

ETUDE DU LAC COLLINAIRE DE SADINE 1. MESURES DE L'ENVASEMENT.



Cliché: N.GUIGUEN

Lac Collinaire de Sadine 1.

H.CAMUS
A.SMAOUI
N.GUIGUEN
M.BEN YOUNES

NOVEMBRE 1992

République Tunisienne
Ministère de l'Agriculture
Direction de la conservation
des eaux et du sol.

Institut français de recherche pour le
développement en coopération.
-(ORSTOM)

**ETUDE DU LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.
MESURE DE L'ENVASEMENT.**

(Région de Maktar).

par

H.CAMUS*, A.SMAOUI, N.GUIGUEN***, M.BEN YOUNES***.**

avec la collaboration de l'équipe de Maktar.

* - Directeur de recherche ORSTOM

** - Ingénieur hydrologue CES

*** - Hydrologues ORSTOM.

Novembre 1992

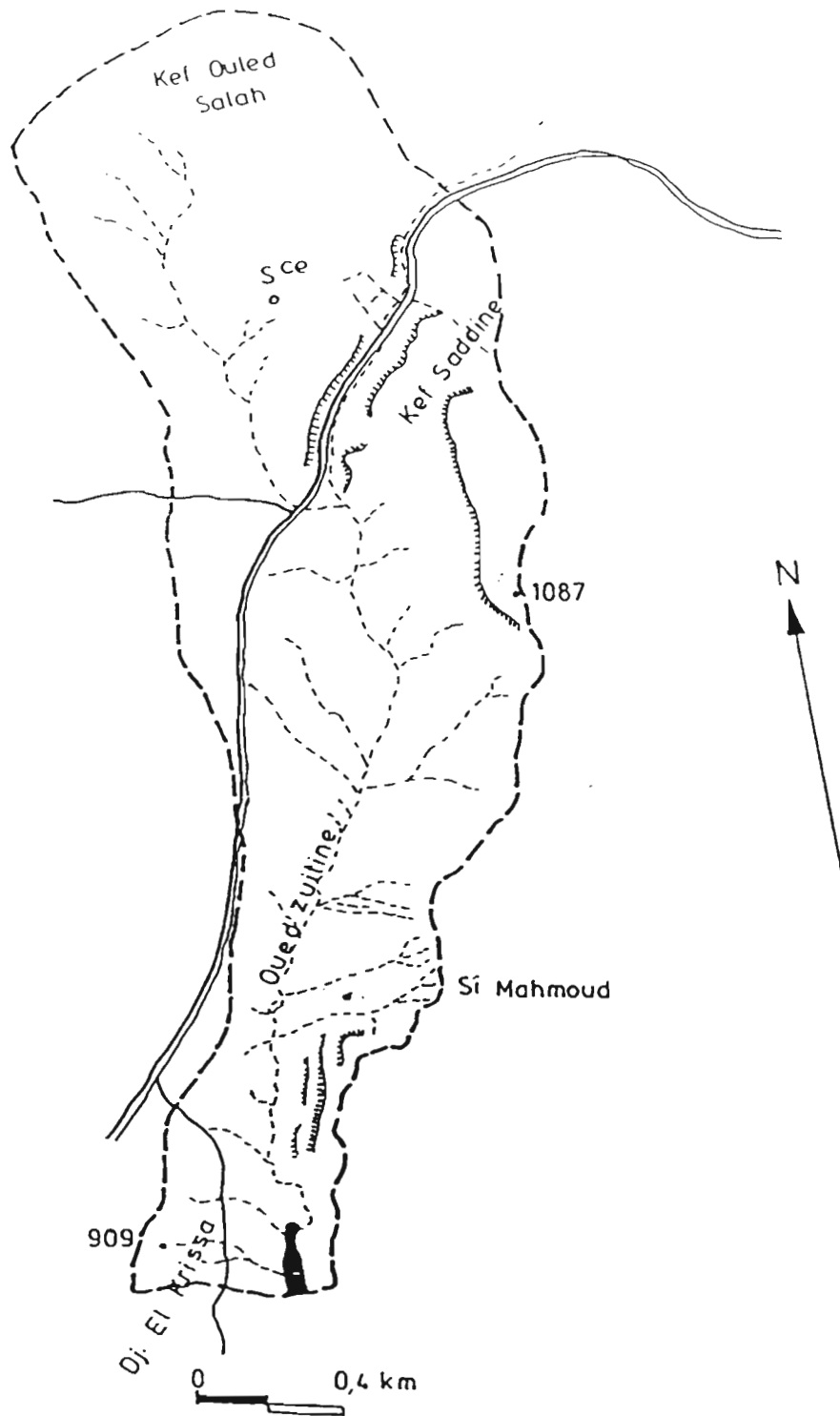
AVANT-PROPOS

Dans le cadre de la convention particulière entre l'ORSTOM et la CES signée en 1990, ces deux organismes sont tombés d'accord pour attacher une importance majeure à l'impact socio-économique des travaux réalisés par la CES dans le cadre du VIIIème Plan. Cette dernière devant construire d'ici à l'an 2000 un millier de lacs collinaires dont les objectifs sont doubles dans la mesure, où il faut en priorité "bloquer" les produits d'érosion pour préserver les grands barrages en aval mais également faire en sorte que l'on puisse prendre une part active au développement rural en apportant aux fellahs un surplus d'eau potentiel pour une agriculture d'appoint.


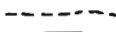




La réalisation de ce programme inclut un volet consacré à l'étude de l'envasement de petites retenues collinaires, afin d'en estimer la quantité et également d'essayer d'apporter une solution pour mieux protéger ces petits ouvrages à partir de l'amont. C'est sur le lac de SADINE 1, que nous avons développé une méthodologie très simple permettant d'obtenir cependant une quantification assez précise des matériaux déjà déposés.

SOMMAIRE	5
1 - LE MILIEU NATUREL.	7
1.1 - LE BASSIN VERSANT DE L'OUED ZOUATINE.	7
<i>1.1.1 - Caractéristiques physiques.</i>	7
1.2 - LE LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.	7
2.- LES TRANSPORTS SOLIDES.	9
2.1 - LA MESURE DES TRANSPORTS SOLIDES.	11
<i>2.1.1 - La méthode employée.</i>	11
3 - LES RESULTATS OBTENUS.	15
3.1 - RESULTATS QUALITATIFS.	15
3.2 - RESULTATS QUANTITATIFS.	15
3.3 - COMMENTAIRES.	16
3 - CONCLUSIONS.	23
5 - BIBLIOGRAPHIE.	25
6 - ANNEXES.	27

Fig-1 - BASSIN VERSANT DE L'OUED ZOOUTINE ET LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.



LEGENDE

-  Limite du bassin versant
-  Ravines sans eau en été
-  Route de moyenne communication
-  Chemin d'exploitation et sentier muletier
-  Falaise
-  Site du lac

1 - LE MILIEU NATUREL.

1.1 - LE BASSIN VERSANT DE L'OUED ZOUATINE.

Le bassin versant du lac collinaire de SADINE 1 (Cf. Fig.1) est situé à une dizaine de kilomètres à l'Ouest de MAKTAR, sur la route qui mène à ROHIA. Il se trouve en zone montagneuse. On accède au lac par une piste en terre de quelques 900 m de long, assez peu praticable en hiver si l'on ne dispose pas de véhicule tout-terrain. Topographiquement parlant, le bassin versant de l'oued ZOUATINE est à cheval sur les feuilles au 1/50000 de EBBA KSOUR, de MAKTAR, d'AIN EL KSEIBA et de ROHIA Djebel BABROU.

1.1.1 - CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

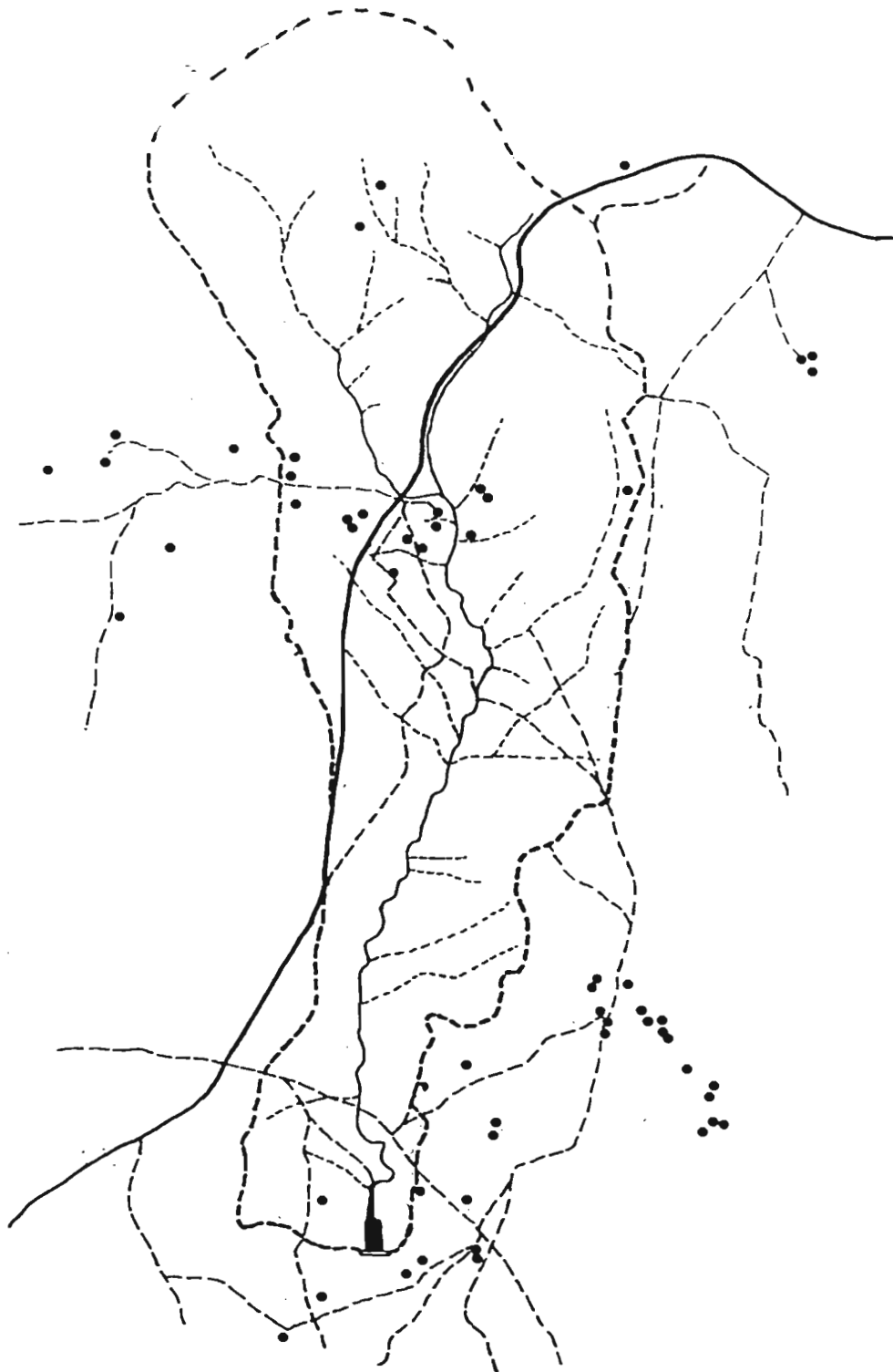
Le tracé des limites du bassin versant dans sa partie nord-ouest est difficile à l'échelle du 1/50000, c'est pourquoi nous nous sommes aidé des photographies aériennes. Nous présentons ci-après ses caractéristiques physiques, qui à l'erreur près sont les suivantes:

