,4	75,6	41,4	34,2	56,3	108,5	132,5	161,1	191,9	355,2	326,2
E.mm/j	6,9	3,8	2,5	1,3	1,1	2,0	3,5	4,4	5,2	6,4	11,5	10,5

Automne = 398,1 Hiver = 131,9 Printemps = 402,1 Eté = 873,3

Année = 1805,4 mm.

TABLEAU 3

DIGUE DE RETENUE DE TABOUBA

ANNEE 1990-91

 PLUVIOMETRIE ET EVAPORATION SUR BAC COLORADO/ORSTOM.
 1er SEMESTRE 1990-91

JOUR	SEPT		OCTO		NOVE		DECE		JANV		FEVR		
	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA	
1		11,5	8,0		1,5		17,0	0,0	1,0		5,0	0,0	
2		12,0		7,8	2,0	1,0	8,0	4,0	0,4	0,4		0,0	
3		12,0		7,0		2,0	19,0	8,5		2,0		0,0	
4		9,5		6,0	0,2	0,2	2,8	0,0		1,5	6,7	0,7	
5		15,5		7,5	12,5	2,5		2,0		2,0	8,2	0,5	
6		16,0		10,0		2,0	0,3	2,0		2,0	8,9	0,4	
7		17,0		6,0		2,0		1,8		1,8	7,3	0,3	
8		16,5		4,0		1,0		2,0		1,8		0,3	
9		16,0		6,5		2,5		1,0		0,0		1,0	
10		17,5		7,0		2,0	0,9	3,9		2,5		1,5	
	0,0	143,5	0,0	69,8	14,7	16,7	48,0	25,2	0,4	15,0	36,1	4,7	
11		14,5		6,0		1,0		2,0		2,0		1,0	
12		11,5		5,0		1,0	7,6	5,1		2,0	8,5	4,7	
13		7,5		7,0	34,0	0,0	37,5	0,0		2,5	7,2	3,2	
14		6,0		10,0	16,6	0,0	25,5	0,0	0,3	3,0	25,3	0,0	
15		6,5		7,0	5,0	0,0	4,9	1,3	21,6	0,0	68,7	0,0	
16		8,0		7,5	40,5	0,5	4,8	0,0	10,8	2,7	4,8	0,8	
17		9,0		7,0	68,0	1,0	5,2	0,0	0,2	6,0		1,0	
18		8,5	7,0	0,0	7,0	2,0		1,0	16,0	0,0		1,0	
19		10,0		6,0	4,0	0,0		1,5	0,2	0,0		2,0	
20		9,0		5,0		0,0		1,5	0,1	3,1		4,0	
	0,0	90,5	7,0	60,5	175,1	5,5	85,5	12,4	49,2	21,3	114,5	17,7	
21		6,5	3,0	0,0		1,5		1,5	0,3	2,0	33,2	3,2	
22	6,0	0,5		3,0		1,5	3,5	1,0		4,5	8,3	0,0	
23		7,0		2,0	4,0	1,0	23,0	0,0		1,0		2,0	
24		9,0	3,0	1,0	6,4	0,4	35,5	0,0		0,0		1,0	
25		8,5		4,0		2,0	18,3	0,0		1,5		1,0	
26		7,0		5,0		4,0	18,5	0,0	0,2	2,2		3,0	
27		8,0		6,0	2,7	2,7		1,0	55,0	0,0		4,0	
28		6,0	2,7	0,7	4,5	4,0	11,2	0,7	45,0	0,0	1,5	1,5	
29		7,0	10,5	5,5		0,0		1,5		0,0			
30		7,8	3,3	8,8	1,3	0,0		2,5	16,2	4,2			
31				5,0				3,0		0,0			
	6,0	67,3	22,5	41,0	18,9	17,1	110,0	11,2	116,7	15,4	43,0	15,7	
	6,0	301,3	29,5	171,3	208,7	39,3	243,5	48,8	166,3	51,7	193,6	38,1	
		1er TRIMESTRE = 244,2				511,9		2ème TRIMESTRE = 452,8				138,6	
		BILAN 1er SEMESTRE				PLUIE		= 697,0		mm.			
						EVA		= 650,5		mm.			

