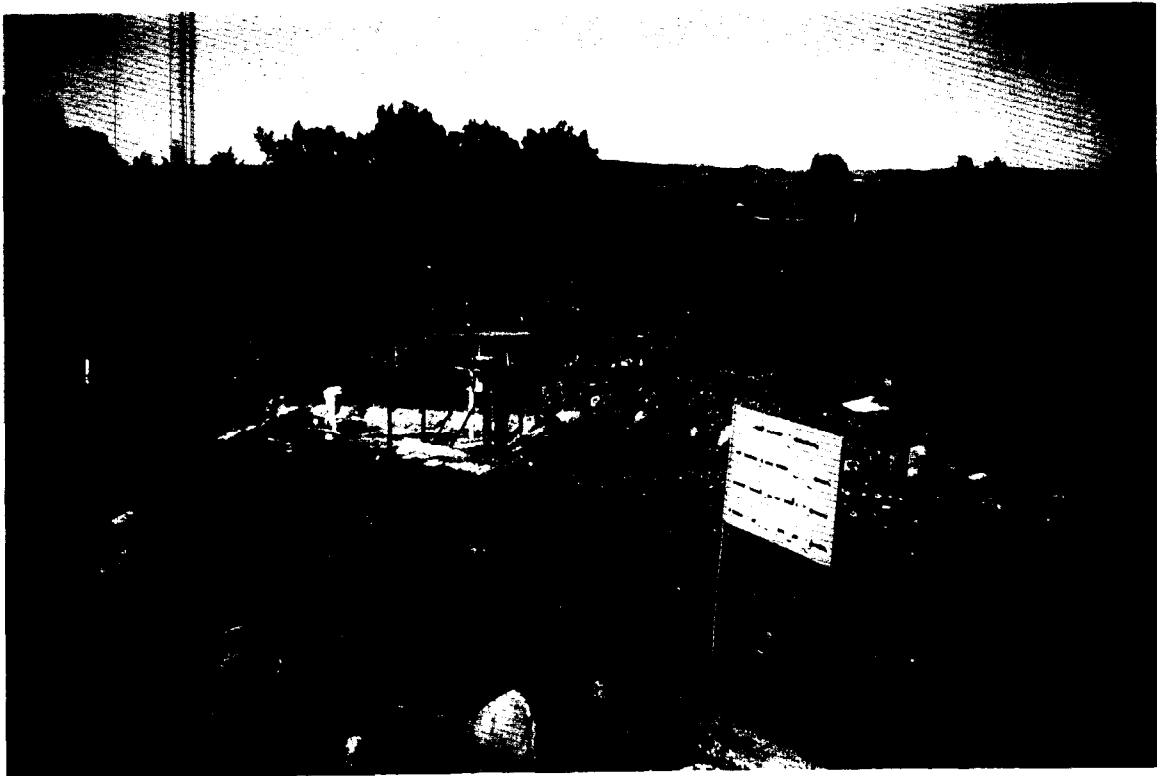


Rapport de mission en Syrie  
du 8 au 17 décembre 1998



Yannick PEPIN  
&  
Mohamed Ben YOUNES LOUATI

Décembre 1998



MH 73435

Fonds Documentaire ORSTOM  
Cote: Ax17430 Ex:

# Rapport de mission en Syrie du 8 au 17 décembre 1998

Yannick PEPIN et Mohamed Ben YOUNES LOUATI

Hydrologues à l'IRD

(Institut de Recherche et Développement) anciennement ORSTOM

## I- Objectif de la mission

Cette mission, réalisée par Yannick PEPIN et Mohamed Ben YOUNES LOUATI dans le cadre du programme HYDROMED (U. E. INCO DC ERBIC n° 18 CT 96-0091), avait pour objectifs :

- Complément de formation des personnels de l'ACSAD et du Ministère de l'Irrigation sur les logiciels PLUVIOM, HYDROM et sur l'acquisition, la gestion et l'exploitation des données acquises sur les sites pilotes HYDROMED.
- Tournée sur le terrain avec les gestionnaires du Pluvio-limni 92 et maintenance de cet appareil installé à Syndiané.
- Visite de Tel Kalakh, le lac dont les relevés sont faits par un observateur et réaliser un profil en travers du seuil.
- Récupération des données existantes et leur mise en forme.

Elle fait suite à la première mission qui avait en Syrie eu lieu du 27 novembre au 4 décembre 1997 et à la venue d'un agent de l'ACSAD (Y. IBRAHIM) et deux agents du Ministère de l'Irrigation (S. ALKHAYAT et M. ASSOUKI) en Tunisie du 8 au 27 mars 1998.

## II- Calendrier

**Départ Tunis le mardi 8 décembre 1998 à 08h25**

**Arrivée Damas à 14h30.**

Accueillis à l'aéroport par MM. Y. IBRAHIM et M. ASSOUKI.

**Mercredi 9 décembre 1998**

ACSAD : Réunion avec Dr DROUBI et M. Y. IBRAHIM pour la programmation de la présente mission.

Avec M. Y. IBRAHIM : explications concernant l'exploitation des données pluviométriques et d'envasement. Visualisation des cartes du bassin de Syndiané saisies sous leur Système d'Information Géographique (MGE : Modular Geographic Environment de la Company in Telegraph).

**Jeudi 10 décembre 1998**

ACSAD : Travaux avec Mlle S. ALKHAYAT et MM. M. ASSOUKI et Y. IBRAHIM, formation aux logiciels VISUAL, PLUVIOM, SURFER et EXCEL.

**Vendredi 11 décembre 1998**

Traitements des données de limnimétrie de Syndiané. Le volume total déversé s'élève à 276 000m<sup>3</sup> à Syndiané entre le 1 décembre 1997 et 30 Novembre 1998.

Visite du bassin du Parada avec MM. M. ASSOUKI et Y. IBRAHIM.

## **Samedi 12 décembre 1998**

Ministère de L'Irrigation : Réunion avec M. SALAH KARADAMOU, directeur de la gestion des barrages au Ministère de l'Irrigation.

Travaux avec Mlle S. ALKHAYAT et M. M. ASSOUKI.

- Dépouillement de la pluviographie jusqu'au 11 novembre 1998. Le fichier MEFPLU.EXE permettant de corriger un défaut de PLUVIOM n'a pas été installé sur le logiciel, il faut prévoir de l'envoyer sur une disquette à partir de Tunis.
- Transfert des fichiers de hauteurs d'eau sur l'ordinateur du Ministère.
- Dessin de la bathymétrie du lac avec le matériel du Ministère (WINSURF V3.2).

Réalisation de deux programmes en BASIC permettant de transformer les fichiers de cotes et de débits instantanés provenant de HYDROM en EXCEL version anglaise (Date inversée par rapport à la version française).

## **Dimanche 13 décembre 1998**

ACSAD : Travaux avec Mlle S. ALKHAYAT et MM. M. ASSOUKI et Y. IBRAHIM, sur l'utilisation des différents logiciels (HYDROM, PLUVIOM, ARES et EXCEL).

Réunion avec MM. Dr DROUBI, A. MISKI (ingénieur hydraulique partiellement détaché à l'ACSAD) et Mlle S. ALKHAYAT, MM. M. ASSOUKI, Y. IBRAHIM.

Il faut prévoir de renvoyer MEFPLU.EXE et PLUVEXEL à l'ACSAD. Le fichier MEFPLU.EXE permettant de corriger un défaut de PLUVIOM existe sur une disquette mais elle est altérée et le programme est infecté par un virus, il faut prévoir de l'envoyer sur une disquette à partir de Tunis.

Quelques données ont été saisies sous EXCEL, en particulier l'évaporation de Syndiané (mais pas toujours en chiffres).

## **Lundi 14 décembre 1998**

Tournée sur le terrain avec MM. M. ASSOUKI et Y. IBRAHIM, visite des sites de Syndiané et de Tel Kalakh dans la région de Homs.

**A Syndiané**, H=488 à 10h40, récupération des données enregistrées sur le Pluvio-limni 92. La mémoire était presque saturée, place disponible inférieure à 15%. H=489 à 11h11, vidange des données sur l'enregistreur et nouveau départ des enregistrements.

Récupération des lectures de l'observateur de Syndiané (ABOU KHALED) auprès de son aide (ABOU HEITHEM). L'observateur était malade entre le 11 et le 14 décembre 1998.

**A Tel Kalakh**, H=70cm sur l'échelle dans l'eau à 12h30.

Nous avons rencontré l'observateur M. SMAIL DAOUD KHALIL qui nous fait visiter la station météo et nous a décrit les échelles. Selon lui, cette hauteur correspond à 264.25m.

D'importants décalages existent entre les échelles, ces dernières sont posées comme à Syndiané sur de poteaux en ciments. Il n'y a que quatre éléments en état.

La station météo est installée dans un entourage cimenté et grillagé de 6m par 6m. Son abri est en bois.

A la demande de MM. DROUBI et MISKI, il a été réalisé un profil en travers sommaire du déversoir afin d'obtenir un barème pour le déversement.

Retour à Damas en fin d'après-midi.

## Mardi 15 décembre 1998

ACSAD : Travaux avec Mlle S. ALKHAYAT et MM. M. ASSOUKI et Y. IBRAHIM, sur l'utilisation des différents logiciels (HYDROM, PLUVIOM, ARES, SURFER et EXCEL). La récupération des données enregistrées sur l'IEL a été réalisée à l'ACSAD.

Réunion avec MM. NABIL RAFAYED (sous-directeur de l'ACSAD), DROUBI, SAID ZAHRA, IBRAHIM de l'ACSAD ainsi que Mlle S. ALKHAYAT et M. M. ASSOUKI du Ministère de l'Irrigation.

Discussion sur les observations faites sur le terrain et la formation des personnels de l'ACSAD et du Ministère.

## Mercredi 16 décembre 1998

ACSAD : Travaux avec Mlle S. ALKHAYAT et MM. M. ASSOUKI et Y. IBRAHIM, sur l'utilisation des différents logiciels (HYDROM, PLUVIOM, SURFER et EXCEL).

Discussion avec Dr DROUBI et Dr KHOURI.

## Jeudi 17 décembre 1998

Début de rédaction du rapport.

Départ Damas le jeudi 17 décembre 1998 à 19h40

Arrivée Tunis à minuit.

## III- Complément de formation sur les logiciels pour les personnels de l'ACSAD et du Ministère de l'Irrigation

Du 9 au 15 décembre, nous avons complété la formation de Mlle Souheir ALKHAYAT et MM. Mahamad ASSOUKI et Yasser IBRAHIM sur les logiciels VISUAL 3 (SERPE - IESM), HYDROM 2, PLUVIOM, ARES (ORSTOM) et sur l'interprétation sous EXCEL des données acquises.

Les données de Tel Kalakh n'ont pas encore été saisies sous les logiciels HYDROM et PLUVIOM, certaines d'entre elles sont saisies sous EXCEL. Ces données sont vendues par le Service de la Météorologie.

Nous avons réalisé :

- Dépouillement de la mesure d'envasement réalisée par l'ACSAD et le Ministère de l'Irrigation.
  - Nous obtenons un nouvel étalonnage pour le stockage de l'eau du lac.
  - Il y a eu un mètre de dépôt de sédiments dans la partie la plus basse du lac entre décembre 1997 et novembre 1998. Le fond est passé de 500.98 m (niveau lié à la référence) à 501.95 m. Nous pensons que la crue du 7 janvier est en grande partie responsable de cet envasement.
  - Il reste toujours un doute sur la valeur initiale du volume comme il n'y a pas eu de plan de recollement, nous avons utilisé les valeurs basses fournies par le Ministère de l'Irrigation tant que la surface donnée pour une cote était supérieure à celle observée. Il se peut que l'altitude de référence utilisée soit quelque peu différente. Nous avons recalculé les volumes initiaux et ceux de 1997 en prenant en compte les dernières transversales réalisées en 1998. Le volume total de l'envasement serait de 18400 m<sup>3</sup>, celui entre 1997 et 1998 de 5300 m<sup>3</sup>.
- Les données enregistrées de Syndiané sur l'IEL allaient jusqu'au 7 décembre lors de notre arrivée.

Il faut attirer l'attention ici, sur la manipulation lors de la récupération des données avec l'IEL.

L'IEL étant connecté à la prise de transfert de données du Pluvio-limni 92, il faut impérativement attendre **l'extinction du voyant rouge** avant d'arrêter le transfert. Cette opération peut être très longue de l'ordre de 30 minutes lorsque les mémoires sont bien pleines. Il est aussi conseillé de prendre deux fois les données avant d'effacer la mémoire interne de la plate-forme d'acquisition de données.

Toutes les données seront récupérées avec l'enregistrement du 14 décembre, mise à jour des banques HYDROM et PLUVIOM à l'ACSAD, traitement des données pour obtenir une année complète d'observation du 1 décembre 1997 au 14 décembre 1998.

Démonstration d'un cycle complet de récupération des données et de leur archivage.