- Surface du bassin versant : 280 Ha.
- Périmètre du B.V = 11.2 Km.
- Indice de compacité, $K_c = 1,6$
- Rectangle équivalent : $L = 4,76$ Km, $l = 0,79$ Km.
- Altitude maximale = 1250 m.
- Altitude minimale = 842 m.
- Indice de pente global, $I_{gp} = 85.7$
- Dénivelée spécifique $D_s = 408$ m.
- Densité de drainage $D_d = 2.34$ Km/Km²
- Pente moyenne du cours d'eau : 13%
- Classe de relief (J.Rodier) = R_6 .

1.2 - LE LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.

C'est un lac en terre alimenté par l'oued Zouatine. La retenue a une longueur de l'ordre de 125 mètres entre la digue, large de 83 mètres et le fond du plan d'eau. La hauteur de digue est de 13 mètres, son volume calculé de 33000 m³ et sa largeur au sommet de 4 mètres. Ce lac collinaire possède en rive gauche un évacuateur de crue large de 8 mètres au niveau du déversoir, haut de 1,25 m, de forme légèrement trapézoïdal. La longueur du coursier est d'environ 150 mètres, construit en gabions avec des bords empierrés. La pente du coursier est rompue assez irrégulièrement tous les 6/8 mètres par un ressaut d'un mètre de haut, destiné à casser la vitesse. Cet ouvrage se termine par un seuil en ressaut.

FIG 2 - SITUATION DES DOUARS SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OUED ZOUATINE.



Douar.

2 - LES TRANSPORTS SOLIDES.

Le bassin versant de l'oued Zouatine est assez anthropisé et l'on ne rencontre pas moins d'une trentaine de douars entre l'amont et l'aval du bassin. Les concentrations les plus fortes se trouvant - et cela est logique - soit près des sources (en amont du bassin versant), soit près du point d'eau SONEDE (zone de l'école), soit aux alentours immédiats de l'ouvrage ou légèrement vers l'aval (cf. Fig.2).

Sur la carte de la figure 3, nous avons essayé de représenter les zones les plus soumises à érosion et les zones susceptibles de "fournir" de la matière solide à transporter lors des pluies par les rigoles et plus en aval par l'oued lui-même.

Dans la partie la plus amont du bassin versant, on voit apparaître de grandes surfaces structurales de calcaires en bancs compacts peu fissurés. Entre ces zones calcaires, les surfaces agraires sont très pentues et l'on rencontre plutôt des jachères et des terres de parcours.

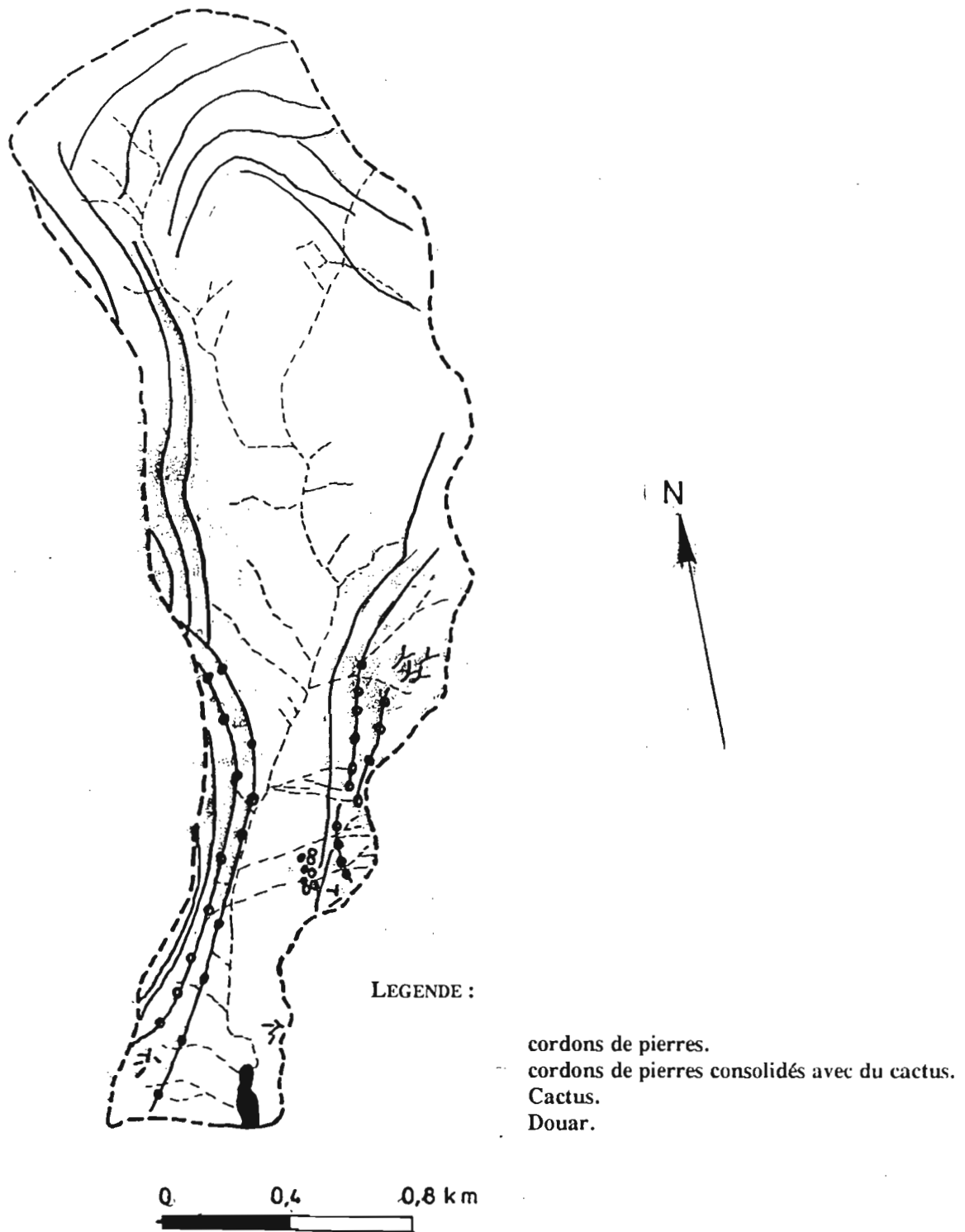
En descendant plus vers l'aval, les versants sont plus largement cultivés avec des moyens mécanisés (céréales tels que blé et orge) lorsque les parcelles sont grandes. C'est à ce niveau d'ailleurs que les risques d'érosion sont les plus importants. En effet les sols sont labourés avec des disques, technique qui a tendance à casser la structure du sol et surtout à privilégier les petites mottes. Si par hasard, les pluies d'automne présentent un tant soit peu d'agressivité ($I_{max} > 50$ ou 60mm/h), on voit immédiatement se creuser des sillons d'érosion, qui commence à entailler les champs. Par la suite le développement de ces "rigoles" devient de plus en plus important et le transport en suspension des particules les plus fines commence.

Autour du lac ou dans sa périphérie, on ne trouve que de petites parcelles inférieures à l'hectare. Les fellahs y ont développé des vergers (poiriers, pommiers, cerisiers et figuiers) et quelques cultures maraîchères familiales, effectuées le plus souvent dans des "casiers" en terre, favorable à la rétention d'eau et de sol. L'ensemble des vergers et maraîchage peut être dans bien des cas irrigué par gravité à partir de l'eau pompée dans la retenue (2 moto-pompes) et distribuée dans les parcelles par un réseau de tuyaux. Cette irrigation n'est en fait qu'une irrigation d'appoint, qui ne peut que valoriser la retenue collinaire.

Comme on peut s'en rendre compte dans le cas précis de SADINE 1, la zone la plus favorable à l'érosion se situe au niveau des grandes surfaces de cultures mécanisées. C'est d'ailleurs à ce niveau là, et sur les versants assez pentus (4 à 10%) que les travaux anti-érosifs doivent être complétés le plus (cf. Fig 3).

Un autre risque d'érosion provient de l'éboulement des berges le long des oueds, lors de fortes crues. Ces matériaux peuvent dans certains cas représenter plus de 60% du transport solide arrivant dans les retenues. Il faut donc dans le cas où les bords des lits d'oueds sont devenus "fragiles" par le passage successifs des engins tractés, prévoir leurs renforcements par des plantations de cactus. (exemple de certaines petites vallées du Cap Bon).

FIG 3 - TRAVAUX DE CES ET ESQUISSE DES SUCEPTIBILITES A L'EROSION.



2.1 - LA MESURE DES TRANSPORTS SOLIDES.

Pour étudier l'envasement d'une retenue, quel que soit, plusieurs techniques s'offrent à l'hydrologue. La première et la plus classique, consiste à étudier les transports solides et en suspension à une station située en "amont" de la retenue et hors effet de celle-ci. Elle permet de connaître d'une manière individualisée l'apport de chaque événement lié averse-crue. La deuxième est plus globale et intervient dans le cas où il n'existe pas de station amont. Il faut alors par une technique simple estimer la masse de "transports solides" déjà déposé dans une retenue.