TABLEAU 4

DIGUE DE RETENUE DE TABOUBA

ANNEE 1990-91

PLUVIOMETRIE ET EVAPORATION SUR BAC COLORADO/ORSTOM.
2ème SEMESTRE 1990-91

JOUR	MARS		AVRI		MAI		JUN		JUIL		AOUT			
	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA		
1		8,0	0,8	0,0		2,0	4,2	4,2		8,0		8,0		
2		4,0		2,0		3,0		3,0		8,5		8,5		
3		2,0		2,0		4,0		1,0		7,0		5,5		
4		5,0		4,0		3,0		4,0		5,5		8,0		
5		3,5		3,0		3,0		5,0		4,5		7,0		
6		0,0	5,0	0,0		2,5		5,5		7,5		7,0		
7		4,0	3,0	0,0		4,0		8,0		5,5		8,5		
8		4,0		0,0		4,5		3,0		3,0		7,5		
9	0,4	3,4		0,0		5,0		4,0		5,5		8,0		
10		3,5		2,0		3,0		3,0		8,0	4,7	7,7		
	0,4	37,4	8,8	13,0	0,0	34,0	4,2	40,7	0,0	63,0	4,7	75,7		
11		2,5		3,0		3,3		8,0		3,0		8,0		
12		4,0		2,8		3,5		6,0		2,0		9,0		
13		5,0		3,0		6,0		1,0		4,0		7,0		
14		3,0		4,0	7,2	4,8		4,0		5,0		4,0		
15	5,2	5,2		4,0	6,3	3,3		2,0		6,0	2,7	5,7		
16	37,2	0,0		2,0		0,0		3,0		7,0		5,0		
17	3,0	0,0		2,0		0,0		5,5		7,0		4,0		
18	15,0	3,0		2,0	2,7	0,7		4,5		6,0		6,0		
19	13,5	0,0		2,0		2,5		3,5		10,0		7,0		
20		3,0		2,0		3,0		4,0		9,5		7,0		
	73,9	25,7	0,0	26,8	16,2	27,1	0,0	41,5	0,0	59,5	2,7	62,7		
21		3,5		2,0		2,5		4,0		10,0		8,0		
22		3,0		0,0		3,0		8,0		9,0		7,0		
23		3,0		0,0		2,5		8,5		11,5		7,0		
24		4,0		1,0		3,0		9,0		10,0		5,0		
25	3,5	3,5		1,0		2,5		12,0		13,0		8,0		
26		5,5	6,5	2,5		2,0		10,0		10,0		9,0		
27		3,0		3,0		4,0		11,0		8,0		8,0		
28		2,0		2,0		5,0		13,5		8,0		7,0		
29		1,0		2,0		6,0		14,0		10,0		10,0		
30		2,0		3,0		4,0		9,0		10,0		7,0		
31		3,2				6,0				10,0		7,0		
	3,5	33,7	6,5	16,5	0,0	40,5	0,0	99,0	0,0	109,5	0,0	83,0		
	77,8	96,8	15,3	56,3	16,2	101,6	4,2	181,2	0,0	232,0	7,4	221,4		
	3ème TRIMESTRE = 109,3				254,7				4ème TRIMESTRE = 11,6				634,6	
	BILAN 2ème SEMESTRE				PLUIE = 120,9		mm.							
					EVA = 889,3		mm.							