- Récupération des données du PLUVIO-LIMNI 92 enregistrées sur l'IEL avec VISUAL.
- Passage des données de hauteur d'eau de VISUAL sous HYDROM.
- Sous HYDROM :
  - tracé graphique des hauteurs,
  - calcul des volumes stockés, des volumes déversés et des surfaces inondées,
  - saisie des étalonnages, des hauteurs lues par l'observateur,
  - extraction des fichiers de cotes instantanées, volumes instantanés, déversements instantanés,
  - impression sur fichier ou sur imprimante de hauteurs moyennes journalières, des volumes moyens journaliers, des surfaces moyennes journalières.
- Passage des données extraites d'HYDROM : cotes instantanées, volumes instantanés et débits instantanés sous EXCEL par deux programmes en QBASIC dont les versions ont été modifiées pendant ce séjour afin d'avoir un format compatible avec la version anglaise d'EXCEL existante à l'ACSAD et au Ministère de l'Irrigation.
- Passage des données de pluviographie de VISUAL sous PLUVIOM.
- Sous PLUVIOM :
  - passage de la pluviographie à la pluie journalière,
  - saisie de la pluviométrie et de l'évaporation relevées par l'observateur,
  - extraction de la pluviographie,
  - impression de la pluie journalière et de l'évaporation journalière.
- Un programme en QBASIC sera réalisé pour le passage des données de pluviographie vers EXCEL avec un format compatible avec la version anglaise d'EXCEL.
- Traitement de la pluviographie extraite de PLUVIOM sous ARES en vue d'obtenir les intensités en 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120 et 180 minutes et les valeurs d'érodibilité des averses (Wishmeier).
- Saisie des données de nivellement et de bathymétrie sous EXCEL.
- Passage des données d'envasement sous SURFER : tracé graphique de la bathymétrie et obtention des barèmes hauteur / surface et hauteur / volume.
- Sous EXCEL :
  - Calcul des débits entrants à partir des volumes instantanés et de débits de déversement instantanés.
  - Calcul des volumes entrants et déversés par crue ou par mois.
  - Calcul des volumes journaliers de pluie tombée directement sur le lac à partir des fichiers de surface journalière et de pluie journalière.
  - Calcul des volumes journaliers évaporés du lac à partir des fichiers de surface journalière et d'évaporation journalière.
  - Établissement du bilan hydrologique mensuel et annuel.

La formule pour obtenir le bilan hydrologique est :

$$V_{ecs} + V_f - V_u - V_i = \Delta V - V_r - V_p + V_{ev} + V_{dev} + V_{vi}$$

Les paramètres inconnus sont :

- $V_{ecs}$  : Volume des apports souterrains,
- $V_f$  : Volume lié à la fonte des neiges,
- $V_u$  : Volume d'eau directement pris dans la retenue,
- $V_i$  : Volume infiltré.

Les paramètres mesurables sont :

- $\Delta V$  : Variation des Volumes stockés,
- $V_r$  : Volume ruisselé, plutôt que volume écoulé car la pluie directement tombée sur le lac lors d'une crue est incluse dans le  $V_{ev}$ , on obtient pour chaque crue  $V_{ri} = V_{ei} - P_i * S_i$  ou  $P_i$  est l'averse liée à la crue  $i$  et  $S_i$  la surface inondée au début de la crue,
- $V_p$  : Volume de la pluie tombée directement sur le lac,
- $V_{ev}$  : Volume évaporé du lac,
- $V_{dev}$  : Volume déversé,
- $V_{vi}$  : Volume vidangé.

Sur le terrain, nous avons complété la formation avec MM. Mahamad ASSOUKI et Yasser IBRAHIM sur la gestion et l'entretien du Pluvio-limni 92. Nous avons aussi donné quelques consignes et conseils sur le matériel en place sur les sites de Syndiané et Tel Kalakh.

Lors d'un passage sur le site de Syndiané, si la lecture au TD 91 indique pour la partie hydrologique une capacité mémoire inférieure à 20%, il est conseillé :

- de réaliser **deux récupérations des données** avec l'IEL,
- de vider la mémoire du Pluvio-limni 92,
- de réinitialiser le système avec le TD 91 en faisant **attention** à bien régler la hauteur du niveau d'eau.

Nous conseillons d'acheter une batterie de secours en cas de défaillance de celle en place, bien que le type de batterie utilisée ne présente en général pas de défaut avant trois ans d'utilisation.

Lors du passage à Tel Kalakh, nous avons remarqué que les lectures fournies par l'observateur ne correspondent pas à celles lues directement à l'échelle. Les consignes de correction des lectures au niveau de l'observateur nous paraissent peu recommandables. Il est préférable que le lecteur lise la cote indiquée par le système d'échelle et de laisser le soin des corrections à un technicien supérieur ou à un hydrologue. Le mieux serait de remettre rapidement la batterie d'échelles en conformité avec la réalité des variations du plan d'eau.

## IV- Dispositif expérimental

### Syndiané :

Le lac de Syndiané a son plus grand axe Nord -> Sud (Sud à l'aval), le barrage est orienté Est -> Ouest, Ouest pour le déversoir.

Il n'y a pas d'élément d'échelle dans l'eau : H= 488 cm le 14 décembre 1998 à 10h40 avec le TD91.

La station est actuellement équipée :

- d'un pluvio-limni 92, la pluie, tombée des augets, est récupérée et mesurée avec une éprouvette de 400 cm<sup>2</sup>, l'entonnoir est à un mètre au-dessus du sol,
- d'un pluviomètre avec une bague de 200 cm<sup>2</sup> avec son éprouvette adaptée,
- d'un bac de classe A,
- de la même batterie d'échelle que l'an dernier avec des décalages entre eux qui devraient être corrigés,
- de piquets utilisés pour les mesures d'envasement dans la partie qui reste en eau, ces derniers ont été cimentés.

La description de l'équipement du barrage avait été réalisée dans notre précédent rapport.

### Tel Kalakh :

Le lac de Tel Kalakh a son plus grand axe Est -> Ouest (Ouest à l'aval), l'axe de la digue est Sud -> Nord, Nord pour le déversoir qui est en rive droite.

Lecture de l'élément d'échelle qui est dans l'eau : H= 70 cm le 14 décembre 1998 à 12h30. Le lecteur nous donne une hauteur de 264.25 m.

Il est indispensable d'installer au plus vite un système d'échelle conforme à la réalité des variations du plan d'eau.

M. SMAIL DAOUD KHALIL nous a décrit les échelles.

La station de Tel Kalakh est équipée de :

- D'échelles sont, comme à Syndiané, composées d'éléments tous gradués de 0 à 1m fixés sur des poteaux en ciment, la batterie se compose de quatre poteaux en place en R.G. dont un n'a pas de graduations, plus un tombé en R.G. et d'un élément en rive droite à côté du seuil. Selon l'observateur les éléments d'échelles sont :
  - élément dans l'eau est calé 263.55 à 264.55 m (ou 263.5 à 264.5 ?) donc la hauteur de l'eau à 13h00 serait 264.25 m,
  - élément suivant sans graduation n'est pas à prendre en compte,
  - le troisième est calé 265.00 à 266.00 m,
  - le quatrième est calé 266.00 à 267.00 m,
  - l'élément tombé était calé 267.00 à 268.00 m,
  - deux éléments sont partis de 268.00 à 269.00 et 269.00 à 270.00 m,
  - l'élément de rive droite est calé 269.42 à 270.42 m.
- L'observateur a installé de 4 perches en bois à l'entrée du lac, dans la zone actuellement sous l'eau pour mesurer l'envasement. Selon lui, à l'entrée du lac l'envasement serait d'environ deux mètres sur la transversale des piquets.
- D'un seuil de 14 mètres de large dont le bas est à 269.60 m. Il est de forme rectangulaire.
- D'une station météorologique équipée de :
  - un abri placé à deux mètres au-dessus du sol,
  - de thermomètres maxi et mini,
  - d'un psychromètre avec thermomètres sec et humide,
  - d'un thermo-hygrographe de marque Thies,
  - d'un pluviographe à siphon de marque Zeiss avec une bague de 200 cm<sup>2</sup>, l'enregistreur est journalier, le papier hebdomadaire, le siphonnage s'effectue avec 10 mm de pluie,
  - d'un bac de classe A.
- Le barrage est équipé d'une vanne avec une conduite de 16 pouces (environ 400 mm).

A la sortie de la vanne, deux canaux bétonnés sont installés de dimensions semblables à ceux de Syndiané, contrairement à Syndiané les résurgences du barrage ne rentrent pas dans le système d'évacuation, mais restent dans un fossé pour s'infiltrer ou s'évaporer.

La batterie d'échelle devra être complétée, une mesure d'envasement et un nivellement cohérent sont prévus par l'ACSAD et le Ministère de l'Irrigation.

## V - Résultats obtenus et interprétation

Nous allons récapituler les informations obtenues sur les lacs, ainsi que des observations faites sur les sites.

**Tableau des caractéristiques générales pour les deux lacs retenus.**

Station	TEL KALAKH	SYNDIANE
Région	Homs	Homs
N° Hydrologique	340 3 88 0088	340 3 88 0114
Bassin	ASSI	ASSI
Latitude barrage	34°41' N	34°42' N
Longitude barrage	36°16' E	36°25' E
Altitude barrage	260 m	499 m
N° Pluviométrique pluvio	340 3 88 0050	340 3 88 0010
N° Pluviométrique bac	340 3 88 9050	340 3 88 9010
Latitude poste pluvio	34°41' N	34°42' N
Longitude poste pluvio	36°16' E	36°25' E
Altitude poste pluvio	275 m	512 m
Surface B.V. Km <sup>2</sup>	1.175	4.000
Longueur du cours d'eau	3.3 km	4.2 km
Qualité de l'eau	hydro-carbonatée avec forte turbidité	hydrocarbonate
Altitude maximum B.V.	390 m	620 m
Année construction	1970	1967
Diamètre vanne mm	400	200
Volume Normal m <sup>3</sup>	290 000	440 000
Surface Normale ha	9	10.5
Déversoir (largeur)	14 m	16 m
Hauteur pelle	94 cm	80 cm
Débit max. déversé	30 m <sup>3</sup> /s	20 m <sup>3</sup> /s
Hauteur digue	10 m	12 m
Longueur digue	270 m	512 m
Cote du zéro pour saisie	260 m = 0 m en saisie	500 m = 0 m en saisie

Nous avons également, pour chacun des barrages, les courbes initiales hauteur/surface et hauteur/volume. Les lacs sont équipés d'un système permettant de connaître la hauteur du plan d'eau. Les barèmes correspondants au tableau suivant ont été introduits sous HYDROM 2 sous les capteurs 1 et 3 (valeurs saisies sous HYDROM 2 entre parenthèses). Deux mesures de bathymétries ont été réalisées, l'une complète en 1998 et l'autre moins complète en 1997. Ce qui nous permet d'obtenir trois courbes de remplissage pour Syndiané, l'initiale et celle de 1997 ont été corrigées au vu de celle de 1998 qui est plus complète.



**Tableau des valeurs initiales des retenues de Syndiané et Tel Kalakh.**

Tel Kalakh			Syndiané		
Hauteur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Hauteur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
261 - (1)	0	0	499 - (-1)	0	0
262 - (2)	4 000	2 000	500 - (0)	600	300
263 - (3)	9 000	8 500	501 - (1)	2 900	2 050
264 - (4)	16 000	21 000	502 - (2)	6 300	6 650
265 - (5)	26 000	42 000	503 - (3)	11 800	15 700
266 - (6)	37 000	73 500	504 - (4)	19 000	31 100
267 - (7)	50 000	117 000	505 - (5)	29 100	55 150
268 - (8)	67 000	175 500	506 - (6)	38 300	88 850
269 - (9)	85 000	251 500	507 - (7)	50 100	133 050
270 - (10)	95 000	341 500	508 - (8)	61 000	188 600
			509 - (9)	72 700	255 450
			510 - (10)	87 800	335 700
			511 - (11)	107 400	433 300
			512 - (12)	121 200	547 600

**Tableau des valeurs d'envasement de la retenue de Syndiané.**

Syndiané	03/12/1997		Syndiané	18/11/1998	
Hauteur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Hauteur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
499	0	0	499	0	0
500	0	0	500	0	0
501	0	0	501	0	0
502	3 001	1 147	502	1	0
503	9 788	7 596	502.5	5 030	1 214
504	18 902	21 642	503	8 682	4 684
505	29 098	45 396	503.5	12 775	9 992
506	38 294	78 692	504	17 593	17 553
507	50 007	122 657	504.5	22 760	27 546
508	60 969	177 841	505	28 516	40 482
509	72 700	244 231	505.5	32 981	55 812
510	87 734	323 862	506	38 081	73 456
511	107 404	420 199	506.5	43 943	93 914
512	121 180	536 144	507	49 850	117 271
fond	500.98		507.5	55 259	143 458
			508	60 895	172 358
			509	72 703	238 756
			510	87 788	318 453
			511	107 478	414 890
			512	121 145	530 874
			fond	501.95	

La cote 511 m, cote théorique de déversement, nous donne donc le volume total de l'envasement serait de 18 400 m<sup>3</sup>, celui entre 1997 et 1998 de 5 300 m<sup>3</sup>. Nous obtenons le tableau suivant précisant le bilan de l'envasement. Nous donnons la représentation graphique de la bathymétrie mesurée en 1998 par l'équipe ACSAD-Ministère de l'Irrigation dans la fiche-type.