Dans ce deuxième cas, il est fait appel à un échosondeur qui peut mesurer, voire enregistrer, la profondeur grâce à la réflexion d'ondes acoustiques (indispensable pour les grandes retenues souvent profondes de plusieurs dizaines de mètres, tels les barrages de Nebeur sur l'oued Méllègue ou de Sidi Salem sur l'oued Medjerdah) ou à une sonde manuelle lorsque les retenues sont petites et peu profondes en basses eaux (moins de 5 mètres) comme c'est le cas à SADINE 1.

2.1.1 - LA METHODE EMPLOYEE.

Estimer l'envasement d'un lac collinaire nécessite avant toute chose de connaître de façon précise la topographie de la cuvette elle-même et accessoirement des zones de débordements. En effet les travaux de construction de l'ouvrage modifient totalement la topographie initiale. C'est la raison qui rend indispensable, une fois les travaux de terrassement de la cuvette terminés, le levé topographique du site pour dresser ce que l'on a coutume d'appeler un "plan de recollement".

Sans plan de recollement, il faudra procéder au levé de la topographie de la cuvette et surtout à l'estimation du fond de celle-ci, qu'il y ait ou non, présence de dépôts. Toutes ces opérations permettant - in fine - de dresser un plan topographique "complet", incluant "dépôts" et "fond naturel". Cette opération doit se faire, bien évidemment, à l'époque où le niveau de l'eau dans la retenue est le plus bas (juillet ou août, en général).

Sur une retenue, comme celle de SADINE 1, il a été nécessaire d'effectuer une dizaine de profils en travers et un profil en long pour pouvoir tracer une carte des courbes isobathes (égale profondeur). Ces profils ont été numérotés T1/T'1 à T10/T'10 (cf.fig.4).

Ces transversales ont été matérialisées sur les rives par des piquets en fer, dont l'intervalle entre eux est de 10 mètres pour les 8 premiers (T1 à T8) et de 20 mètres pour les 2 derniers (T9 et T10) (cf.fig.4).

Pour réaliser les transversales, nous avons utilisé une embarcation gonflable ZODIAC et une mire topographique de 4 mètres pour mesurer les profondeurs (cf. planche photographique). L'utilisation d'une mire permet de lire directement la profondeur. La première mesure correspondait à la distance entre le plan d'eau et la surface de la vase (tranche d'eau). L'opérateur ensuite enfonçait à refus la mire et la deuxième mesure ainsi effectuée donnait la hauteur totale entre le fond de la cuvette et le plan d'eau. Il est alors facile, par différence, d'obtenir l'épaisseur de sédiments déposés en un point. Une corde tendue entre les piquets des deux rives permet d'effectuer des mesures dans de bonnes conditions de stabilité du bateau et d'assurer ainsi un maximum de précision. Les mesures ponctuelles sur chaque transversale étant effectuées systématiquement à 1 mètre du bord, puis tous les 2 mètres jusqu'à 4 mètres, et enfin tous les 4 mètres. Ce protocole permettant d'avoir

en moyenne une douzaine de points par transversale.

Le dépouillement systématique de ces 146 points de mesures nous a permis de tracer les isobathes de la retenue. Comme nous avons effectué également sur les rives du lac et sur les berges de l'oued le nivellement de points à différentes cotes ($H = 5, 6$ et 7 m) et même une série de points correspondant à la cote maximale atteinte lors de la crue du 20 mai 1992 (grâce aux délaissées de crue encore très visibles), nous avons pu compléter utilement le tracé du plan d'eau.

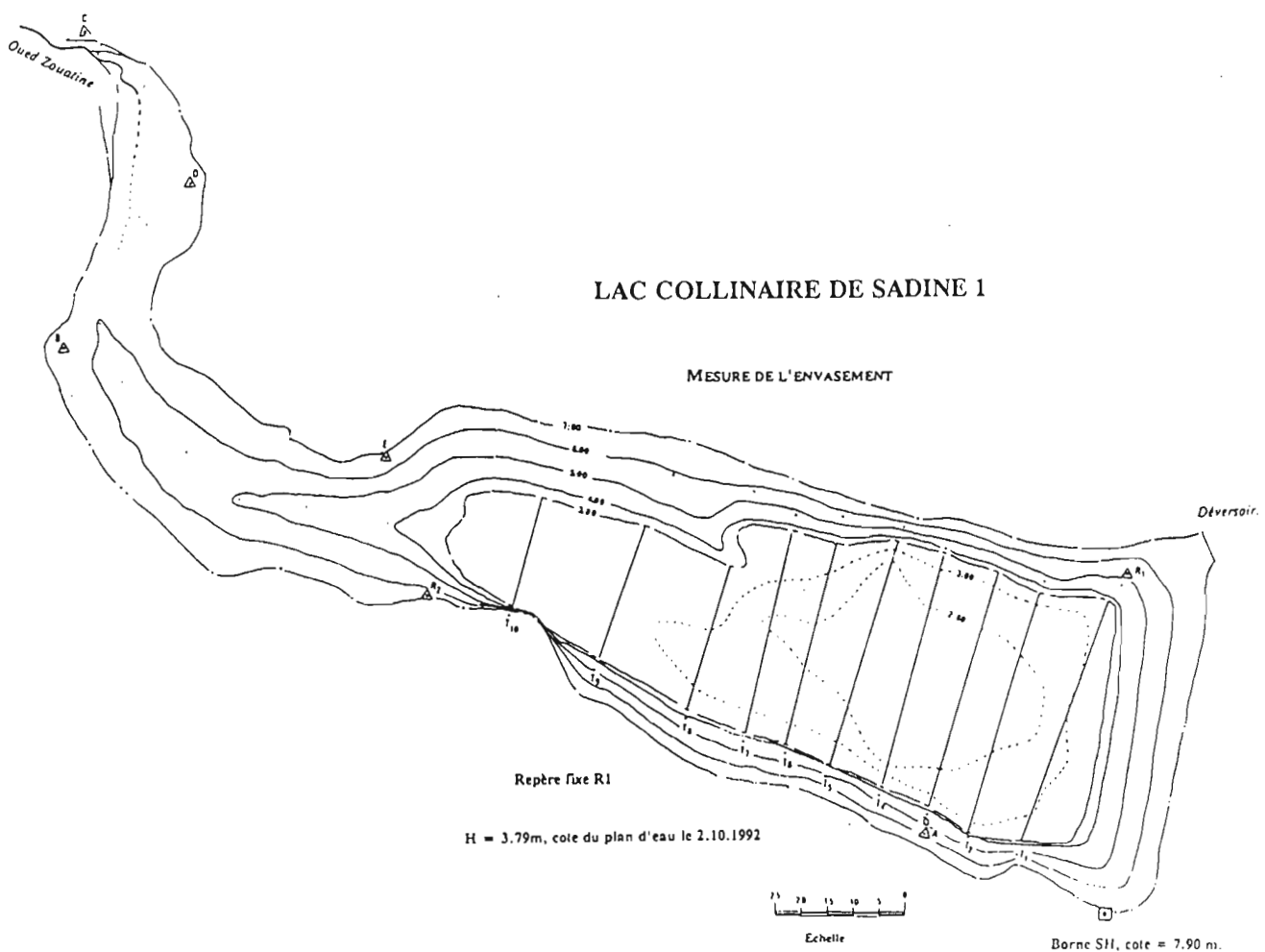


FIG 4 - ETUDE DE L'ENVASEMENT.

Descente de l'embarcation vers
le lac Collinaire de Sadine 1,
avec l'aide de la population locale



Photo : H. CAMUS



Préparation des mesures de fond
avec une mire topographique.

Photo : H. CAMUS

L'équipe en plein travail.
L'observateur stabilise le bateau, pendant
que l'hydrologue effectue ses mesures
(02-10-1992)



Photo : H. CAMUS

FIG 5 - COURBES ISOBATHES DU LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.



3 - LES RESULTATS OBTENUS

3.1 - RESULTATS QUALITATIFS

En premier lieu, comme nous l'avons signalé antérieurement, le travail de topographie a permis de tracer une carte des isobathes de la retenue (cf.fig.5).

L'analyse de cette carte et la représentation en plan des différentes sections permet de bien visualiser la part de l'eau disponible et l'épaisseur des dépôts solides.

A partir de là, connaissant la courbe de remplissage de la retenue, il est facile d'évaluer le volume des dépôts. Il est évident que la technique employée devient impossible pour tous lacs collinaires dont la profondeur de l'eau en période sèche dépasse 2 mètres. Il faudra avoir recours à l'échosondeur tel que cela est pratiqué pour les grands barrages (cf. CLAUDE et CHARTIER, 1977).

Nous avons représenté sur les figures 6 à 8 les différents profils en travers réalisés sur le lac collinaire de Sadine 1. L'examen de ces profils permet de voir premièrement, que les dépôts solides constituent un niveau assez uniforme sur l'ensemble du lac. En deuxième lieu, on distingue pas trace ni de l'ancien lit, ni du "cône" qu'aurait dû créer la vidanger de fond. Ceci montre bien qu'il est illusoire de vouloir "dévaser", même partiellement un lac collinaire comme Sadine 1 à partir d'une vanne d'un diamètre aussi faible. Même un diamètre plus gros (de l'ordre de 40 ou 50 centimètres) ne serait pas plus significatif. Si l'on veut **éviter l'envasement d'un ouvrage**, c'est d'abord en **développant judicieusement les travaux anti-érosifs sur l'impluvium amont** qu'il faut le faire. La vanne de vidange devant servir à vider la retenue lorsqu'il est nécessaire d'effectuer des réparations ou des modifications de l'ouvrage.

3.2 - LES RESULTATS QUANTITATIFS

Compte tenu de la courbe de remplissage de la retenue collinaire de Sadine 1 et des résultats obtenus lors de cette campagne de mesures de l'envasement, on peut dire que :

- **Le volume de dépôts solides est de l'ordre de 4500 m³**, ce qui représente approximativement **le septième du volume de la retenue**. Le lac collinaire ayant été mis en service en 1988, le volume moyen annuel déposé (période 1988-1992) serait d'environ 1100 m³/an.

- Si l'on prend pour ces dépôts une valeur de la densité moyenne égale à 1.5 (observations effectuées sur l'oued Ez-Zioud dans le djebel Semmama en Tunisie centrale (CAMUS et Al, 1988, 1989, 1990 et 1992), ce volume correspondrait à **1650 T/an**, soit une **valeur spécifique de 5.9 T/ha/an**. Cette valeur moyenne sur 4 années est dans le même ordre de grandeur que celle du Méllègue - 7.0 T/ha/an mais très nettement inférieure aux valeurs données pour des barrages comme celui du Nebaana (23 T/ha/an) ou du Masri (60 T/ha/an (CLAUDE, 1977). La **valeur maximale de référence** pour un petit bassin versant étant celle observée sur l'oued Zita lors de la crue du 12 décembre 1973 avec **190.6 T/ha**. La **valeur moyenne annuelle étant de 21.6 T/ha/an sur 7 ans** (CAMUS, 1983).