TABLEAU 6

DIGUE DE RETENUE DE JMIL

ANNEE 1990-91

PLUVIOMETRIE ET EVAPORATION SUR BAC COLORADO/ORSTOM.
2ème SEMESTRE 1990-91

JOUR	MARS		AVRI		MAI		JUN		JUIL		AOÛT	
	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA	P	EVA
1		0,0	1,3	0,3		4,3	16,8	4,0		7,5		9,0
2		0,0		3,0		5,0		4,2		8,0		6,0
3		1,3		4,5		8,0	2,3	0,0		10,0		9,5
4		2,5		5,0		4,5		4,0		7,0		9,0
5		3,5		4,0		4,0		8,0		7,2		3,0
6		2,5	4,5	4,5	1,0	1,0		9,0		10,5		12,0
7		8,5	19,0	4,0	0,4	10,4		8,0		9,0		10,0
8		10,0		0,0		7,0		7,0		7,2		14,2
9		4,5		7,0		3,5		8,0		9,0		12,0
10		2,0		8,0		8,5		6,0		8,0	6,0	6,0
	0,0	34,8	24,8	40,3	1,4	56,2	19,1	58,2	0,0	83,4	6,0	90,7
11	3,0	3,0		0,0		5,0		4,5		7,2		14,0
12	3,0	7,5		4,0		4,3		7,0		9,5		0,0
13		4,3		7,5		3,5		8,0		10,0		8,2
14		3,5		8,5	1,1	6,1		9,0		11,0	2,0	2,0
15	5,5	0,5		10,0	5,5	3,8		4,5		7,2		12,0
16	43,0	3,0		8,2		6,0		5,0		8,2		11,5
17		4,0		7,5		6,3		6,0		12,2		14,5
18		4,0	6,3	1,3		8,0		9,5		15,0		12,2
19	9,5	1,0		4,5		4,5		8,5		13,0		20,0
20		0,0		4,2		2,0		4,0		13,0		18,2
	64,0	30,8	6,3	55,7	6,6	49,5	0,0	66,0	0,0	106,3	2,0	112,6
21		4,5		4,5		3,5		8,0		8,0		15,0
22		4,5		5,0		5,0		7,0		10,0		6,2
23		5,5		4,5		4,2		8,0		20,0		10,0
24		10,0		6,0		7,2		6,0		15,0		10,0
25	10,0	1,0		4,0		4,5		1,0		16,6		8,2
26		4,2	11,5	2,5		7,5		1,0		18,5		16,0
27		5,2		0,0		9,0		8,5		15,5		14,0
28		0,0		5,0		4,5		10,0		17,0		7,0
29		4,5		5,0		0,0		10,0		22,0		8,0
30		3,5		0,0		8,0		8,2		16,0		13,5
31		0,0			2,0	2,0				7,0		12,0
	10,0	42,9	11,5	36,5	2,0	55,4	0,0	67,7	0,0	165,6	0,0	119,9
	74,0	108,5	42,6	132,5	10,0	161,1	19,1	191,9	0,0	355,3	8,0	323,2

3ème TRIMESTRE = 126,6 402,1 4ème TRIMESTRE = 27,1 870,4

BILAN 2ème SEMESTRE

PLUIE = 153,7 mm.
EVA = 1272,5 mm

TABLEAU 7

DIGUE DE RETENTION DE JMIL

ANNEE 1990 - 91

VARIATION JOURNALIERE DU PLAN D' EAU.

JOUR	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
1				115	225	260	244					
2				149	225		244		257			
3				170	225		244	259		244		
4				190	225	238	244		256		215	
5					225	248	244					
6					225		242		255			180
7					225	230	241		255	243		
8			0	192	225		239	266	255			
9			9		225		239	266	255			
10					225		239	266	255			176
11			14		225	229	239	266	254	243		
12			9	192	225	229	239	266				
13			11	253	225	229	239	266				
14				223	225	260	239			235		174
15				250	235	279	238				200	
16					246	260	260		255			
17				217				260				
18				218			265	260	254			
19				218	215	255	269					
20			76	218		255				228		164
21				218		290	260					
22				218		265			246		195	
23				250	209	264						
24				215		264						163
25				219		259	259		245			
26				219		244	259	258				
27			75	219		244	259			220		148
28				225	248	244	259					
29				225			258					
30			85	225			258					144
31				225			265		244		187	

N.B = Les hauteurs du plan d'eau sont exprimées en cm.
 (Le limnigraphe a été mis en service le 8.11.1990).

La cote de la lame du deversoir est de 279 cm.

TABLEAU 8

DIGUE DE RETENTION DE TABOUBA ANNEE 1990 - 91

VARIATION JOURNALIERE DU PLAN D' EAU.