Station	Surface BV	année création	mois mesure envas.	volume initial	volume restant	Volume restant / initial	perte année	durée de vie	perte globale	érosion spécif.
(unité)	(ha)			(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(ans)	(m <sup>3</sup> /an/ha)	(T /an/ha)
Syndiané	359	1967	nov-98	433 300	414 890	95.8	0.1	> 200	1.65	2.6

Nous donnons également les courbes d'étalonnages des déversoirs qui sont introduites sous HYDROM 2 sous le capteur 2. Les barèmes d'étalonnage ont été établis à partir de la formule de Bazin :

$$Q = 385 * \sqrt{2 * g * b * h^3} \quad \text{avec :}$$

Q est le débit déversé (en l/s),

g est l'accélération de la pesanteur (9.81 m/s<sup>2</sup>),

b est la largeur (en m),

h est la charge (en m).

Le déversoir de Syndiané est contrôlé en aval par une buse rectangulaire qui à sa mise en charge limite le débit de déversement. Ce n'est pas le cas à Tel Kalakh. Pour introduire ces derniers sous HYDROM, il faut soustraire 500 m au hauteurs de Syndiané et 260 m à celles de Tel Kalakh et convertir ces hauteurs résultantes en cm.

Barème du déversement à Syndiané

Hauteur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Périmètre (m)	Largeur (m)	Rayon hyd. (m)	Prof. moy. (m)	Q Bazin (l/s)
499.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
511.16	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
511.17	0.048	9.60	9.60	0.00	0.00	5.8
511.18	0.152	11.21	11.20	0.01	0.01	30.2
511.19	0.272	12.82	12.80	0.02	0.02	67.6
511.20	0.408	14.43	14.40	0.03	0.03	117
511.22	0.72	16.06	16.00	0.04	0.05	260
511.24	1.04	16.10	16.00	0.06	0.07	452
511.26	1.36	16.14	16.00	0.08	0.09	676
511.28	1.68	16.18	16.00	0.10	0.11	928
511.30	2.00	16.22	16.00	0.12	0.13	1 206
511.32	2.32	16.26	16.00	0.14	0.15	1 507
511.34	2.64	16.30	16.00	0.16	0.17	1 829
511.36	2.96	16.34	16.00	0.18	0.19	2 171
511.38	3.28	16.38	16.00	0.20	0.21	2 533
511.40	3.60	16.42	16.00	0.22	0.23	2 912
511.42	3.92	16.46	16.00	0.24	0.25	3 309
511.44	4.24	16.50	16.00	0.26	0.27	3 722
511.46	4.56	16.54	16.00	0.28	0.29	4 151
511.48	4.88	16.58	16.00	0.29	0.31	4 596
511.50	5.20	16.62	16.00	0.31	0.33	5 055
511.55	6.00	16.72	16.00	0.36	0.38	6 266
511.60	6.80	16.82	16.00	0.40	0.43	7 560
511.65	7.60	16.92	16.00	0.45	0.48	8 932
511.70	8.40	17.02	16.00	0.49	0.53	10 379
511.75	9.20	17.12	16.00	0.54	0.58	11 897
511.80	10.00	17.22	16.00	0.58	0.63	13 482
511.85	10.80	17.32	16.00	0.62	0.68	15 132
511.90	11.60	17.42	16.00	0.67	0.73	16 844
511.95	12.40	17.52	16.00	0.71	0.78	18 616
512.00	13.20	17.62	16.00	0.75	0.83	20 500
513.00	pont	pont	pont	pont	pont	20 500

**Barème du déversement à Tel Kalakh**

<b>Hauteur (m)</b>	<b>Surface (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Périmètre (m)</b>	<b>Largeur (m)</b>	<b>Rayon hyd. (m)</b>	<b>Prof. moy. (m)</b>	<b>Q Bazin (l/s)</b>
260.00	0	0	0	0	0	0.0
269.60	0	0	0	0	0	0.0
269.61	0.157	14.01	13.98	0.01	0.01	28.4
269.62	0.297	14.03	13.98	0.02	0.02	73.8
269.63	0.436	14.05	13.98	0.03	0.03	131
269.64	0.576	14.07	13.98	0.04	0.04	199
269.65	0.716	14.09	13.98	0.05	0.05	276
269.66	0.856	14.11	13.98	0.06	0.06	361
269.67	0.996	14.13	13.98	0.07	0.07	453
269.68	1.135	14.15	13.98	0.08	0.08	552
269.69	1.275	14.17	13.98	0.09	0.09	657
269.70	1.415	14.19	13.98	0.10	0.10	768
269.72	1.695	14.23	13.98	0.12	0.12	1 006
269.74	1.974	14.27	13.98	0.14	0.14	1 265
269.76	2.254	14.31	13.98	0.16	0.16	1 543
269.78	2.533	14.35	13.98	0.18	0.18	1 839
269.80	2.813	14.39	13.98	0.20	0.20	2 152
269.82	3.093	14.43	13.98	0.21	0.22	2 481
269.84	3.372	14.47	13.98	0.23	0.24	2 824
269.86	3.652	14.51	13.98	0.25	0.26	3 183
269.88	3.931	14.55	13.98	0.27	0.28	3 555
269.90	4.211	14.59	13.98	0.29	0.30	3 941
269.92	4.491	14.63	13.98	0.31	0.32	4 341
269.94	4.77	14.67	13.98	0.33	0.34	4 752
269.95	4.91	14.69	13.98	0.33	0.35	4 962
270.00	5.609	14.79	13.98	0.38	0.40	6 059
270.05	6.308	14.89	13.98	0.42	0.45	7 226
270.10	7.007	14.99	13.98	0.47	0.50	8 460
270.15	7.706	15.09	13.98	0.51	0.55	9 757
270.20	8.405	15.19	13.98	0.55	0.60	11 114
270.25	9.104	15.29	13.98	0.60	0.65	12 529
270.30	9.803	15.39	13.98	0.64	0.70	13 999
270.40	11.232	18.62	17.02	0.60	0.66	15 558
270.50	12.947	18.95	17.27	0.68	0.75	19 115
270.60	14.636	19.28	17.52	0.76	0.84	22 929
270.70	16.451	19.61	17.77	0.84	0.93	26 993
270.80	18.24	19.93	18.02	0.91	1.01	31 296
271.00	21.894	20.59	18.52	1.06	1.18	40 600
271.50	31.463	22.24	19.76	1.41	1.59	67 708
272.00	41.652	23.89	21.00	1.74	1.98	100 036

### Observations faites à Syndiané :

Lecture de l'enregistrement avec le TD 91 :

N° Appareil	20017	20017	20017	20017
Date	14/12/98	14/12/98	14/12/98	14/12/98
Heure	10h54'18	11h11'23	11h14'00	11h17'00
Mise en route	7/12/98	14/12/98	14/12/98	14/12/98
Nb jours fonct.	8	1	1	1
Dernier Bascul	10/12 21h07	0	0	0
Cumul	30 basc	0 basc	0 basc	0 basc
Mémoire Pluv.	95.5	95.4	99.9	99.9
Defects	0	0	0	0
Temp Int °C	4 °C	6 °C	7 °C	6 °C
V. Batterie	12.8 V	12.9 V	12.8 V	12.7 V
N° SPI	5272	5272	5272	5272
Hauteur mm	4488	4492	170	4495
Temp eau °C	8.5 °C	8.6 °C	8.7 °C	8.7 °C
Hauteur cm	448	449	17	449
Décalage	432	432	0	432
Seuil cm	1	1	1	1
Période mn	5	5	15	5
Mémoire Hydr.	14.0	13.6	99.9	99.9
Defects	0	0	0	0
Remarque	Récupération IEL	Vidange mémoire	Calage Haut Formatage	Basculement à 10h18'40

La première lecture était une mesure de contrôle, après celle-ci nous avons réalisé deux récupérations de données avec l'IEL. A la seconde lecture, le TD91 ne nous indiquait plus la date après l'arrêt de l'appareil, celle-ci est réapparue. Nous avons procédé dans la maison de l'observateur à un essai de récupération de données de l'IEL, qui a été infructueux. La récupération sera faite à l'ACSAD.

Les hauteurs lues par l'observateur de Syndiané depuis la vidange sont toutes à 505.00m, c'est la hauteur du pied du dernier élément qui n'est pas dans l'eau. L'élément en dessous n'a toujours pas été installé (504-505 m) comme nous l'avions demandé en 1997.

### Résultats obtenus à Syndiané

Dans ce chapitre, nous donnons les résultats sur la station de Syndiané qui possède actuellement une année complète d'observations hydro - pluviométrique.

Nous donnons le tableau des crues obtenues après les corrections d'étalonnage. Dans celui-ci, nous donnons la date, la pluie au barrage, le volume dans la retenue à l'arrivée de la crue, le volume final, le volume déversé, le volume stocké, le volume de la crue, la lame écoulee, le débit de pointe et le débit spécifique de pointe.

Nous avons fait une estimation de l'envasement en fonction des crues par le MUSLE, nous donnons la représentation graphique du résultat obtenu.

Les résultats sous leur forme de présentation d'annuaire hydrologique sont donnés en annexe.

**Tableau des crues à syndiané**

Date	Pluie	Vol. init.	Vol. fin.	Déversé	Stockage	Vol. crue	lame	Qmax	Qs max
Date	mm	m3	m3	m3	m3	m3	mm	m3/s	l/s/km <sup>2</sup>
03/12/1997	6.0	29 260	29 970	0	710	710	0.19	0.020	5
05/12/1997	0.5	29 260	29 730	0	470	470	0.12	0.029	8
09/12/1997	27.0	29 020	30 450	0	1 430	1 430	0.38	0.153	40
16/12/1997	21.5	29 970	31 640	0	1 670	1 670	0.44	0.023	6
18/12/1997	14.0	31 160	33 070	0	1 910	1 910	0.5	0.019	5
23/12/1997	6.0	33 070	34 490	0	1 420	1 420	0.37	0.004	1
29-30/12/1997	23.5	34 490	37 350	0	2 860	2 860	0.75	0.043	11
31/12/1997	6.0	37 350	40 200	0	2 850	2 850	0.75	0.027	7
03/01/1998	0.5	40 200	41 400	0	1 200	1 200	0.32	0.019	5
04/01/1998	1.0	41 400	44 250	0	2 850	2 850	0.75	0.023	6
06-07/01/1998	102.0	44 250	280 850	0	236 600	236 600	62.3	9.960	2 621
10-16/01/1998	23.0	280 850	361 420	0	80 570	80 570	21.2	0.482	127
23-24/01/1998	19	361 420	374 900	0	13 480	13 480	3.55	0.105	28
25/01/1998	30.5	374 900	430 630	0	55 730	55 730	14.7	2.140	563
28/01/1998	26.5	430 630	448 210	44 855	17 580	62 435	16.4	3.980	1 047
29/01/1998	8.6	448 010	448 010	24 830	0	24 830	6.53	1.852	487
30/01/1998	7.4	443 380	443 380	19 150	0	19 150	5.04	1.226	323
06/02/1998	8.0	426 490	429 970	0	3 480	3 480	0.92	0.084	22
07/02/1998	51.5	429 970	434 560	78 374	4 590	82 964	21.8	10.263	2 701
14/02/1998	9	434 610	434 665	841	55	896	0.24	0.116	30
01/03/1998	4.0	428 810	433 450	0	4 640	4 640	1.22	0.030	8
17-20/03/1998	60.0	428 810	433 160	4 507	4 350	8 857	2.33	0.056	15
23/03/1998	17.5	434 610	434 650	2 213	40	2 253	0.59	0.191	50
24/03/1998	14.5	434 610	435 220	7 940	610	8 550	2.25	0.301	79
28/03/1998	4.0	429 970	433 450	96	3 480	3 576	0.94	0.065	17
29-30/03/1998	48.5	433 450	434 185	65 412	735	66 148	17.4	2.499	658
03-04/04/1998	15.5	433 450	434 644	17 393	1 194	18 587	4.89	1.156	304
13/04/1998	0.5	431 130	432 290	0	1 160	1 160	0.31	0.014	4
21/04/1998	33.5	429 970	434 540	614	4 570	5 184	1.36	0.407	107
22/04/1998	45.5	434 610	435 060	5 800	450	6 250	1.64	1.583	417
26-27/04/1998	10.0	432 290	434 295	1 995	2 005	4 001	1.05	0.059	16
15/11/1998	16.0	26 000	26 600	0	600	600	0.16	0.011	3
24/11/1998	0.5	25 600	26 000	0	400	400	0.11	0.038	10
29/11/1998	42	25 200	25 600	0	400	400	0.11	0.056	15
30/11/1998	20.5	25 200	28 100	0	2 900	2 900	0.76	0.222	58

Les crues nous permettent d'estimer le volume de l'envasement en fonction de leur volume, de leur débit de pointe et de leur déversement. Nous utilisons l'équation universelle des pertes en terre modifiée (MUSLE). Elle dérive de l'équation universelle des pertes en terre de Wischmeier (1958) et s'exprime sous la forme :

$$\sum A = \alpha \times K \times (LS) \times C \times P \times \sum (Q_{\max} \times V_{\text{crue}})^{\beta}$$

où :

- A est l'apport en tonnes de sédiments,
- $V_{\text{crue}}$  est le volume de la crue en  $\text{m}^3$ ,
- $Q_{\max}$  est le débit de pointe de la crue en  $\text{m}^3/\text{s}$ ,
- K est le facteur d'érodibilité,
- LS est le facteur exprimant la longueur ( $L_p$ ) et le degré d'inclinaison de la pente ( $p$ ),
- C est le facteur de couverture végétale,
- P est le facteur des pratiques conservatoires des sols,
- $\alpha$  et  $\beta$  sont des constantes d'ajustement,  $\alpha=11.8$  et  $\beta=0.56$  en système SI.