3.3 - COMMENTAIRES.

Ces résultats appellent quelques commentaires. Tout d'abord il s'agit de volumes globaux représentant la quantification de l'apport solide à une retenue collinaire pendant 4 années.

A quoi sont dûs ces transports solides ? On sait qu'en Tunisie semi-aride comme dans beaucoup d'autres régions l'érosion est fortement liée à l'agressivité des pluies. C'est cette agressivité qui décape la surfaces des sols et c'est le ruissellement généré par l'averse qui assure le transfert d'abord des matières fines en suspension, puis des matériaux plus grossiers au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'aval d'un versant ou d'un oued. Dans l'état actuel de nos connaissances sur Sadine 1, on ne peut que faire des "observations globales", mais il sera peut-être possible par la suite de quantifier à une échelle plus fine les transports en suspension dans l'oued Zouatine.

De nombreuses observations effectuées dans le Centre et le Sud tunisien montre que **le transport solide global sur une période peut être le fait d'un ou plusieurs événements exceptionnels** qui peuvent aller jusqu'à **représenter plus de 80%** du transport solide global observé.

Nous pensons que la pluie et la crue du 20 mai 1992, pour exceptionnelles qu'elles aient été n'ont pas dûs apporté beaucoup. En effet cette pluie tombe sur un sol qui n'est pas nu ou labouré comme cela aurait été le cas en juin ou septembre. Donc l'érosion est faible. **Le volume de la crue est important**, certes, mais celle-ci **arrive sur un lac "plein"** et l'on peut supposer qu'elle **ne fait que transiter et est évacuée par le déversoir**. Seule une faible partie du transport solide reste dans la retenue. Ceci nous permet de dire que **les résultats acquis sont significatifs pour une retenue collinaire**.

Dans les pages qui suivent, nous avons représenté (Cf.fig. 6 à 8) les dix profils transversaux du lac collinaire de Sadine 1. *(Les données correspondantes à ces points de nivellement et de mesure sont annexées au présent rapport).*

La figure 9 donne une bonne représentation du lac collinaire puisque nous avons fait figurer la surface d'envasement et sa forme dans la retenue, le niveau du plan d'eau le 2 octobre 1992, jour des relevés et le niveau maximale de la retenue pleine à la limite du déversement (cote H = 7.0 mètres par rapport à la borne S.H).

Enfin pour compléter cette "panoplie" la figure 10 intègre la retenue collinaire et l'oued Zouatine dans sa partie immédiatement amont de la retenue, donnant ainsi un bon aperçu de l'ensemble.

FIG-6- PROFILS EN TRAVERS DU LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.

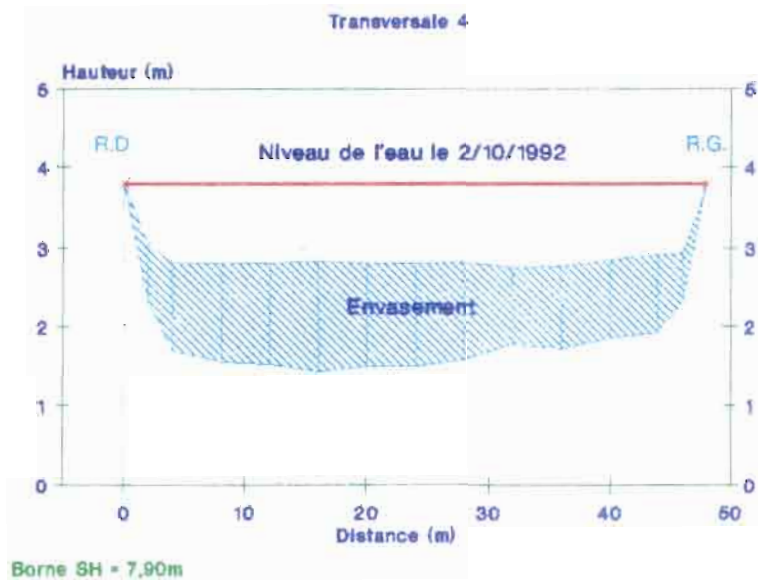
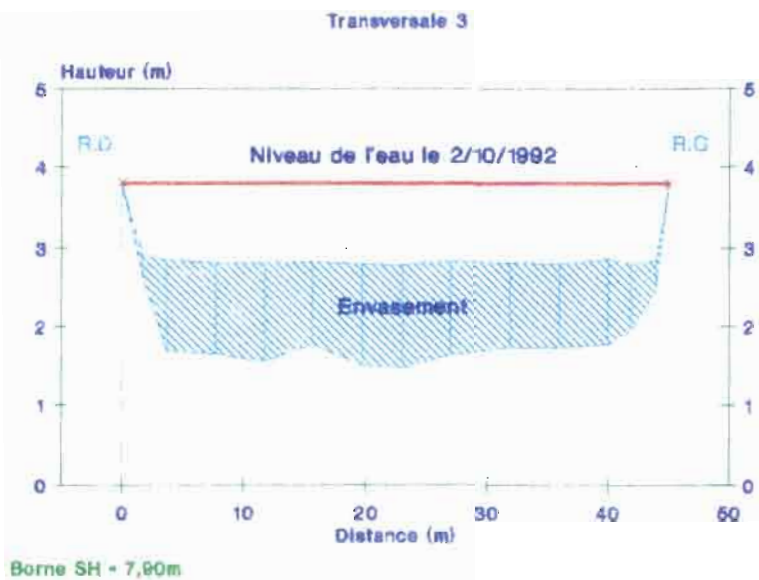
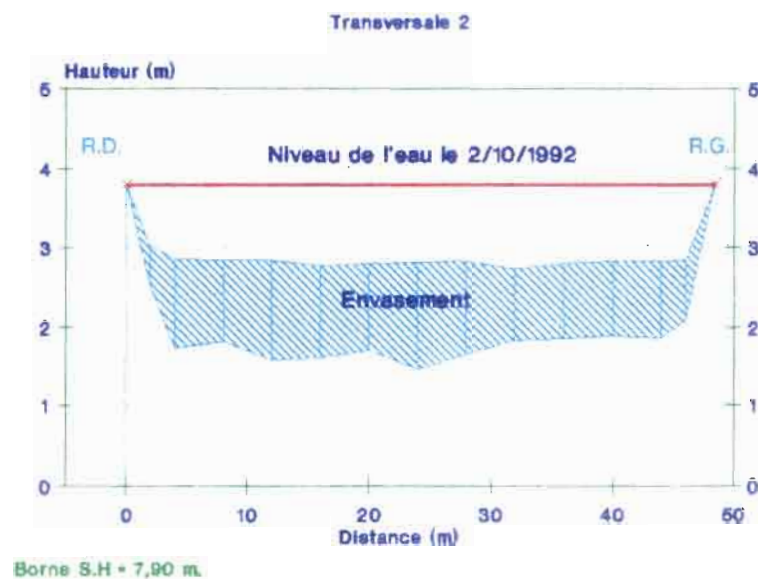
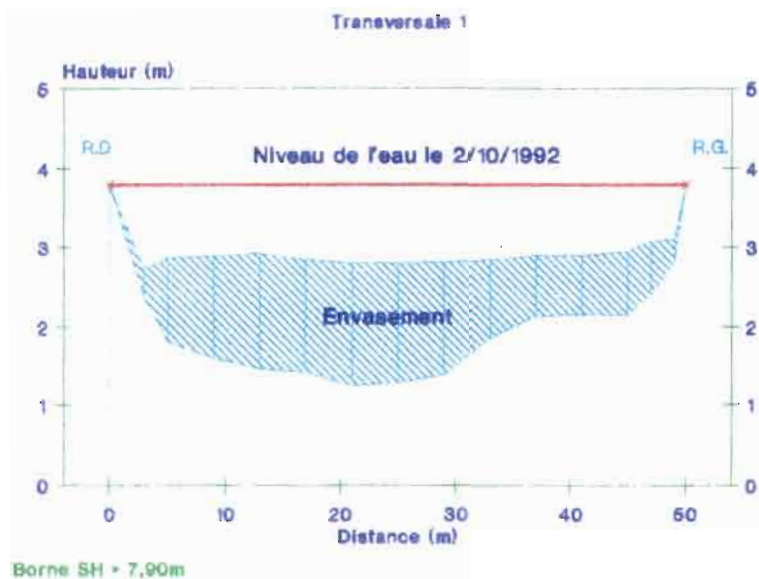


FIG-7 - PROFILS EN TRAVERSERS DU LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.