JOUR	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
1				154	330	349	302	346			230	176
2				219	310	348	303	345			220	172
3				240	309	347	304	345		252	215	168
4				313	308	347	305				205	164
5				317	307	352	304				199	161
6				318	307	328	303	334			198	161
7				317	307	339	302				197	161
8				316	306	398	301	337			196	
9				315	306	340	300	294			195	
10			314	306	367	300				194		
11				313	306	335	300		298		193	
12				314	305	332	300				192	
13				380	304		300				191	
14				372	315	330	300				190	
15				302	350	351	350		285		189	
16				305	351	308	344				188	
17				310	348	308	343				187	
18				312	364	310	344	331			185	
19				313	350	310	347				184	
20			123	314	349	310	343				182	
21					348	347			276		182	
22				314	347	337		316			182	
23			121	338	346						178	
24			123	338	345			310			176	
25			122	239	344		332	308			175	
26			120	135	343		332	306			174	
27			120	310	360		328				173	
28			120	335	351	305				210	172	
29			120		310						171	
30			191		334						170	
31				330	337		346				179	

N.B = La cote de la lame du deversoir est à 330 cm.

HYDROLOGIE ORSTOM TUNISIE PLUVIOMETRIE JOURNALIERE BILAN DE 2 RETENEUS
 PLUVIOMETRIE ORIGINALE EN L'ETAT (mm). TUNISIE

STATION : TABOUBA LAC COLLINAIRE PL 1483037300 ANNEE 1989-1990

	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEBV	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	
1	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	1
2	-	-	-	-	.	7.8	-	-	-	.	.	.	2
3	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	3
4	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	4
5	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	4.8	5
6	-	-	-	-	35.3	.	-	-	-	3.0	.	8.0	6
7	-	-	-	-	.	.	-	-	-	1.4	.	7.0	7
8	-	-	-	-	.	.	-	-	-	1.6	.	.	8
9	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	9
10	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	10
11	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	11
12	-	-	-	-	32.3	15.0	-	-	-	.	.	.	12
13	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	13
14	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	0.3	.	14
15	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	4.0	15
16	-	-	-	-	11.8	.	-	-	-	.	.	.	16
17	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	17
18	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	18
19	-	-	-	-	7.0	.	-	-	-	.	.	.	19
20	-	-	-	-	13.5	.	-	-	-	.	.	.	20
21	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	21
22	-	-	-	-	.	.	-	-	-	4.0	.	.	22
23	-	-	-	-	12.6	.	-	-	-	.	.	.	23
24	-	-	-	-	8.9	.	-	-	-	.	.	.	24
25	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	25
26	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	26
27	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	27
28	-	-	-	-	.	.	-	-	-	.	.	.	28
29	-	-	-	-	.	=	-	-	-	.	.	.	29
30	-	-	-	-	3.8	=	-	-	-	.	.	.	30
31	=	-	=	-	.	=	-	=	-	=	.	.	31
TOT	-	-	-	-	125.2	22.8	-	-	-	10.0	0.3	23.8	
MAX	-	-	-	-	35.3	15.0	-	-	-	4.0	0.3	8.0	

ANNEE INCOMPLETE TOTAL PARTIEL : 182.1 mm

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE : (19) RAPPORT NJ(0.4<P<10.0) / NJ(P>0.4): (67 %)