Dans notre cas les paramètres connus sont :

- $A = 1.6 \times V_{\text{sed}} + T_{\text{sol}}$ ,
- $Q_{\max}$ ,
- $V_{\text{crue}}$ .

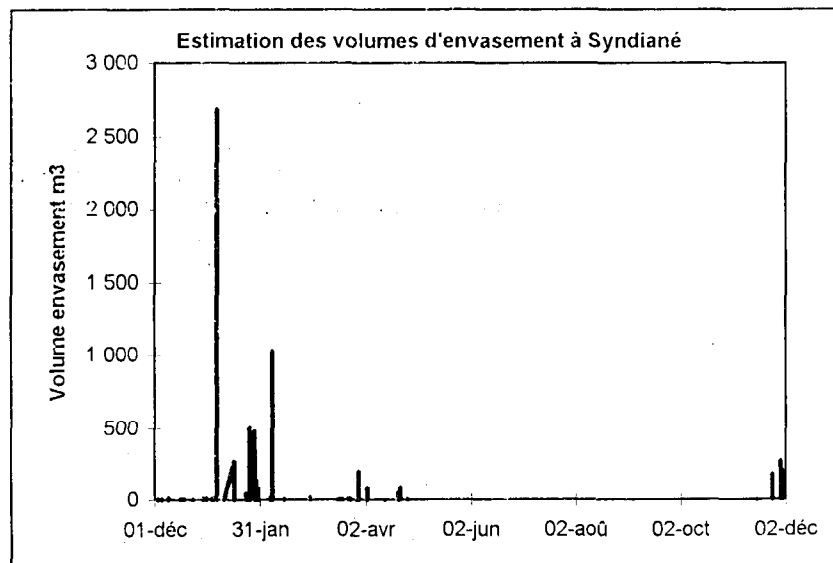
où

- ⇒ 1.6 est la densité supposée des sédiments,
- ⇒  $V_{\text{sed}}$  est le volume de sédiment stocké dans le lac,
- ⇒  $T_{\text{sol}}$  est le transport solide sorti par l'évacuateur (ici,  $0.01 \times V_{\text{evac}}$ ,  $V_{\text{evac}}$  est le volume d'eau sorti par l'évacuateur de crue et 0.01 étant une concentration moyenne supposée de 10 g/l),
- ⇒  $Q_{\max}$  est le débit de pointe de la crue,
- ⇒  $V_{\text{crue}}$  est le volume de la crue.

Nous calculons par itération  $\lambda$  est la valeur moyenne des paramètres du bassin, par la formule.

$$\sum A = \lambda \times \sum (Q_{\max} \times V_{\text{crue}})^{\beta}$$

### Estimation de l'envasement du lac de Syndiané



Cette estimation nous montre que deux crues ont donné lieu à un important dépôt (57% de l'ensemble), ce sont celles du 6 et 7 janvier et, dans une moindre mesure, celle du 7 février.

En annexe pour la station de Syndiané, sont présentés sur l'année allant du 1 décembre 1997 au 30 novembre 1998 :

- la fiche type de Syndiané,
- la représentation graphique du remplissage du lac,
- le tableau de hauteurs moyennes journalières,
- le tableau des volumes journaliers stockés,
- le tableau des surfaces journalières inondées,
- le tableau des pluies journalières,
- le tableau des évaporations journalières.

Nous donnons également la pluviométrie de Tel Kalakh et Homs sur la même période. Ainsi que la fiche-type remise à jour et les graphiques des niveaux d'eau et de la pluie et les volumes journaliers stockés et classés pour Syndiané.

## Conclusion et recommandations

Les travaux réalisés ont porté sur :

Complément de formation des agents de L'ACSAD et du Ministère de l'Irrigation.

Exploitation des données acquises avec les logiciels :

- HYDROM, logiciel ORSTOM (Banque de données gérant : Hauteur d'eau, Volume stocké, Surface inondée, Déversement),
- PLUVIOM, logiciel ORSTOM (Banque de données gérant : Pluviographie, Hauteur de pluie journalière ou mensuelle),
- EXCEL, logiciel de Microsoft (utilisé pour le calcul des bilans hydrologiques, des crues lors des déversements, les représentations graphiques),
- ARES, logiciel ORSTOM (utilisé pour les intensités des averses, la capacité de l'averse à l'érosion par Wischmeier),
- SURFER, logiciel (utilisé pour le calcul des courbes de hauteur/surface/volume à partir des mesures de bathymétrie).

Démonstration des méthodes utilisées afin d'obtenir le bilan hydrologique mensuel et annuel d'un lac, afin d'estimer les paramètres non connus, qui sont : l'infiltration, l'apport de la nappe au lac, les prises d'eau directes dans le lac. Les paramètres connus sont :

- la variation du volume mensuel de stockage,
- le ruissellement mensuel,
- la pluie tombée directement dans le lac,
- l'évaporation dans le lac,
- le déversement mensuel,
- les vidanges mensuelles.

*Préparation des tableaux prêts à être édités pour un format annuaire.*

Pour l'avenir :

Les personnels de l'ACSAD et du Ministère de l'Irrigation prévoit de réaliser une mesure d'envasement du lac de Tel Kalakh

Il sera donc possible pour les personnels de l'ACSAD ou du ministère de l'Irrigation de présenter les résultats sous forme d'un annuaire incluant d'autres informations, comme des cartes, les pluies sur d'autres stations, etc. Les statistiques de pluies journalières, mensuelles et annuelles de quelques stations de longue durée.

Il faudra saisir les données actuellement sur des feuilles afin de réaliser une banque de données la plus complète possible.

## Remerciements

Nous remercions toutes les personnes, qui ont facilité cette mission, pour leur compréhension et leur gentillesse.

- Dr Droubi et Dr Khouri, partenaires HYDROMED de l'ACSAD,
- Dr Nabil Rafayed, sous-directeur de l'ACSAD,
- Dr Saïd Zahra, hydrogéologue de l'ACSAD,
- Mr Salah Kara Damour, directeur de la gestion des barrages au Ministère de l'irrigation,
- Mr Abderharnane Miski, ingénieur hydraulique détaché à l'ACSAD,
- Mr Yasser Ibrahim, partenaire HYDROMED de l'ACSAD,
- Mr Mahamad Assouki, ingénieur hydrogéologue qui nous a accompagné sur le terrain,
- Mlle Souheir Alkhatat, responsable de l'informatique à la gestion des barrages,
- Mr Abou Heithem, gardien du barrage de Syndiané,
- Mr Smail Daoud Khalil, observateur de Tel Kalakh.

## Bibliographie

KARA DAMOUR S. & MISKI A. F. (1997). Small dams and hill reservoirs in Syria.

PEPIN Y. (1996). Méthode utilisée pour la mesure de l'envasement d'un lac collinaire en Tunisie.

PEPIN Y. & BEN YOUNES LOUATI M. (1997). Rapport de mission en Syrie.

ONIBON H. G. (1997). Analyse statistique de l'envasement des lacs collinaires à partir des caractères géomorphologiques. DEA ENIT, Tunis.



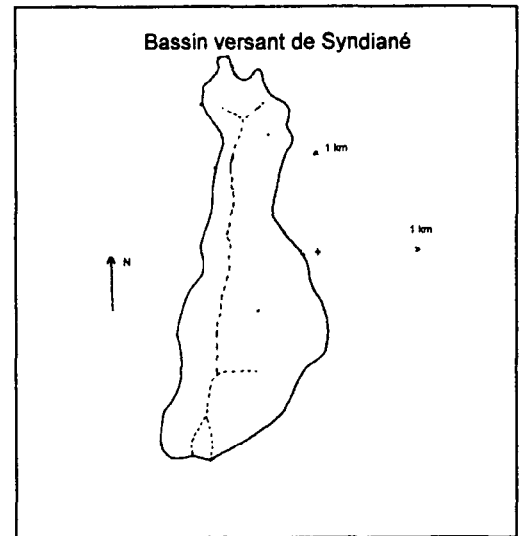
## **Annexe 1 : Bassin Versant de Syndiané**

# Barrage collinaire de Syndiané

Station : Syndiané Bassin : Assi  
 Latitude Nord : 38°42' Longitude Est : 36°25'  
 Région : Ohms

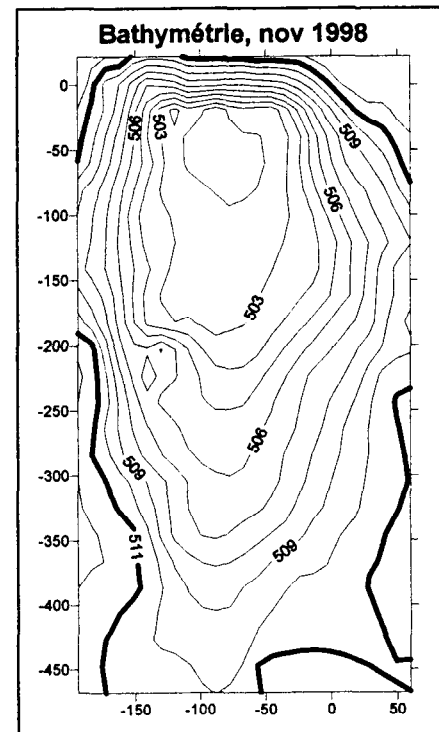
## Caractéristiques du bassin versant

Surface (A) en ha 359  
 Périmètre (P) en km 10.1  
 Indice de compacité C= 1.49  
 Longueur du rectangle (L) en km 4.19  
 Largeur du rectangle (l) en km 0.86  
 Altitude maximale en m 630  
 Altitude minimale en m 499  
 Indice de pente(Ig) en m/km 31  
 Indice de Roche (Ip) 0.085  
 Dénivelée (D) en m 131  
 Classe de relief (Rodier) 4  
 Occupation des sols Cultures  
 Aménagements CES oui



## Caractéristiques de la retenue

Année de construction 1967  
 Volume de la retenue au déversement (Vi) en m3 433 300  
 Surface de la retenue au déversement (Si) en ha 10.74  
 Rapport Vi/Si en m 4.03  
 Volume d'envasement (Ve) en m3 18/11/98 18 410  
 Capacité Utile (Vu) en m3 18/11/98 414 890  
 Rapport Vu/Si en m 18/11/98 3.86  
 Hauteur de la digue en m 513  
 Longueur de la digue en m 512  
 Hauteur du déversoir en m cimenté 511.16  
 Largeur du déversoir en m 16  
 Diamètre de la conduite en mm 200  
 Utilisation de l'eau irrigation + pêche