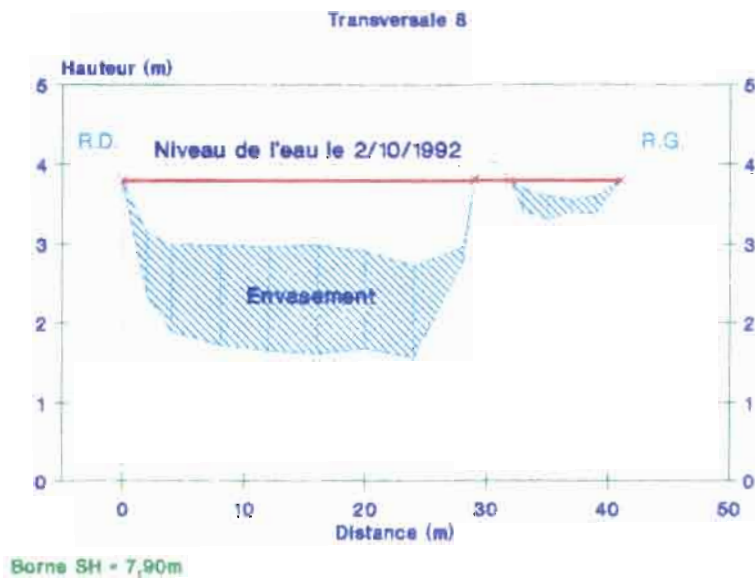
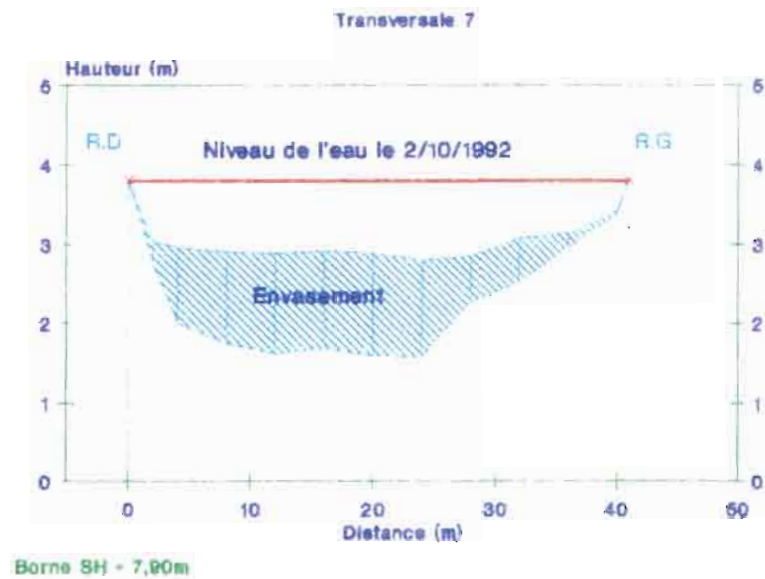
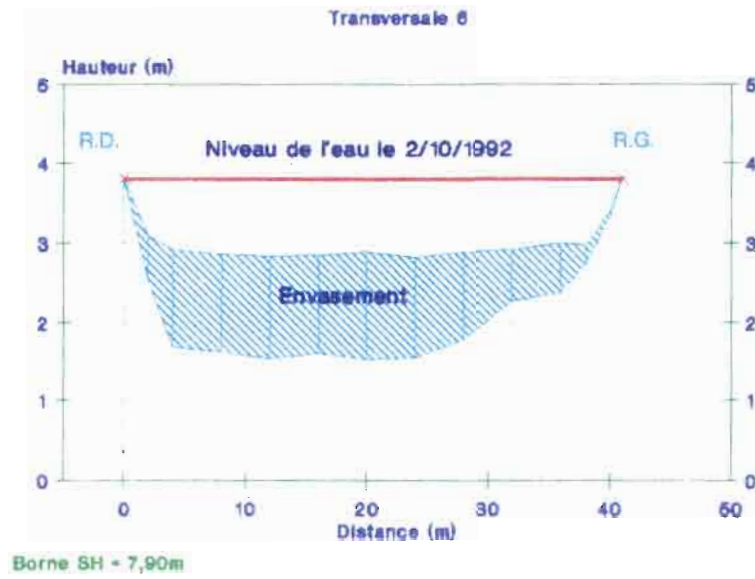
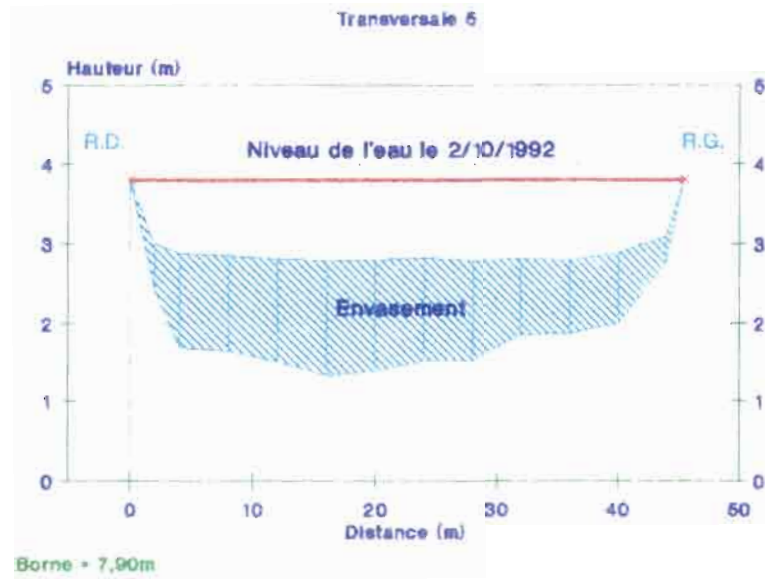


FIG-8- PROFILS EN TRAVERS DU LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.

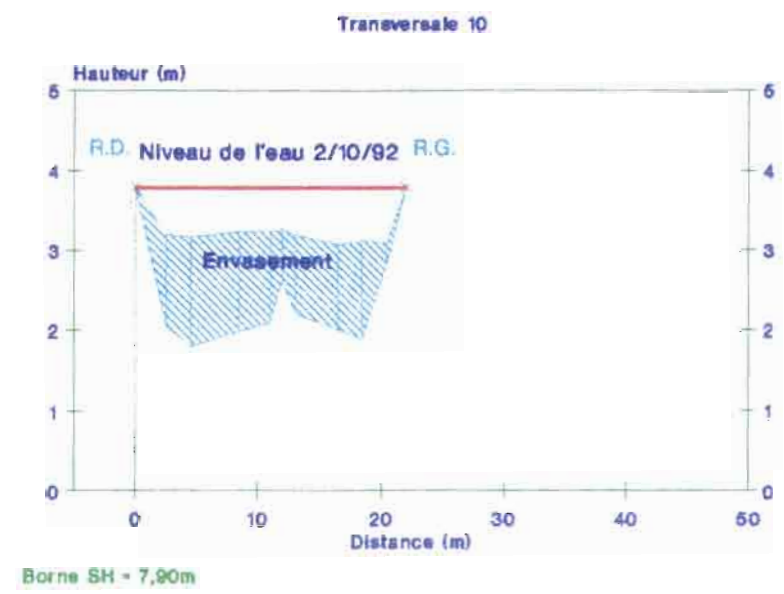
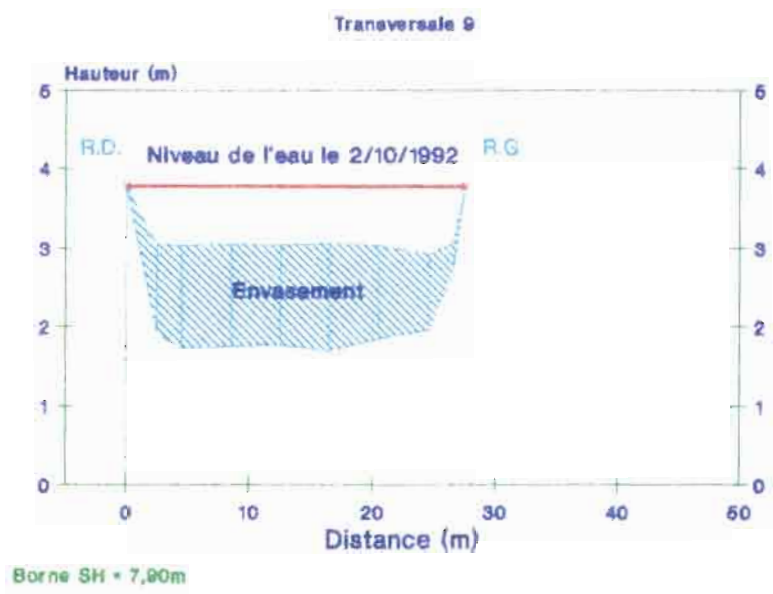


FIG-9- PROFILS EN TRAVERS DU LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.