--:RELEVÉ ABSENT .:JOUR SEC

Données traitées par le logiciel PLUVIOM

HYDROLOGIE ORSTOM TUNISIE PLUVIOMETRIE JOURNALIERE BILAN DE 2 RETENUES
 PLUVIOMETRIE ORIGINALE EN L'ETAT (mm). TUNISIE

STATION : JMIL P (Barr.collinaire) 1483033000 ANNEE 1990-1991

	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	
1	.	.	.	29.0	.	3.5	.	1.3	.	16.8	.	.	1
2	.	.	3.2	25.0	.	.	.	.	.	.	.	.	2
3	3.0	.	.	.	2.3	.	.	3
4	.	2.0	6.5	28.0	.	2.5	.	.	.	.	.	.	4
5	.	.	10.3	3.0	.	7.5	.	.	.	.	.	.	5
6	14.5	.	4.5	1.0	.	.	.	6
7	3.0	.	19.0	0.4	.	.	.	7
8	.	1.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
9	9
10	.	.	.	2.0	.	.	.	.	.	.	.	6.0	10
11	3.0	.	.	.	.	.	11
12	.	.	.	4.5	.	6.0	3.0	.	.	.	.	.	12
13	.	.	40.0	48.0	.	.	.	.	.	.	.	.	13
14	.	.	12.0	14.7	5.0	27.4	5.5	.	1.1	.	.	2.0	14
15	.	.	1.5	7.0	44.0	46.0	43.0	.	5.5	.	.	.	15
16	.	.	26.0	4.0	18.0	3.7	.	.	.	.	.	.	16
17	.	.	51.0	1.4	5.0	.	.	.	.	.	.	.	17
18	.	.	4.0	.	18.0	.	.	6.3	.	.	.	.	18
19	.	.	9.5	.	4.0	.	9.5	.	.	.	.	.	19
20	20
21	2.5	39.0	.	.	.	.	.	.	21
22	2.0	.	.	2.0	.	5.0	.	.	.	.	.	.	22
23	.	.	2.4	34.0	.	.	.	.	.	.	.	.	23
24	.	1.4	7.0	38.0	.	.	.	.	.	.	.	.	24
25	.	.	7.5	20.0	.	.	10.0	.	.	.	.	.	25
26	.	3.0	12.0	10.0	.	.	.	11.5	.	.	.	.	26
27	45.0	.	.	.	.	.	.	.	27
28	17.0	0.7	.	.	.	.	.	.	28
29	.	3.5	.	.	.	=	.	.	.	.	.	.	29
30	.	11.0	8.5	.	.	=	.	.	.	.	.	.	30
31	=	.	=	.	.	=	.	=	2.0	=	.	.	31
TOT	2.0	22.6	201.4	270.6	158.5	161.8	74.0	42.6	10.0	19.1	0.0	8.0	
MAX	2.0	11.0	51.0	48.0	45.0	46.0	43.0	19.0	5.5	16.8	0.0	6.0	

TOTAL ANNUEL : 970.6 mm

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE : 80 RAPPORT NJ(0.4<P<10.0) / NJ(P>0.4): 62 %

..JOUR SEC

Données traitées par le logiciel PLUVIOM

HYDROLOGIE ORSTOM TUNISIE PLUVIOMETRIE JOURNALIERE BILAN DE 2 RETENUES
 PLUVIOMETRIE ORIGINALE EN L'ETAT (mm). TUNISIE

STATION : JHIL P (Barr.collinaire) 1483033000 ANNEE 1989-1990

	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	
1	-	-	-	-	.	.	-	-	1
2	-	-	-	-	.	7.8	-	-	.	.	.	.	2
3	-	-	-	-	.	.	-	-	3
4	-	-	-	-	.	.	-	-	.	.	.	1.5	4
5	-	-	-	-	.	.	-	-	5
6	-	-	-	-	.	.	-	-	.	2.5	.	.	6
7	-	-	-	-	.	.	-	-	.	.	.	4.5	7
8	-	-	-	-	.	.	-	-	.	2.2	.	.	8
9	-	-	-	-	.	.	-	-	9
10	-	-	-	-	.	.	-	-	10
11	-	-	-	-	.	.	-	-	11
12	-	-	-	-	.	.	-	-	12
13	-	-	-	-	.	.	-	-	13
14	-	-	-	-	.	.	-	-	14
15	-	-	-	-	.	15.0	-	-	.	.	.	.	15
16	-	-	-	-	.	.	-	-	16
17	-	-	-	-	.	.	-	-	17
18	-	-	-	-	.	.	-	-	18
19	-	-	-	-	.	.	-	-	19
20	-	-	-	-	.	.	-	-	20
21	-	-	-	-	.	.	-	-	5.5	.	.	.	21
22	-	-	-	-	.	.	-	-	1.7	.	.	.	22
23	-	-	-	-	.	.	-	-	23
24	-	-	-	-	.	.	-	-	24
25	-	-	-	-	.	.	-	-	25
26	-	-	-	-	.	.	-	-	26
27	-	-	-	-	.	.	-	-	27
28	-	-	-	-	.	.	-	-	1.2	.	.	.	28
29	-	-	-	-	.	=	-	-	14.0	.	.	.	29
30	-	-	-	-	.	=	-	-	30
31	=	-	=	-	.	=	-	=	.	=	.	.	31
TOT	-	-	-	-	0.0	22.8	-	-	22.4	4.7	0.0	6.0	
MAX	-	-	-	-	0.0	15.0	-	-	14.0	2.5	0.0	4.5	