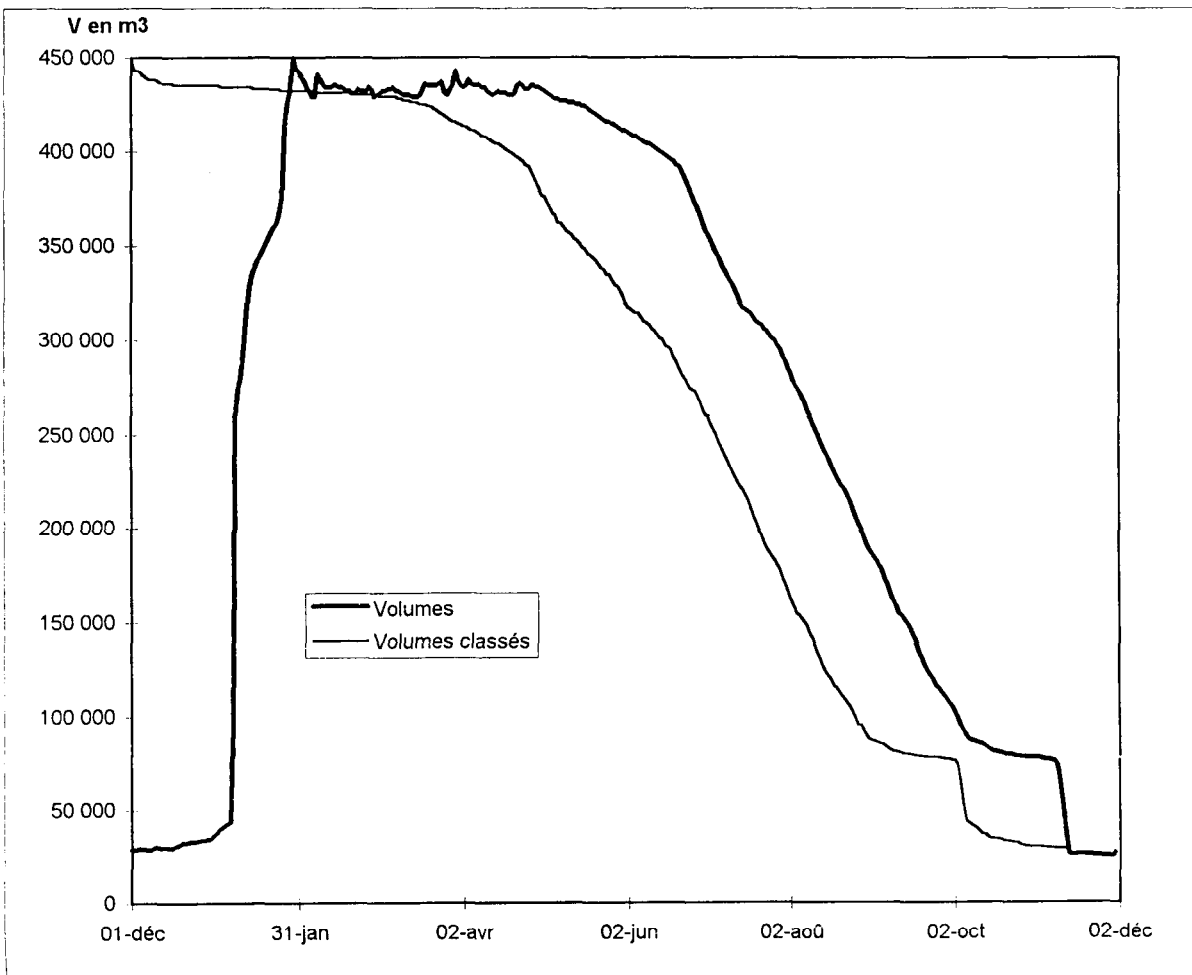
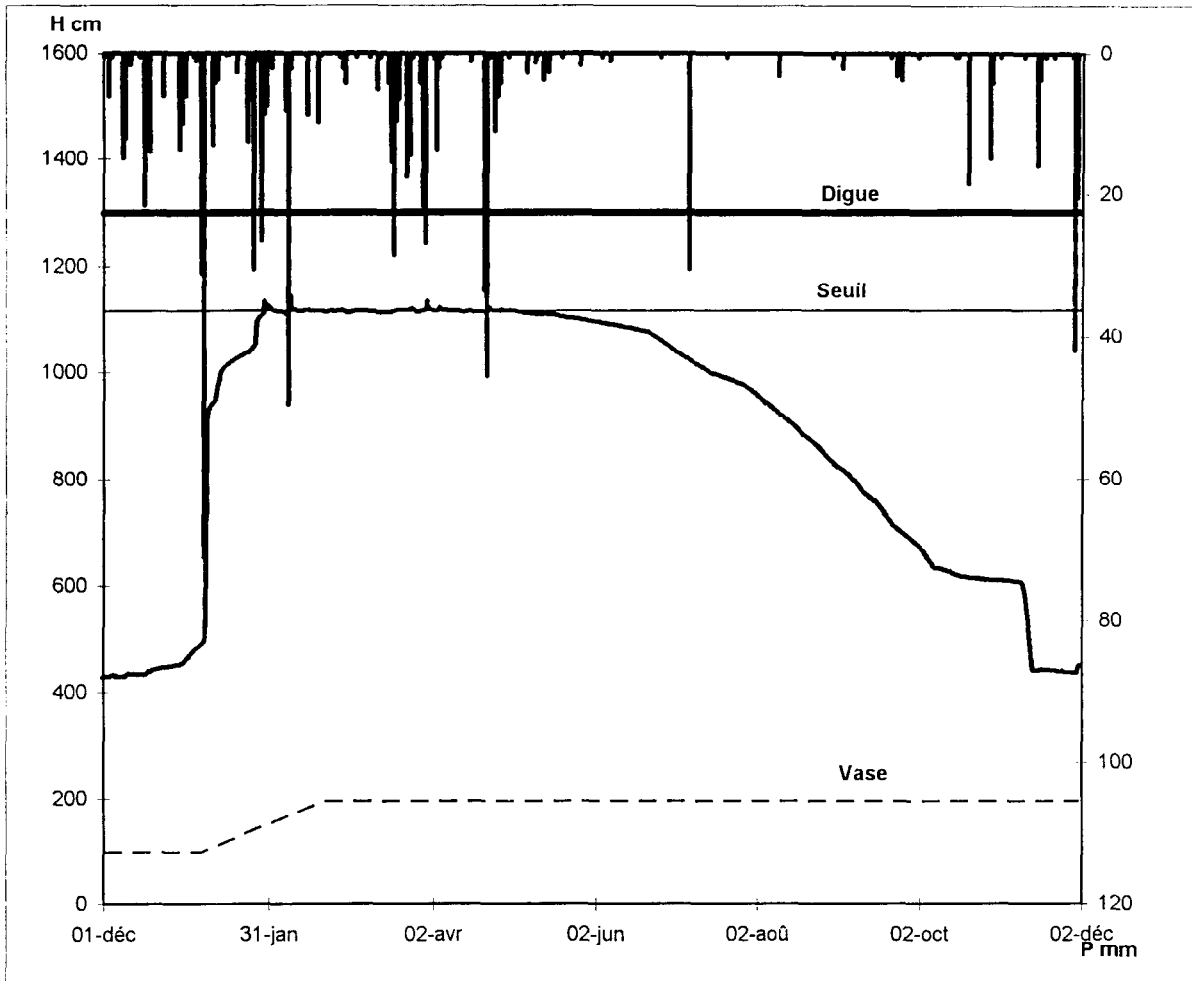
## Caractéristiques de la station

Début des observations 03/12/97  
 Hauteur repère/échelle en m Regard 504.5  
 Code HYDROM échelle 03/12/97 3403880114  
 Code PLUVIOM OEDIPE 03/12/97 3403880010  
 Code PLUVIOM pluviomètre 01/01/98 3403880015  
 Code PLUVIOM bac évaporation 01/01/98 3403889010  
 Adresse ARGOS sans

## Barèmes hauteur / surface / volume

18/11/98

Cote NG en m	H cm	Si m <sup>2</sup>	Vi m <sup>3</sup>	V1 m <sup>3</sup>
499	-1.00	0	0	0
500	0.00	600	300	0
501	1.00	2 900	2 050	0
502	2.00	6 300	6 650	0
503	3.00	11 800	15 700	4 684
504	4.00	19 000	31 100	17 553
505	5.00	29 100	55 150	40 482
506	6.00	38 300	88 850	73 456
507	7.00	50 100	133 050	117 271
508	8.00	61 000	188 600	172 358
509	9.00	72 700	255 450	238 756
510	10.00	87 800	335 700	318 453
<b>511</b>	<b>11.00</b>	<b>107 400</b>	<b>433 300</b>	<b>414 890</b>
512	12.00	121 200	547 600	530 874



ORSTOM

\*\*\* PLUVIOMETRIE \*\*\*

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

EVAPORATION ORIGINALE EN L'ETAT (mm). SYRIE

PLUVIOMETRIE ORIGINALE EN L'ETAT (mm). SYRIE

STATION : SYNDIANE pluvio-limmi 92

3403880010

ANNEE 1997-1998

STATION : SYNDIANE EVAPORATION

3403889010

ANNEE 1997-1998

	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	
1	0.5		2.0								0.5	0.5	1
2					0.8								2
3	6.0	0.5			13.7					2.0			3
4	0.5	1.0		0.5	2.0		0.5						4
5					0.5								5
6		31.0	8.0										6
7		71.0	49.5			2.5	1.0	30.5					7
8	14.9		2.0										8
9	12.1			0.5									9
10	1.5	13.0				1.2			3.0			0.5	10
11	1.5	4.0				0.3							11
12		3.5		5.0									12
13			0.3	0.5		3.5							13
14	0.5		8.7										14
15	0.5	0.3				2.5					0.5	16.0	15
16	21.5	0.2		4.0	1.0						0.5	3.5	16
17	1.0			15.5									17
18	14.0		9.7	28.5								0.5	18
19		2.5	0.3	9.6									19
20				6.4		0.5					18.5		20
21					33.5			0.5		0.5		0.5	21
22					45.5								22
23	6.0	12.5		17.5	0.5					3.0			23
24		6.5		14.5	0.5								24
25		30.5		0.5	11.0					3.5			25
26			0.5		6.0		0.5						26
27		1.0	2.0		4.0	1.5							27
28		26.5	4.0	4.0							15.0	0.5	28
29	13.6	8.6	=	21.6							4.0	42.0	29
30	9.9	7.4	=	26.9	0.5				0.5			20.5	30
31	6.0		=		=		=			=		=	31
TOT	110.0	220.0	87.0	155.5	119.5	12.0	2.0	31.0	3.5	9.0	39.0	84.5	
MAX	21.5	71.0	49.5	28.5	45.5	3.5	1.0	30.5	3.0	3.5	18.5	42.0	

\*\*\*\*

TOTAL ANNUEL : 873.0 mm

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE : 105 RAPPORT NJ(0.4<P<10.0) / NJ(P>0.4): 72 8

..JOUR SEC

	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	
1	-	-	1.7	6.1	4.9	6.1	5.6	8.4	11.9	11.9	7.5	2.0	1
2	-	-	0.8	7.8	4.7	5.8	6.4	9.1	11.9	10.5	6.4	5.7	2
3	-	-	1.7	8.6	0.0	8.4	5.2	10.4	9.0	7.6	5.3	2.0	3
4	-	-	2.0	8.3	1.3	10.0	7.5	9.4	10.6	7.5	6.2	5.7	4
5	-	0.6	1.3	3.6	2.1	8.9	8.2	9.8	7.9	8.4	4.9	2.0	5
6	-	-	1.2	7.3	1.2	4.2	8.2	9.9	10.8	9.5	5.4	2.1	6
7	-	-	0.0	4.7	2.7	1.9	8.5	7.1	8.5	8.4	6.9	4.2	7
8	-	-	1.4	6.5	5.1	1.2	9.3	7.5	13.5	11.5	6.7	2.4	8
9	-	-	2.7	3.8	8.4	5.6	6.0	7.6	14.9	9.2	10.5	3.8	9
10	-	-	1.9	10.5	6.9	2.1	6.3	9.2	22.6	9.5	12.7	2.3	10
11	-	-	3.0	4.7	2.9	1.4	7.5	5.9	10.1	9.9	12.5	4.2	11
12	-	-	0.4	7.7	7.7	0.2	9.5	8.1	10.3	11.8	13.1	5.3	12
13	-	0.0	1.7	6.1	7.9	1.6	9.4	7.5	11.1	9.2	16.1	5.2	13
14	-	0.1	0.0	6.7	6.1	2.9	11.3	9.5	11.3	9.2	9.5	2.8	14
15	-	0.2	2.9	10.6	7.9	1.1	9.1	11.5	10.9	7.0	7.2	1.3	15
16	-	0.1	1.9	7.6	9.2	6.5	8.6	9.4	8.8	8.6	5.2	0.7	16
17	-	-	3.0	0.0	4.0	6.3	6.3	7.8	11.1	6.1	4.7	4.2	17
18	-	0.3	0.0	0.0	5.6	4.6	7.2	9.3	11.0	9.9	5.1	1.8	18
19	-	-	3.7	0.0	4.3	5.2	7.9	10.3	10.4	9.6	2.5	1.5	19
20	-	0.6	3.8	5.5	0.0	6.8	5.3	7.5	10.2	8.9	7.6	9.3	20
21	-	2.2	2.1	3.7	0.0	6.9	7.8	13.9	7.3	7.1	8.3	4.3	21
22	-	1.1	5.0	8.7	9.0	6.8	9.3	7.6	8.6	7.3	2.5	6.2	22
23	-	-	2.1	5.6	4.4	6.4	8.9	7.6	8.4	2.1	5.1	4.3	23
24	-	-	4.1	7.5	0.0	4.2	9.3	10.2	18.4	6.4	7.4	4.7	24
25	-	-	0.9	3.8	0.0	6.2	11.2	6.3	10.4	7.1	3.6	2.5	25
26	-	0.1	4.2	4.7	0.0	11.2	11.9	14.0	10.3	6.6	6.2	2.0	26
27	-	-	2.9	6.2	0.9	0.9	7.9	22.2	8.4	3.1	6.2	4.1	27
28	-	-	5.3	4.5	3.7	5.0	8.8	8.2	7.7	5.9	3.0	3.0	28
29	-	-	=	4.4	5.2	5.6	10.0	9.9	8.7	6.8	4.5	0.2	29
30	-	-	=	3.8	6.2	7.1	9.3	10.4	10.2	9.7	5.2	0.5	30
31	-	0.8	=	6.7	=	5.5	=	11.7	8.3	=	0.7	=	31
TOT	-	6.1	61.7	175.7	122.3	156.6	247.7	297.2	333.5	246.3	208.7	100.3	
MAX	-	-	5.3	10.6	9.2	11.2	11.9	22.2	22.6	11.9	16.1	9.3	

ANNEE INCOMPLETE

TOTAL PARTIEL : 1956.1 mm

--:JOUR MANQUANT

COTES MOYENNES JOURNALIERES - année 1997/1998

SURFACES MOYENNES JOURNALIERES - année 1997/1998

Station : 3403880114 SYNDIANE pluvio-limmi92 Latit. 34.42.00  
 Rivière : SYNDIANE Longit. 36.25.00  
 Pays : SYRIE Altit. 499M  
 Bassin : ASSI Aire 3.59000 km2

Station : 3403880114 SYNDIANE pluvio-limmi92 Latit. 34.42.00  
 Rivière : SYNDIANE Longit. 36.25.00  
 Pays : SYRIE Altit. 499M  
 Bassin : ASSI Aire 3.59000 km2