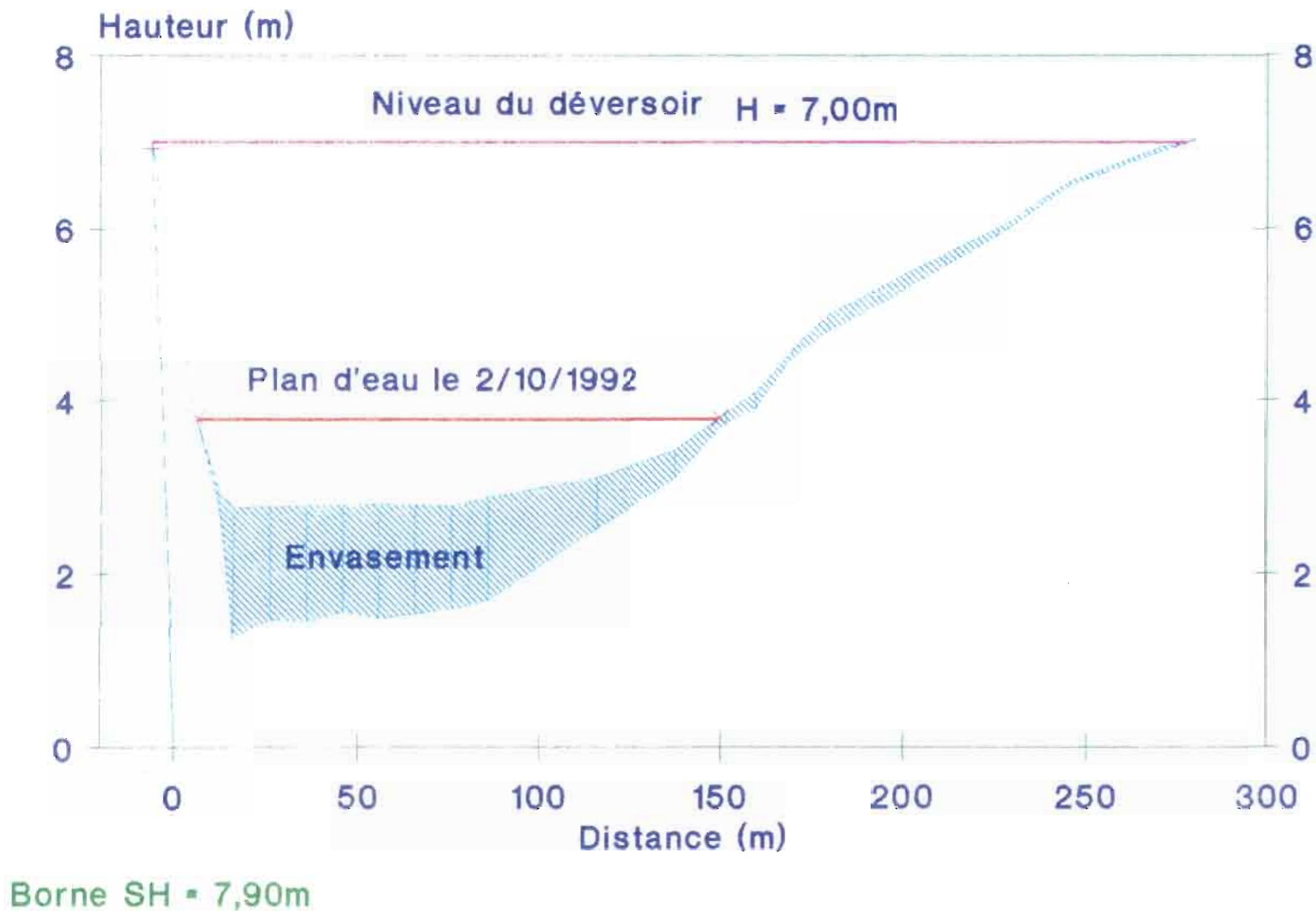
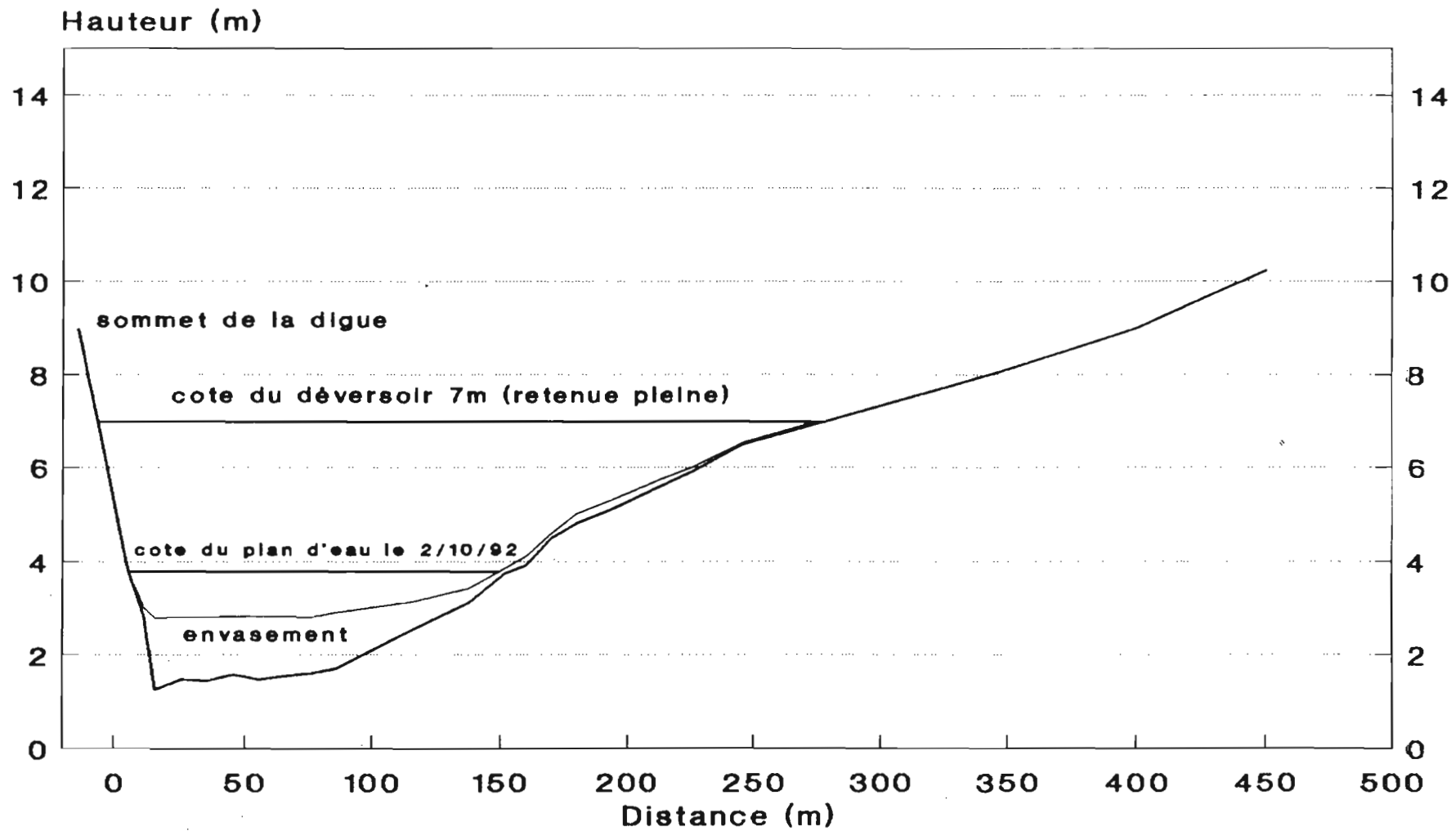


FIG-10- PROFIL LONGITUDINAL DU LAC DE SADINE 1
ET PROFIL EN LONG DE L'OUED ZOUATINE



Borne SH = 7,90m

3 - CONCLUSIONS

De cette première étude de l'envasement d'un lac collinaire, on peut dire que :

- la valeur globale moyenne annuelle estimée des matériaux transportés est cohérente en regard des autres études déjà réalisées sur des surfaces équivalentes ou plus grandes.

- Cette estimation, même faite après un semestre d'observations, permet de voir qu'en **4 années le volume de la retenue a été diminué du septième de sa valeur initiale**. Si l'on fait, en l'état actuel de nos connaissances, une projection sur l'avenir quant à la longévité de la retenue, on peut estimer la durée de vie d'un tel ouvrage à une trentaine d'années.

- Sur un tel bassin versant **la lutte contre l'érosion par le développement de travaux spécifiques doit être affinée**. En effet, il semble que les travaux déjà réalisés ne soient pas suffisants et qu'il faille envisager de les "compléter" dans les espaces encore "libres".

- Enfin, il faut conforter les constructeurs de tels ouvrages, afin qu'ils soignent particulièrement le déversoir et le canal évacuateur de crues qui s'avèrent tout aussi important pour la longévité de l'ouvrage.

4 - BIBLIOGRAPHIE

- CLAUDE (J), CHARTIER (R) - 1976** - "Mesures de l'envasement dans les retenues de six barrages en Tunisie. Campagne 1975". DRE / ORSTOM, multig., 43p.. Ressources en Eau de Tunisie n°3, pp.37-51. ORSTOM, Cah.Hydro. 14 (1) 3-35. AIHS n° 122, pp.219-222, Paris.
- CLAUDE (J), GHORBEL (A) - 1977** - "Mesures de l'envasement dans 7 barrages de Tunisie. Estimation des transports solides. DRE/ORSTOM, multig., 17p., Tunis.
- CAMUS (H), BOURGES (J) - 1983** - "Ruissellement et erosion sur un bassin versant du Sud Tunisien - Oued Zita". ORSTOM/DGRE, multig., 196p., Paris.
- GUIGUEN (N), PEPIN (Y) - 1988** - "Exploitation de six stations hydrométriques sur les bassins du Konkouré et de la FATALA en Guinée. EDF INTERNATIONAL / ORSTOM, multig., 59p., Bamako (MALI).
- CAMUS (H), DUMAS (R), BEN YOUNES (M) - 1986** - "Ruissellement et Erosion en Tunisie centrale." ORSTOM/DGRE, multig., 98p., Tunis.
- GUIGUEN (N) - 1992** - Rapport de mission en Tunisie (7-11 février 1992). ORSTOM/CES, multig., 9p., Tunis.
- CAMUS (H), SMAOUI (A), GUIGUEN (N), BEN YOUNES (M) - 1992** - " Etude du lac collinaire de SADINE 1. Installations et premiers résultats.", CES/ORSTOM, multig., 44p, Tunis.

A N N E X E S

ANNEXE 1.1 - COURBE DE REMPLISSAGE DE LA RETENUE DE SADINE 1.

ANNEXE 1.2 - LEVES DES PLANS D'EAU ET PROFILS EN TRAVERS.

ANNEXE 1.3 - NIVELLEMENT DE LA COTE DEVERSANTE.

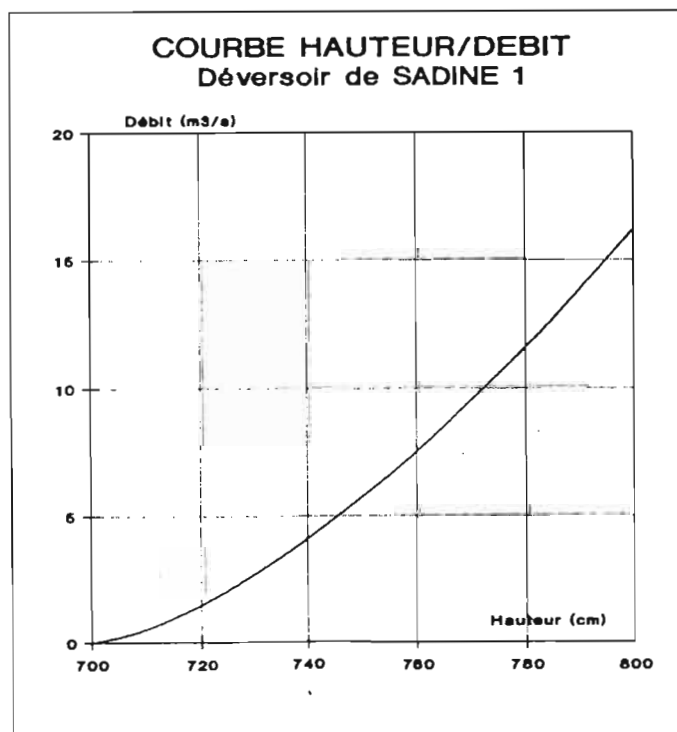
ANNEXE 1.1 - COURBE DE REMPLISSAGE DE LA RETENUE DE SADINE 1.

Cote cm	Surf. m ²	D _h	Volume m ³
120	0.0	0.1	0.0
130	22.8	0.1	5.0
140	158.0	0.1	23.0
150	542.8	0.1	58.0
160	1086.4	0.1	139.5
170	1741.6	0.1	281.0
180	2516.8	0.1	494.0
190	2972.4	0.1	768.5
200	3275.6	0.5	1080.9
250	3874.0	0.5	2868.3
300	4193.2	0.5	4885.0
350	4474.3	0.3	7052.0
380	4726.4	0.2	8432.0
400	5285.0	1.0	9433.0
500	6636.4	1.0	15394.0
600	8625.0	1.0	23025.0
700	11775.0	1.0	33224.0
800	15275.0	1.0	46750.0

Le calcul des volumes entre deux cotes est effectué de la manière suivante :

$$V \text{ m}^3 = 0,5 * (S_n + S_{n-1}) * D_h$$

expression dans laquelle D_h est la différence de hauteur entre 2 cotes successives et S_n la surface de la retenue pour une cote donnée.