ANNEE INCOMPLETE TOTAL PARTIEL : 55.9 mm

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE : (10) RAPPORT NJ(0.4<P<10.0) / NJ(P>0.4): (80 %)

--:RELEVÉ ABSENT .:JOUR SEC

Données traitées par le logiciel PLUVIOM

HYDROLOGIE ORSTOM TUNISIE PLUVIOMETRIE JOURNALIERE BILAN DE 2 RETENUES
 PLUVIOMETRIE ORIGINALE EN L'ETAT (mm). TUNISIE

STATION : TABOUBA LAC COLLINAIRE PL 1483037300 ANNEE 1990-1991

	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
1	.	.	.	17.0	.	5.0	.	0.8	.	4.2	.	1
2	.	.	2.0	8.0	0.4	.	.	.	.	.	.	2
3	.	.	.	19.0	.	.	.	.	.	.	.	3
4	.	.	0.2	2.8	.	6.7	.	.	.	.	.	4
5	.	.	12.5	.	.	8.2	.	.	.	.	.	5
6	.	.	.	0.3	.	8.9	.	.	.	.	.	6
7	7.3	.	.	.	.	.	7
8	8
9	0.4	.	.	.	.	9
10	.	.	.	0.9	.	.	.	.	.	.	.	4.7 10
11	11
12	.	.	.	7.6	.	8.5	.	.	.	.	.	12
13	.	.	34.0	37.5	.	7.2	.	.	.	.	.	13
14	.	.	16.6	25.5	0.3	25.3	.	.	7.2	.	.	14
15	.	.	5.0	4.9	21.6	68.7	5.2	.	6.3	.	.	2.7 15
16	.	.	40.5	4.8	10.8	4.8	37.2	.	.	.	.	16
17	.	.	68.0	5.2	0.2	.	3.0	.	.	.	.	17
18	.	7.0	7.0	.	16.0	.	15.0	.	2.7	.	.	18
19	.	.	4.0	.	0.2	.	13.5	.	.	.	.	19
20	0.1	.	.	.	.	.	.	20
21	0.2	33.2	.	.	.	.	.	21
22	0.6	0.3	.	3.5	.	8.3	.	.	.	.	.	22
23	.	.	0.4	23.0	.	.	.	.	.	.	.	23
24	.	0.3	6.4	35.5	.	.	.	.	.	.	.	24
25	.	.	.	18.3	.	.	3.5	6.5	.	.	.	25
26	.	.	.	18.5	0.2	.	.	.	.	.	.	26
27	.	.	2.7	.	55.0	.	.	.	.	.	.	27
28	.	2.7	4.5	11.2	45.0	1.5	.	.	.	.	.	28
29	.	10.5	.	.	.	=	.	.	.	.	.	29
30	.	3.3	1.3	.	16.2	=	.	.	.	.	.	30
31	=	.	=	.	.	=	18.2	=	.	=	.	31
TOT	0.6	24.1	205.1	243.5	166.2	193.6	96.0	7.3	16.2	4.2	0.0	7.4
MAX	0.6	10.5	68.0	37.5	55.0	68.7	37.2	6.5	7.2	4.2	0.0	4.7

TOTAL ANNUEL : 964.2 mm

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE : 82 RAPPORT NJ(0.4<P<10.0) / NJ(P>0.4): 59 %

MULTIPLES DE 8, 10 mm etc EN FEV

..JOUR SEC

Données traitées par le logiciel PLUVIOM