Cotes en cm

SURFACES EN m²

Jo	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	Jo
1	431	470	1117	1113	1117	1116	1096	1041	958	822	674	610	1
2	432	476	1115	1114	1116	1115	1095	1038	953	819	668	610	2
3	433	481	1114	1115	1117	1114	1094	1035	949	816	661	609	3
4	435	485	1114	1115	1120	1113	1093	1031	945	812	653	609	4
5	433	490	1112	1115	1118	1112	1093	1028	942	807	646	608	5
6	432	494	1112	1116	1117	1111	1092	1026	939	801	639	608	6
7	432	622	1122	1116	1117	1111	1091	1022	935	796	634	607	7
8	431	919	1120	1115	1117	1110	1090	1019	930	789	633	606	8
9	435	938	1118	1115	1116	1110	1089	1016	926	782	632	601	9
10	437	945	1116	1114	1116	1110	1088	1013	921	776	630	576	10
11	436	965	1116	1113	1115	1110	1087	1010	918	771	629	534	11
12	436	988	1116	1113	1114	1109	1086	1007	914	767	628	486	12
13	436	1004	1117	1113	1113	1109	1085	1004	909	763	625	445	13
14	435	1010	1117	1112	1114	1109	1084	1000	905	760	623	442	14
15	435	1015	1116	1112	1115	1108	1083	998	901	756	620	442	15
16	436	1019	1116	1112	1114	1108	1082	997	897	750	619	445	16
17	440	1022	1115	1113	1114	1108	1081	995	892	744	618	445	17
18	442	1025	1115	1116	1114	1107	1080	993	886	737	617	444	18
19	445	1028	1115	1118	1113	1106	1079	991	882	730	616	443	19
20	446	1031	1114	1117	1113	1105	1077	989	878	724	616	443	20
21	447	1034	1114	1117	1114	1104	1076	988	875	717	615	442	21
22	448	1037	1116	1117	1117	1103	1073	986	871	711	614	441	22
23	449	1040	1115	1117	1118	1103	1070	984	867	707	614	440	23
24	450	1045	1115	1118	1117	1102	1067	982	862	703	613	441	24
25	451	1054	1115	1119	1116	1101	1063	980	856	699	612	440	25
26	452	1093	1116	1114	1116	1101	1060	978	851	695	612	439	26
27	453	1104	1115	1113	1117	1100	1056	976	846	692	611	439	27
28	454	1109	1112	1116	1117	1099	1053	973	840	687	611	438	28
29	455	1126		1117	1116	1098	1049	970	835	683	611	438	29
30	458	1120		1124	1116	1097	1045	966	830	679	611	448	30
31	464	1120		1120		1096		962	826		610		31
Mo	442	913	1116	1115	1116	1107	1078	1000	895	750	626	501	Mo

Jo	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	Jo
1	22100	26000	109000	110000	110000	110000	107000	96100	81500	63500	46800	39300	1
2	22200	26700	109000	110000	110000	110000	107000	95500	80800	63200	46100	39300	2
3	22300	27200	109000	110000	110000	110000	107000	94800	80200	62800	45200	39200	3
4	22500	27600	110000	110000	111000	110000	107000	94200	79500	62300	44300	39100	4
5	22300	28100	110000	110000	110000	110000	106000	93500	79000	61700	43500	39000	5
6	22200	28500	110000	110000	110000	110000	106000	93000	78500	61000	42600	39000	6
7	22200	41800	111000	110000	110000	109000	106000	92300	77900	60400	42000	38900	7
8	22100	75700	111000	110000	110000	109000	106000	91600	77200	59700	41900	38800	8
9	22500	78400	110000	110000	110000	109000	106000	91000	76600	58900	41800	38200	9
10	22700	79500	110000	110000	110000	109000	106000	90400	75900	58200	41600	35700	10
11	22600	82400	110000	110000	110000	109000	105000	89800	75400	57600	41500	31600	11
12	22600	85900	110000	110000	110000	109000	105000	89200	74700	57200	41300	26900	12
13	22600	88500	110000	110000	110000	109000	105000	88600	74100	56800	41000	22300	13
14	22500	89600	110000	110000	110000	109000	105000	87900	73500	56400	40800	22000	14
15	22500	90500	110000	110000	110000	109000	104000	87500	72900	56000	40500	22000	15
16	22600	91300	110000	110000	110000	109000	104000	87300	72300	55300	40300	22300	16
17	23000	92000	110000	110000	110000	109000	104000	87000	71700	54700	40200	22300	17
18	23200	92600	110000	110000	110000	109000	104000	86800	71100	53900	40100	22200	18
19	23500	93200	110000	110000	110000	109000	104000	86500	70600	53200	40000	22100	19
20	23600	93800	110000	110000	110000	109000	104000	86200	70100	52500	40000	22100	20
21	23700	94400	110000	110000	110000	109000	103000	86000	69700	51700	39900	22000	21
22	23800	94800	110000	110000	110000	109000	103000	85700	69300	51100	39800	21900	22
23	23900	95300	110000	110000	110000	108000	102000	85400	68800	50700	39700	21800	23
24	24000	96500	110000	110000	110000	108000	101000	85100	68200	50200	39600	21900	24
25	24100	98100	110000	111000	110000	108000	101000	84800	67600	49800	39500	21800	25
26	24200	106000	110000	110000	110000	108000	100000	84500	66900	49300	39500	21700	26
27	24300	108000	110000	110000	110000	108000	99100	84200	66300	48900	39400	21700	27
28	24400	108000	110000	110000	110000	108000	98500	83700	65700	48400	39400	21600	28
29	24500	111000		110000	110000	108000	97700	83200	65100	47800	39400	21600	29
30	24800	110000		111000	110000	108000	96900	82600	64400	47400	39400	22600	30
31	25400	110000		111000		107000		82100	63900		39300		31
Mo	23200	79700	110000	110000	110000	109000	104000	88300	72600	55400	41200	28000	Mo

- : lacune : à sec ou arrêt de l'écoulement

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : 430 cm LE 1 DECE à 00H00  
 MAXIMUM INSTANTANE : 1146 cm LE 7 FEVR à 18H27  
 MINIMUM JOURNALIER : 431 cm LE 1 DECE  
 MAXIMUM JOURNALIER : 1126 cm LE 29 JANV

MINIMUM INSTANTANE : 21600 m² LE 29 NOVE à 08H52  
 MAXIMUM INSTANTANE : 114000 m² LE 7 FEVR à 18H02  
 MINIMUM JOURNALIER : 21600 m² LE 28 NOVE  
 MAXIMUM JOURNALIER : 111000 m² LE 29 JANV  
 SURFACE MOYENNE ANNUELLE : 77400 m²

ORSTOM

\*\*\* HYDROMETRIE \*\*\*

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

VOLUMES MOYENS JOURNALIERS - année 1997/1998

Station : 3403880114 SYNDIANE pluvio-limni92 Latit. 34.42.00  
 Rivière : SYNDIANE Longit. 36.25.00  
 Pays : SYRIE Altit. 499M  
 Bassin : ASSI Aire 3.59000 km2  
 VOLUMES EN m3

Jo	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	Jo
1	29000	38200	440000	430000	435000	433000	411000	358000	285000	187000	105000	77700	1
2	29200	39800	438000	431000	434000	432000	410000	356000	282000	185000	102000	77600	2
3	29500	41000	435000	432000	435000	431000	409000	353000	278000	183000	98900	77400	3
4	29800	41900	432000	432000	438000	430000	408000	349000	275000	180000	95400	77100	4
5	29500	42900	429000	433000	436000	429000	408000	346000	273000	177000	92300	76900	5
6	29300	44000	429000	433000	435000	428000	407000	344000	270000	173000	89400	76700	6
7	29100	95300	441000	434000	435000	428000	406000	340000	267000	170000	87500	76400	7
8	29000	260000	439000	432000	435000	427000	405000	337000	263000	166000	87000	76200	8
9	30000	274000	436000	432000	434000	427000	404000	334000	260000	162000	86500	74000	9
10	30400	280000	434000	431000	434000	427000	404000	331000	256000	159000	85900	65100	10
11	30300	296000	434000	430000	432000	426000	403000	329000	253000	155000	85300	51000	11
12	30200	314000	434000	430000	431000	426000	402000	326000	250000	154000	84700	37000	12
13	30100	328000	435000	430000	430000	426000	401000	323000	246000	152000	83800	26700	13
14	30000	334000	435000	429000	431000	425000	400000	319000	243000	150000	82800	26100	14
15	29900	338000	434000	429000	432000	425000	399000	317000	240000	148000	81900	26100	15
16	30200	342000	434000	429000	431000	424000	398000	316000	237000	144000	81100	26500	16
17	31200	345000	433000	430000	431000	424000	397000	315000	233000	141000	80700	26500	17
18	31600	348000	432000	433000	431000	423000	396000	314000	230000	137000	80400	26400	18
19	32300	351000	432000	436000	430000	422000	395000	312000	227000	133000	80200	26300	19
20	32600	354000	431000	435000	430000	421000	393000	310000	224000	130000	79900	26100	20
21	32800	357000	431000	435000	431000	420000	392000	309000	222000	126000	79600	26000	21
22	33000	360000	433000	435000	435000	419000	389000	308000	220000	123000	79400	25900	22
23	33300	362000	432000	435000	436000	418000	386000	306000	217000	121000	79100	25700	23
24	33600	367000	432000	436000	435000	417000	383000	305000	214000	119000	78800	25700	24
25	33800	376000	432000	437000	433000	416000	380000	303000	210000	116000	78500	25600	25
26	34000	413000	434000	431000	433000	416000	377000	301000	206000	115000	78300	25500	26
27	34200	425000	433000	430000	435000	415000	373000	300000	203000	113000	78100	25400	27
28	34400	431000	429000	433000	435000	414000	370000	297000	199000	111000	78000	25300	28
29	34600	450000		435000	434000	413000	366000	295000	196000	109000	77900	25200	29
30	35400	444000		443000	434000	412000	362000	291000	192000	107000	77800	27200	30
31	36900	443000		438000		411000		289000	189000		77700		31
Mo	31600	288000	434000	433000	433000	423000	394000	320000	237000	145000	84300	43700	Mo

21

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : 25200 m3 LE 29 NOVE à 08H52  
 MAXIMUM INSTANTANE : 468000 m3 LE 7 FEVR à 18H27  
 MINIMUM JOURNALIER : 25200 m3 LE 29 NOVE  
 MAXIMUM JOURNALIER : 450000 m3 LE 29 JANV  
 VOLUME MOYEN ANNUEL : 271000 m3

## **Annexe 2 : Autres pluviométries Tel Kalakh et Homs**

ORSTOM \*\*\* PLUVIOMETRIE \*\*\* LABORATOIRE D'HYDROLOGIE  
 PLUVIOMETRIE ORIGINALE EN L'ETAT (mm) . SYRIE

STATION : TEL KALAKH 3403880050 ANNEE 1997-1998

	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE
1	2.0	2.0	.	1.0	.	.	.	.	.	.	.	1
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
3	.	.	.	.	10.0	.	.	.	.	.	.	3
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
5	3.7	1.5	.	.	0.5	.	.	.	.	.	.	5
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
7	.	31.0	8.5	.	.	.	.	.	.	.	.	7
8	.	73.0	94.3	2.0	.	.	.	.	.	.	.	8
9	24.0	.	0.7	.	.	.	.	.	.	.	.	9
10	17.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
11	7.0	30.0	.	.	.	2.0	.	.	.	.	.	11
12	2.0	7.0	.	.	.	3.0	.	.	.	.	.	12
13	.	.	.	3.5	.	.	.	.	.	.	.	13
14	.	.	.	.	.	3.5	.	.	.	.	.	14
15	.	.	1.0	.	.	.	.	.	.	.	.	15
16	2.0	.	.	.	.	3.0	.	.	.	.	11.0	16
17	12.0	.	.	0.5	1.9	.	.	.	.	2.0	6.5	17
18	3.0	.	.	15.0	.	.	.	.	.	.	.	18
19	16.0	.	6.0	25.1	.	.	.	.	.	.	1.0	19
20	.	1.8	3.6	16.0	.	.	.	.	.	.	.	20
21	.	1.2	.	1.5	.	0.5	.	.	.	.	.	21
22	.	0.4	.	.	27.5	.	.	.	.	.	1.5	22
23	.	.	.	.	45.0	.	.	.	.	.	.	23
24	8.0	12.0	.	14.5	2.0	.	.	.	.	.	.	24
25	.	6.0	.	10.0	.	.	.	.	.	.	.	25
26	.	27.0	.	.	12.0	.	.	.	.	.	.	26
27	.	.	.	.	2.0	.	.	.	.	.	.	27
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28
29	.	5.0	=	17.0	.	.	.	.	.	14.0	.	29
30	11.0	30.0	=	40.0	.	.	.	.	.	.	6.0	30
31	9.0	1.0	=	48.0	=	.	=	.	.	=	.	31
TOT	116.7	228.9	114.1	194.1	100.9	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	26.0
MAX	24.0	73.0	94.3	48.0	45.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	11.0

\*\*\*\*  
 TOTAL ANNUEL : 808.7 mm

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE : 67 RAPPORT NJ(0.4<P<10.0) / NJ(P>0.4) : 61 %