ANNEXE 1.2

LEVES DES PLANS D'EAU, REPERES ET PROFILS EN TRAVERS
DANS LE LAC DE SADINE 1. (1.10.1992)

La cote de la borne S.H est 7.90 m.

POINTS	H	M	B	A °	D.	DIF.	ALT.SH
St1 - Borne SH	711	621	531	0,0	18,0	0,000	7,90
St1 - PHE (20.05.92)	705	663	620		8,5	-0,042	7,86
St1 - R1	2869	2535	2200	93,0	66,9	-1,914	5,99
St1 - DRGH	1630	1264	896	106,3	73,4	-0,643	7,26
St1 - DRGB	1982	1615	1248	105,7	73,4	-0,994	6,91
ST1 - DRDH	1683	1356	1028	108,0	65,5	-0,735	7,17
ST1 - DRDB	2035	1709	1382	108,1	65,3	-1,088	6,81
St1 - A	2845	2643	2440	17,3	40,5	-2,022	5,88
St1 - R2	2748	2003	1262	19,3	148,6	-1,382	6,52
ST2 - R2	1791	1441	1030	0,0	76,1	0,000	6,52
ST2 - B	1003	195	-613	4,5	161,6	1,246	7,76
ST2 - E	1626	1139	650	13,1	97,6	0,302	6,82
ST2 - R1	2352	1952	1552	135,2	80,0	-0,511	6,01
ST2 - A	2217	2056	1898	190,8	31,9	-0,615	5,90
ST2 - CBMP	3686	3383	3078	188,9	60,8	-1,942	4,58
ST3 - R2	1897	1572	1247	0,0	65,0	0,000	6,52
ST3 - B	476	337	198	254,8	27,8	1,235	7,75
ST3 - C	985			274,1	98,5		
ST3 - D	494	196	-102	293,8	59,6	1,376	7,89
ST3 - E	1559	1294	1029	372,8	53,0	0,278	6,80

ANNEXE 1.2 (suite)

LEVES DES PLANS D'EAU, REPERES ET PROFILS EN TRAVERS
DANS LE LAC DE SADINE 1 (1.10.1992)

La cote de la borne S.H est 7.90 m.

NIVELLEMENT DE LA COTE DEVERSANTE DU 20 MAI 1992

Points	H	M	B	A °	H	Dif.	Alt.SH
ST4 - R1	2552	2082	1602	0,0	95,0	0,000	5,99
1 1560	1056	550	397,5	101,0	1,026	7,01	
2 1510	1070	630	394,5	88,0	1,012	7,00	
3 1445	1055	665	388,6	78,0	1,027	7,01	
4 1413	1056	704	380,9	70,9	1,026	7,01	
5 1402	1077	751	376,1	65,1	1,005	6,99	
6 1353	1053	753	366,4	60,0	1,029	7,02	
7 1344	1061	778	350,8	56,6	1,021	7,01	
8 1360	1077	793	339,3	56,7	1,005	6,99	
9 1349	1056	762	327,3	58,7	1,026	7,01	
10	1363	1057	750	311,5	61,3	1,025	7,01
11	1405	1071	738	298,2	66,7	1,011	7,00
12	1441	1065	687	289,4	75,4	1,017	7,00
13	1466	1072	677	273,6	78,9	1,010	7,00
ST4 - E	1648	1261	873	373,1	77,5	0,821	6,81
15	1495	1080	662	267,9	83,3	1,002	6,99
16	1542	1066	590	266,9	95,2	1,016	7,00
17	1688	1066	444	265,5	124,4	1,016	7,00
18	1804	1079	354	265,5	145,0	1,003	6,99
19	1770	1057	344	261,7	142,6	1,025	7,01
ST4 - B	1022	320	-382	260,3	140,4	1,762	7,75
21	1772	1072	473	257,9	129,9	1,010	7,00
ST4 - R2	1806	1536	1262	257,7	54,4	0,546	6,53
23	1292	1058	823	259,3	46,9	1,024	7,01
24	1242	1067	891	269,6	35,1	1,015	7,00
25	1171	1072	972	254,4	19,9	1,010	7,00
26	1137	1078	1020	65,0	11,7	1,004	6,99
27	1187	1062	937	46,6	25,0	1,020	7,01
28	1275	1064	851	47,8	42,4	1,018	7,00
29	1403	1072	742	49,2	66,1	1,010	7,00
30	1426	1067	708	44,8	71,8	1,015	7,00
31	1502	1076	650	46,3	85,2	1,006	6,99
32	1532	1066	600	46,2	93,2	1,016	7,00
33	1537	1056	575	45,0	96,2	1,026	7,01
34	1561	1070	570	40,8	99,1	1,012	7,00
35	1546	1052	560	30,2	98,6	1,030	7,02
36	1589	1086	583	21,1	100,6	0,996	6,98
37	1608	1062	516	5,0	109,2	1,020	7,01
DØversoir RG	1628	1070	514	0,6	111,4	1,012	7,00
ST4 - R1	2552	2082	1602	0,0	95,0	0,000	5,99
ST6 - E	1582	1322	1062	0,0	52,0	0,000	6,80
38	1292	1118	944	389,3	34,8	0,204	7,00

NIVELLEMENT DE LA COTE DEVERSANTE DU 20 MAI 1992 (Suite)

Points	H	M	B	A °	D	Dif.	Alt.SH
39	1269	1131	992	325,4	27,7	0,191	6,99
40	1268	1105	941	318,8	32,7	0,217	7,01
ST6 - D	530	229	-72	320,9	60,2	1,093	7,89
41	1480	1110	743	317,1	73,7	0,212	7,01
42	1528	1120	710	310,5	81,8	0,202	7,00
43	1530	1103	672	304,2	85,8	0,219	7,02
ST6 - C	1018	574	130	301,8	88,8	0,748	7,54
44	1479	1106	733	303,3	74,6	0,216	7,01
45	1435	1113	791	304,3	64,4	0,209	7,01
46	1354	1119	883	301,2	47,1	0,203	7,00
47	1306	1115	927	292,0	37,9	0,207	7,00
ST6 - B	509	365	220	281,8	28,9	0,957	7,75
48	1246	1137	1028	271,2	21,8	0,185	6,98
49	1158	1108	1059	268,4	9,9	0,214	7,01
50	1244	1120	997	55,3	24,7	0,202	7,00
51	1296	1120	943	37,2	35,3	0,202	7,00
52	1384	1131	879	35,9	50,5	0,191	6,99
53	1429	1113	799	29,4	63,0	0,209	7,01
ST6 - R2	1918	1598	1278	27,9	64,0	-0,276	6,52

ANNEXE 1.2 (suite)
**LEVES DES PLANS D'EAU, REPERES ET PROFILS EN TRAVERS
DANS LE LAC DE SADINE 1. (1.10.1992)**

La cote de la borne S.H est 7.90 m.

PROFIL EN LONG EN AMONT DE LA RETENUE.

Points	Haut	Milieu	Bas	Angle	Dist.	Diff.	Alt.SH
ST6 - 54	4235	3970	3705	15,0	53,0	-2,648	4,15
55	3691	3507	3322	13,8	36,9	-2,185	4,61
56	3277	3158	3040	14,3	23,7	-1,836	4,96
57	2938	2865	2792	377,2	14,6	-1,543	5,25
58	2518	2417	2317	309,6	20,1	-1,095	5,70
59	2270	2112	1955	304,0	31,5	-0,790	6,01
60	1827	1567	1307	311,5	52,0	-0,245	6,55
61	1553	1166	778	310,3	77,5	0,156	6,95
62	1480	1061	641	303,5	83,9	0,261	7,06

NIVELLEMENT PLAN D'EAU DU 1.10.1992

Points	H	M	B	A °	D.	Dif.	Alt.SH
ST5 - R1	1462	988	517	0,0	94,5	0,000	5,99
63	3627	3183	2742	2,8	88,5	-2,195	3,79
64	3575	3190	2807	396,6	76,8	-2,202	3,78
65	3480	3172	2867	380,2	61,3	-2,184	3,80
66	3394	3144	2895	368,5	49,9	-2,156	3,83
67	3369	3132	2896	352,7	47,3	-2,144	3,84
68	3327	3094	2862	340,2	46,5	-2,106	3,88
69	3440	3226	3019	335,1	42,1	-2,238	3,75
ST5 - 8	3414	3238	3063	345,8	35,1	-2,250	3,74
70	3408	3203	2994	304,7	41,4	-2,215	3,77
71	3527	3250	2976	282,7	55,1	-2,262	3,72
72	3448	3131	2816	277,3	63,2	-2,143	3,84
73	3433	3177	2920	259,5	51,3	-2,189	3,80
74	3342	3135	2929	261,4	41,3	-2,147	3,84
75	3298	3163	3018	264,1	28,0	-2,175	3,81
76	3251	3207	3163	278,8	8,8	-2,219	3,77
77	3273	3163	3054	29,8	21,9	-2,175	3,81
78	3438	3175	2915	39,2	52,3	-2,187	3,80
79	3590	3184	2778	41,6	81,2	-2,196	3,79
80	3616	3180	2742	29,6	87,4	-2,192	3,79
81	3630	3172	2735	17,7	89,5	-2,184	3,80
ST5 - E	548	168	380	269,9	16,8	0,820	6,81

ANNEXE 1.3 - LAC COLLINAIRE DE SADINE 1.

TRANVERSALES POUR CALCUL DE LA HAUTEUR D'EAU ET DE LA HAUTEUR DE VASE (SEDIMENTATION DU LAC).

Points	H	M	B	A °	D	Dif	Alt	Alt.SH
ST1 - R1	1163	968	772	000,0	39,1	0,000	-1,914	5,99
ST1 - T'1	2538	2350	2168	398,0	37,0	-1,382	-3,296	4,60
ST1 - T1	3131	2972	2825	273,8	30,6	-2,004	-3,918	3,98
ST1 - T2	2781	2590	2401	286,9	38,0	-1,622	-3,536	4,36
ST1 - A	1309	1080	849	291,8	46,0	-0,112	-2,026	5,87
ST1 -T'2	2968	2751	2541	375,0	42,7	-1,783	-3,697	4,20
ST1 - Pbe*	3382	3165	2966	374,0	41,6	-2,197	-4,111	3,79
Axe lac	3355	3199	3045	331,0	31,0	-2,231	-4,145	3,76

Pbe = plus basses eaux du 2.10.1992.