..JOUR SEC

PLUVIOMETRIE ORIGINALE EN L'ETAT (mm) . SYRIE

STATION : HOMS pluviometre 3403880100 ANNEE 1997-1998

	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE
1	0.3	3.6	.	10.6	.	.	.	.	.	.	.	1
2	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
3	.	.	.	.	0.6	.	.	.	.	.	.	3
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
5	0.8	1.5	.	.	4.4	.	.	.	.	.	.	5
6	.	0.6	0.8	.	.	.	.	.	.	.	.	6
7	.	10.6	1.6	.	.	.	.	.	.	.	.	7
8	.	40.8	28.2	.	.	.	.	.	.	.	.	8
9	4.8	.	0.7	.	.	.	.	.	.	.	.	9
10	0.8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
11	0.2	13.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
12	0.7	12.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
13	.	.	.	1.6	.	.	.	.	.	.	.	13
14	0.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
15	.	.	2.4	0.3	.	.	.	.	.	.	.	15
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.5 16
17	17.0	.	.	0.5	1.0	.	.	.	.	.	.	0.7 17
18	3.4	.	.	5.0	.	.	.	.	.	.	.	18
19	13.3	.	9.0	22.5	.	0.5	.	.	.	.	.	19
20	1.5	0.3	2.2	11.6	.	.	.	.	.	.	.	20
21	.	.	.	2.0	.	.	.	.	.	.	.	21
22	.	.	.	.	1.4	.	.	.	.	.	.	22
23	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	23
24	2.5	7.0	.	2.4	2.5	.	.	.	.	.	.	24
25	.	3.7	.	6.6	.	.	.	.	.	.	.	25
26	.	11.5	.	.	9.6	.	.	.	.	.	.	26
27	.	0.2	.	.	8.0	.	.	.	.	.	.	27
28	.	0.6	.	.	.	0.2	.	.	.	.	.	28
29	.	15.5	=	1.6	.	.	.	.	.	.	.	29
30	2.4	2.8	=	5.6	.	.	.	.	.	.	20.0	30
31	18.5	12.4	=	12.5	=	.	=	.	.	=	.	31
TOT	67.0	136.9	44.9	82.8	28.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.2
MAX	18.5	40.8	28.2	22.5	9.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0

\*\*\*\*  
 TOTAL ANNUEL : 386.3 mm

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE : 64 RAPPORT NJ(0.4<P<10.0) / NJ(P>0.4) : 72 %

..JOUR SEC

23



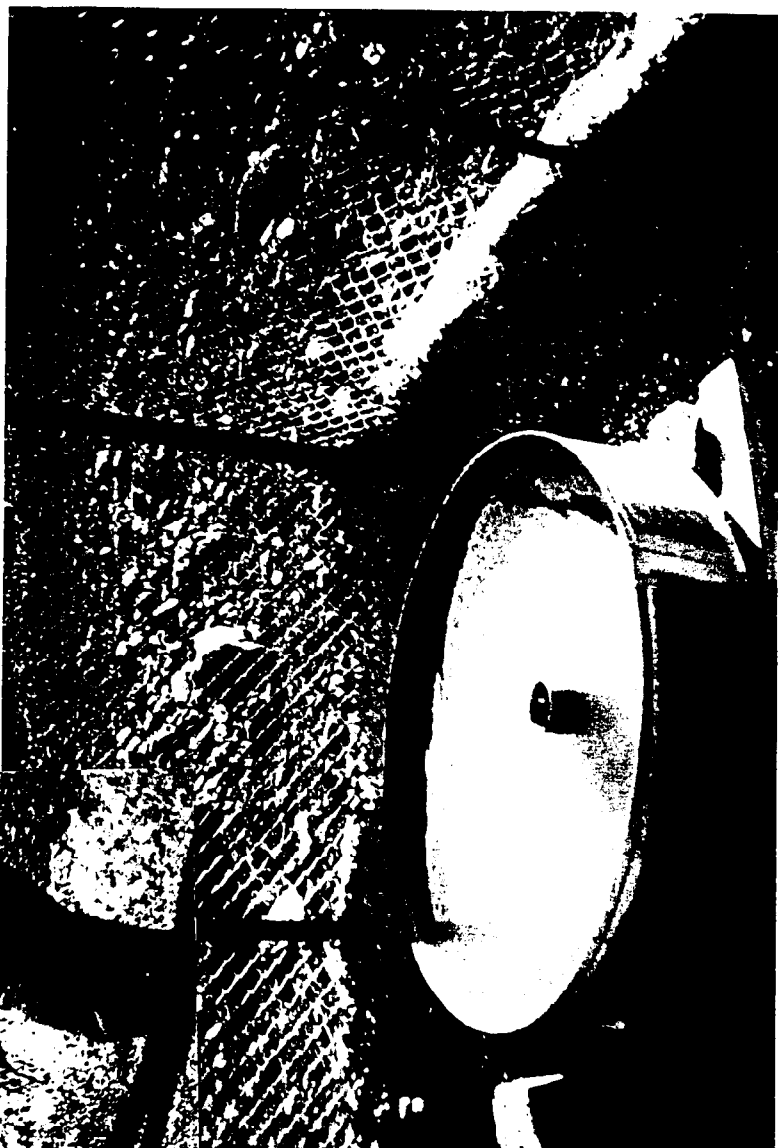
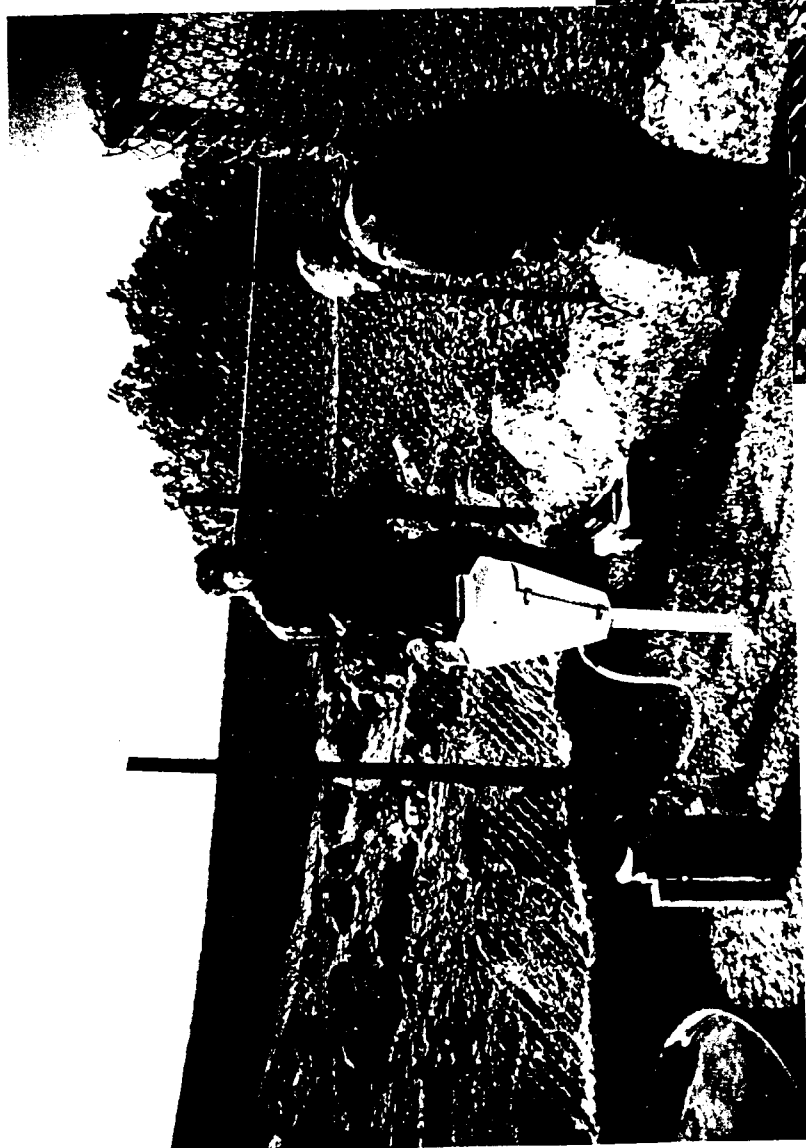
## **Annexe 3 : Planches photographiques**

Vue d'ensemble du barrage de Syndiané



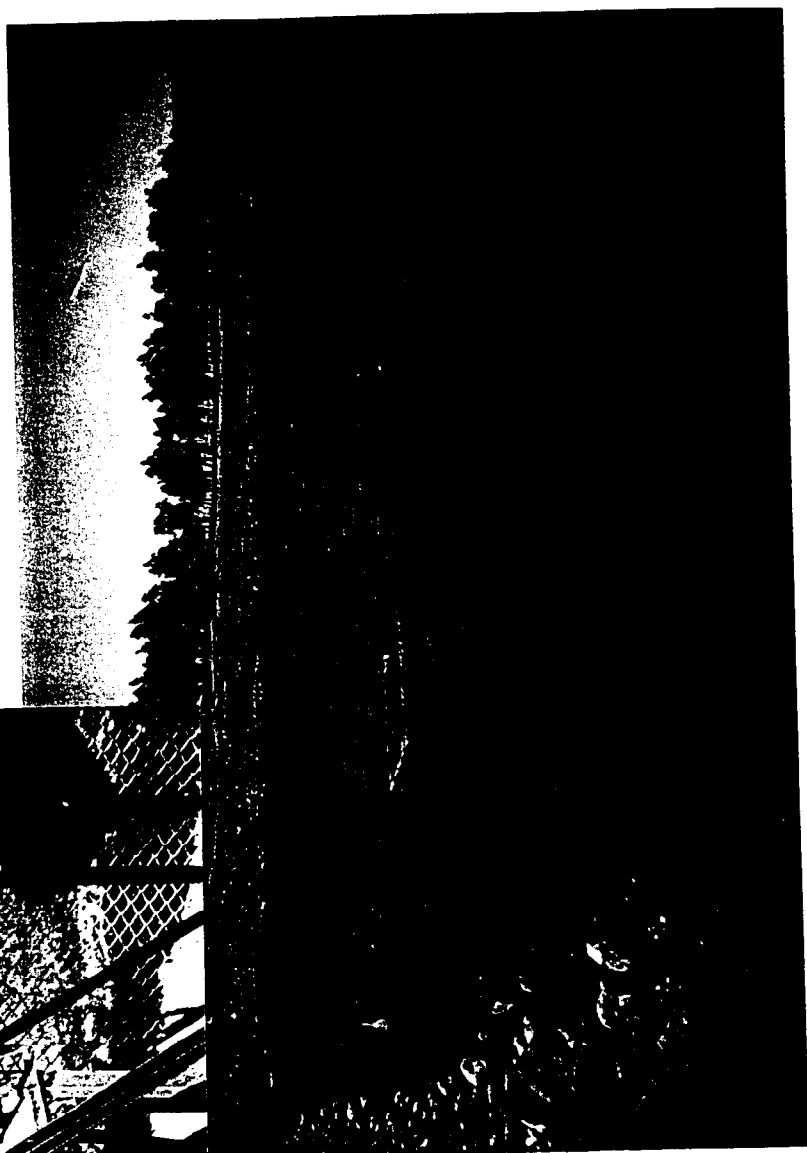
L'équipement du barrage de Syndiané

Equipement pluviométrique de Syndiané



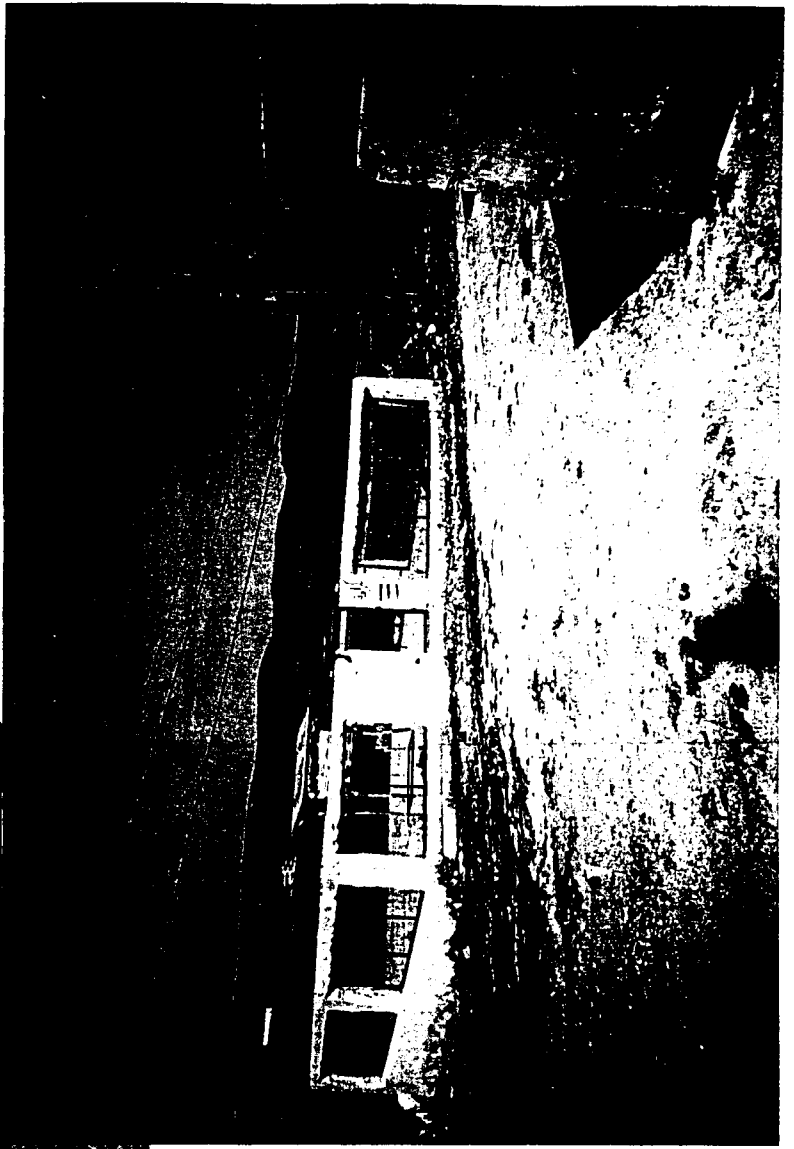
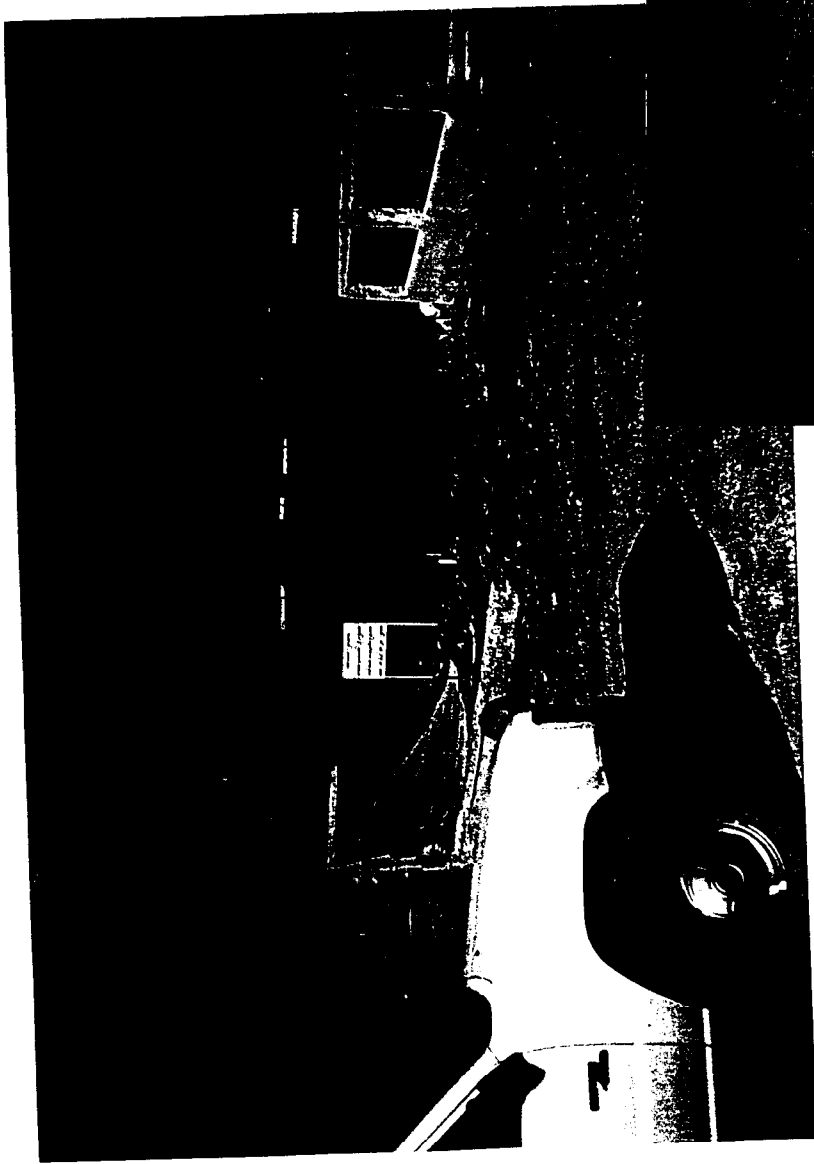
Le bac d'évaporation de Syndiané

L'enregistreur avec sa protection  
à Syndiané



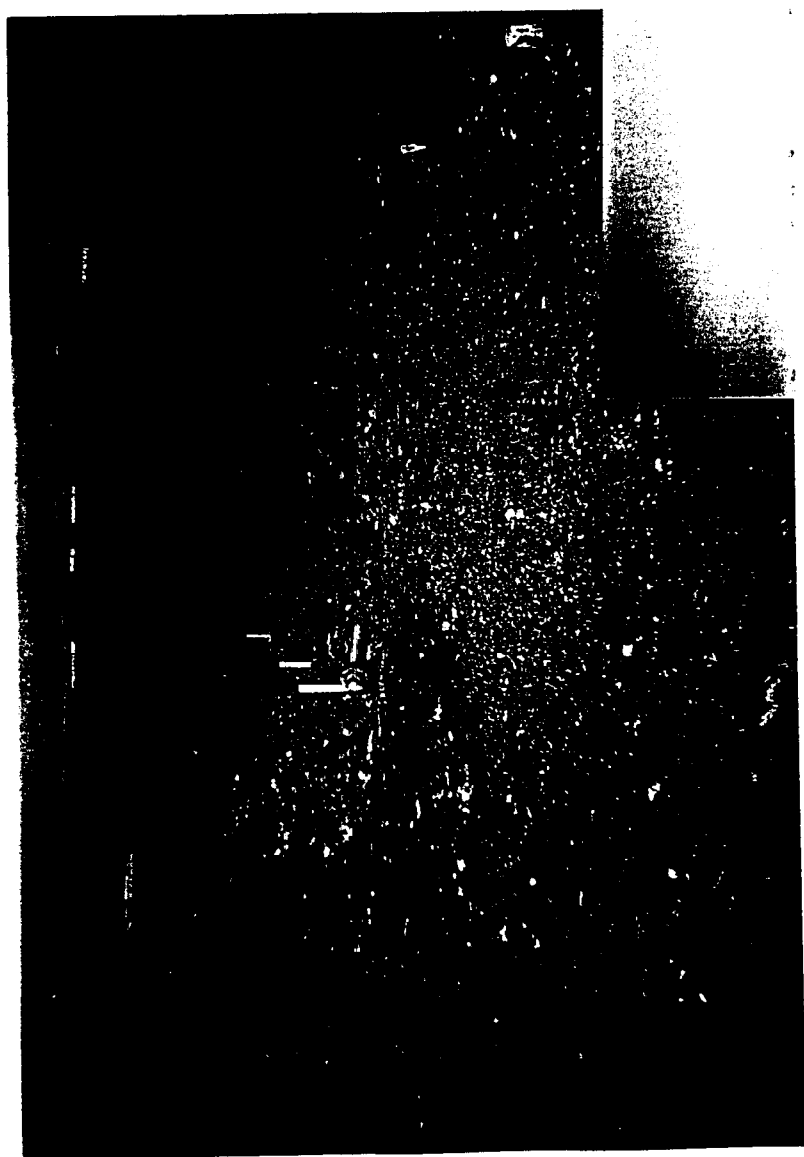
Le regard de Syndiané

Vue d'ensemble du barrage de Tel Kalakh



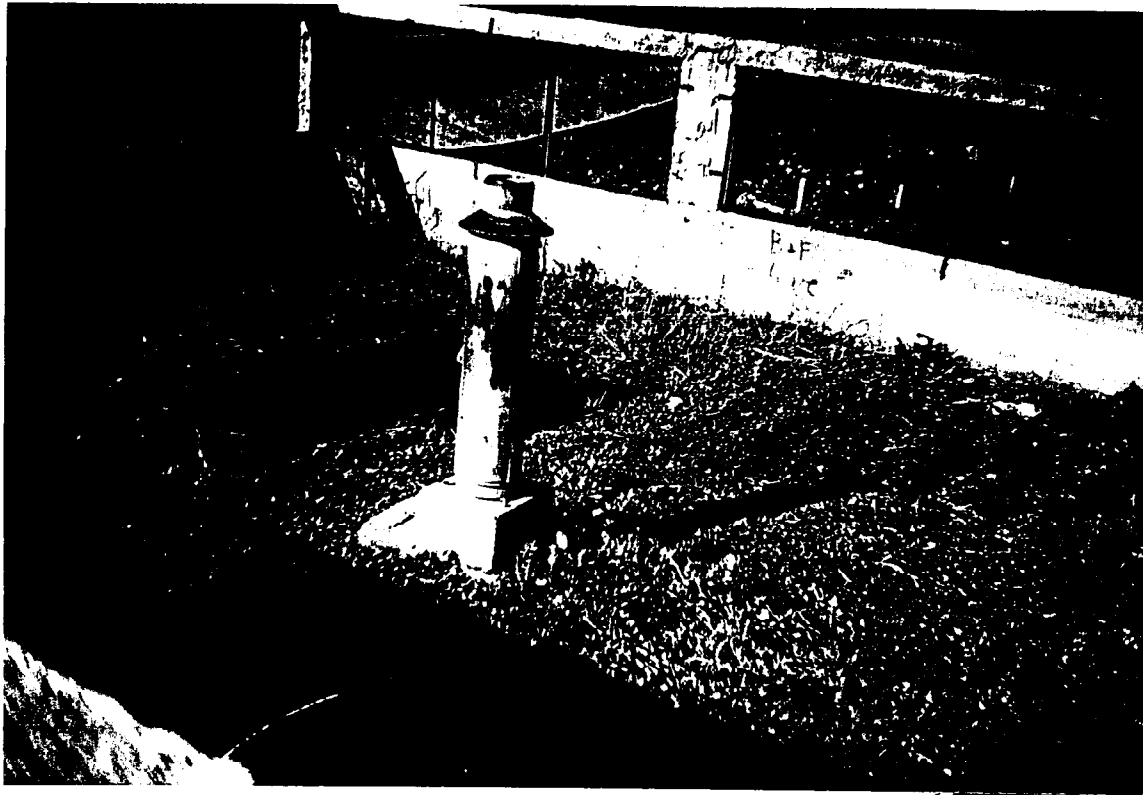
La station météo de Tel Kalakh

Le système d'échelles de Tel Kalakh



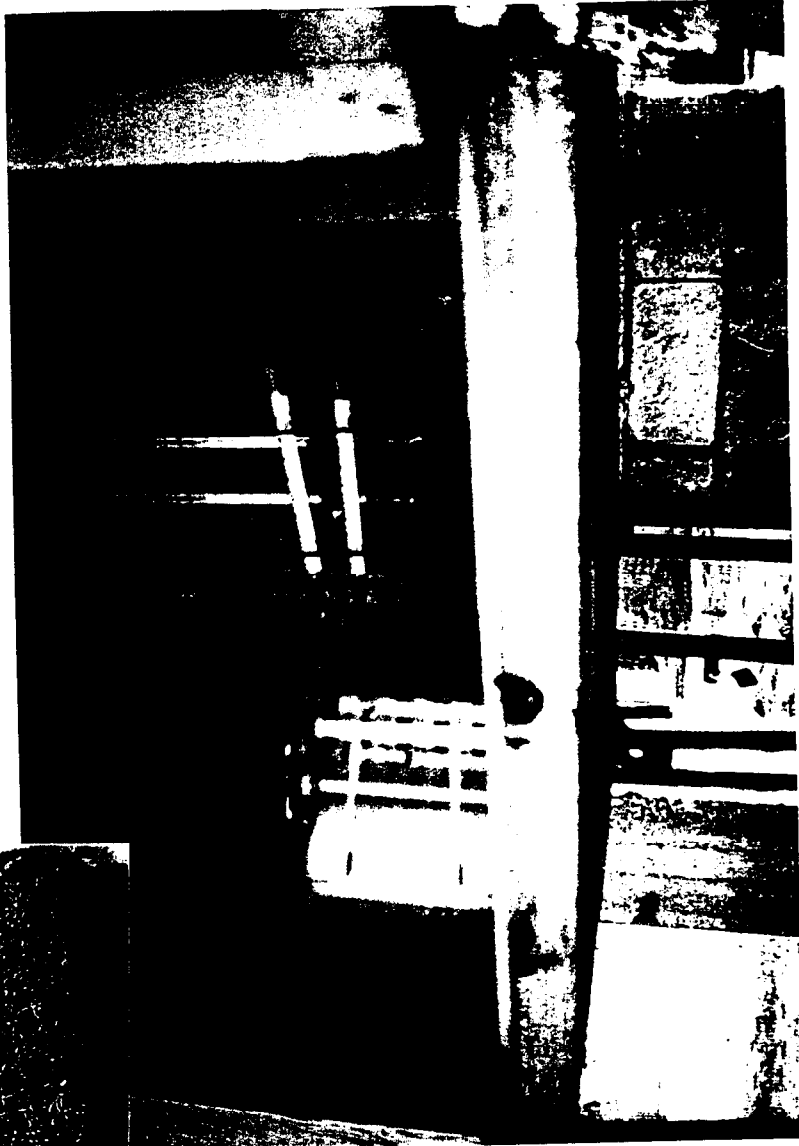
Le seuil déversant de Tel Kalakh

Equipement pluviométrique de Tel Kalakh



Le bac d'évaporation de Tel Kalakh

La guérite météo de Tel Kalakh



Les thermomètres de Tel Kalakh