TRANVERSALE T1-T'1

RIVE DROITE	R.D	HVAS	H FON	PVAS	PFON	SED.
St1.1	3	-1,060	-1,450	2,73	2,34	0,39
2	5	-0,930	-1,980	2,86	1,81	1,05
3	9	-0,900	-2,190	2,89	1,60	1,29
4	13	-0,870	-2,330	2,92	1,46	1,46
5	17	-0,960	-2,360	2,83	1,43	1,40
6	21	-1,000	-2,540	2,79	1,25	1,54
7	25	-1,000	-2,500	2,79	1,29	1,50
8	29	-0,980	-2,400	2,81	1,39	1,42
9	33	-0,960	-1,930	2,83	1,86	0,97
10	37	-0,900	-1,660	2,89	2,13	0,76
11	41	-0,900	-1,650	2,89	2,14	0,75
12	45	-0,850	-1,650	2,94	2,14	0,80
13	47	-0,710	-1,390	3,08	2,40	0,68
14	49	-0,700	-1,000	3,09	2,79	0,30

Rive gauche 50m

ANNEXE 1.3 LAC COLLINAIRE DE SADINE 1. (suite)

TRANSVERSALE T2-T'2

RIVE DROITE	R.D	HVAS	HFON		PVAS	PFON	SEDIM.
Rive droite	0						
15	2	-0,770	-1,300		3,02	2,49	0,53
16	4	-0,950	-2,060		2,84	1,73	1,11
17	8	-0,960	-1,970		2,83	1,82	1,01
18	12	-0,960	-2,200		2,83	1,59	1,24
19	16	-1,020	-2,170		2,77	1,62	1,15
20	20	-1,000	-2,080		2,79	1,71	1,08
	22						
21	24	-0,990	-2,320		2,80	1,47	1,33
22	28	-0,970	-2,130		2,82	1,66	1,16
23	32	-1,070	-1,960		2,72	1,83	0,89
24	36	-1,000	-1,930		2,79	1,86	0,93
25	40	-0,970	-1,900		2,82	1,89	0,93
26	44	-0,970	-1,930		2,82	1,86	0,96
27	46	-0,960	-1,720		2,83	2,07	0,76
Rive gauche	48,4						

TRANSVERSALE T3 - T'3

RIVE DROITE	R.D	HVAS	HFOND		PVAS	PFOND	SEDIM.
ST1 - T3*	2690	2464	2243	297,0	44,7		
Rive droite	0						
28	1,7	-0,860	-1,200		2,93	2,59	0,34
29	3,7	-0,950	-2,100		2,84	1,69	1,15
30	7,7	-0,990	-2,140		2,80	1,65	1,15
31	11,7	-0,980	-2,240		2,81	1,55	1,26
32	15,7	-0,970	-2,030		2,82	1,76	1,06
33	19,7	-1,000	-2,290		2,79	1,50	1,29
Axe lac	3400	3198	2990	332,8	41,0		
	21,7						
34	23,7	-1,010	-2,320		2,78	1,47	1,31
35	27,7	-0,960	-2,160		2,83	1,63	1,20
36	31,7	-0,990	-2,070		2,80	1,72	1,08
37	35,7	-1,000	-2,060		2,79	1,73	1,06
38	39,7	-0,930	-2,030		2,86	1,76	1,10
39	41,7	-1,000	-1,850		2,79	1,94	0,85
40	43,7	-0,940	-1,350		2,85	2,44	0,41
Rive gauche	44,7						
ST1 - T'3	3203	2945	2690	367,1	51,3		

ANNEXE 1.3 LAC COLLINAIRE DE SADINE 1. (suite)

TRANSVERSALE T4-T'4

RIVE DROITE	R.D	HVAS	HFON		PVAS	PFON	SEDIM.
ST1 - T4		2815	2545	2275	303,1	54,0	
Rive droite	0						
41	2	-0,720	-1,480		3,07	2,31	0,76
42	4	-0,990	-2,100		2,80	1,69	1,11
43	8	-0,980	-2,240		2,81	1,55	1,26
44	12	-0,970	-2,270		2,82	1,52	1,30
45	16	-0,960	-2,360		2,83	1,43	1,40
46	20	-0,990	-2,300		2,80	1,49	1,31
Axe du Lac							
47	22						
48	24	-0,990	-2,300		2,80	1,49	1,31
49	28	-0,970	-2,210		2,82	1,58	1,24
50	32	-1,040	-2,020		2,75	1,77	0,98
51	36	-1,020	-2,080		2,77	1,71	1,06
52	40	-0,940	-1,940		2,85	1,85	1,00
53	44	-0,880	-1,880		2,91	1,91	1,00
54	46	-0,850	-1,500		2,94	2,29	0,65
Rive Gauche	48						
ST1 - T'4		3090	2790	2490	361,8	60,0	

TRANSVERSALE T5-T'5

RIVE DROITE	R.D	HVAS	HFON		PVAS	PFON	SEDIM.
ST1 - T5		2842	2527	2211	308,0	63,1	
Rive droite	0						
55	2	-0,800	-1,370		2,99	2,42	0,57
56	4	-0,920	-2,100		2,87	1,69	1,18
57	8	-0,950	-2,150		2,84	1,64	1,20
58	12	-0,980	-2,280		2,81	1,51	1,30
59	16	-1,000	-2,450		2,79	1,34	1,45
60	20	-1,000	-2,400		2,79	1,39	1,40
Axe du Lac	22						
		3518	3204	2902	332,8	61,6	
61	24	-0,970	-2,300		2,82	1,49	1,33
62	28	-1,000	-2,270		2,79	1,52	1,27
63	32	-0,980	-1,950		2,81	1,84	0,97
64	36	-1,000	-1,930		2,79	1,86	0,93
65	40	-0,900	-1,800		2,89	1,99	0,90
66	42	-1,000	-1,630		2,79	2,16	0,63
67	44	-0,700	-1,050		3,09	2,74	0,35
Rive gauche	45,5						
ST1 - T'5		2787	2445	2101	357,0	68,6	

ANNEXE 1.3 LAC COLLINAIRE DE SADINE 1. (suite)**TRANSVERSALE T6-T'6**

RIVE DROITE		R.D	HVAS	HFON		PVAS	PFON	SEDIM.
ST1-T6								
Rive droite		0						
68	2	-0,700	-1,270			3,09	2,52	0,57
69	4	-0,860	-2,100			2,93	1,69	1,24
70	8	-0,930	-2,180			2,86	1,61	1,25
71	12	-0,960	-2,260			2,83	1,53	1,30
72	16	-0,940	-2,190			2,85	1,60	1,25
73	20	-0,900	-2,270			2,89	1,52	1,37
Axe du Lac		22						
Axe		3560	3208	2850	333,3	71,0		
74	24	-0,970	-2,240			2,82	1,55	1,27
75	28	-0,900	-2,010			2,89	1,78	1,11
76	32	-0,870	-1,520			2,92	2,27	0,65
77	36	-0,800	-1,420			2,99	2,37	0,62
78	38	-0,820	-1,060			2,97	2,73	0,24
79	40	-0,400	-0,470			3,39	3,32	0,07
Rive gauche		40,5						
ST1 - T'6			2830	2430	2052	351,7	77,8	

TRANSVERSALE T7-T'7

RIVE DROITE		R.D	HVAS	HFON		PVAS	PFON	SEDIM.
ST1 - T7		3018	2610	2220	313,3	79,8		
Rive droite		0						
80	2	-0,750	-1,040			3,04	2,75	0,29
81	4	-0,830	-1,800			2,96	1,99	0,97
82	8	-0,890	-2,050			2,90	1,74	1,16
83	12	-0,900	-2,170			2,89	1,62	1,27
84	16	-0,880	-2,110			2,91	1,68	1,23
85	20	-0,900	-2,200			2,89	1,59	1,30
Axe du Lac		22						
Axe		3600	3204	2808	332,5	79,2		
86	24	-1,000	-2,210			2,79	1,58	1,21
87	28	-0,950	-1,540			2,84	2,25	0,59
88	32	-0,720	-1,050			3,07	2,74	0,33
89	36	-0,710	-1,280			3,08	2,51	0,57
90	38	-0,640	-0,830			3,15	2,96	0,19
91	40	-0,370	-0,410			3,42	3,38	0,04
Rive gauche		41						
ST1 - ST'7		3101	2662	2240	348,5	86,1		

ANNEXE 1.3 - LAC COLLINAIRE DE SADINE 1. (suite)

TRANSVERSALE T8-T'8							
	2955	2500	2042	315,4	91,3		
RIVE DROITE	R.D	HVAS	HFON		PVAS	PFON	SEDIM.
Rive droite	0						
92	2	-0,650	-1,460		3,14	2,33	0,81
93	4	-0,790	-1,900		3,00	1,89	1,11
94	8	-0,810	-2,060		2,98	1,73	1,25
95	12	-0,820	-2,140		2,97	1,65	1,32
96	16	-0,810	-2,180		2,98	1,61	1,37
97	20	-0,880	-2,110		2,91	1,68	1,23
	22						
Axe du lac	3661	3200,000	2758,000		332,8	90,3	
98	24	-1,000	-2,220		2,79	1,57	1,22
99	28	-0,820	-1,050		2,97	2,74	0,23
Rive gauche	29						
ST1 - T'8		3010	2542	2060	347,5	95,0	
		3512	3045	2586	338,5	92,6	

TRANSVERSALE T9-T'9

RIVE DROITE	R.D	HVAS	HFON		PVAS	PFON	SEDIM
ST1 - T9	2908	2351,000	1803,000		319,7	110,5	
Rive droite	0						
100	2,5	-0,730	-1,890		3,06	1,90	1,16
101	4,5	-0,750	-2,070		3,04	1,72	1,32
102	8,5	-0,740	-2,040		3,05	1,75	1,30
103	12,5	-0,750	-2,020		3,04	1,77	1,27
104	16,5	-0,720	-2,100		3,07	1,69	1,38
Axe du lac	18,5						
Axe	3765	3210	2660	331,4	110,5		
105	20,5	-0,750	-1,940		3,04	1,85	1,19
106	24,5	-0,870	-1,830		2,92	1,96	0,96
107	26,5	-0,700	-1,080		3,09	2,71	0,38
Rive gauche	27,5						
108	2820	2252	1690	337,8	113,0		
109	3006	3432	1871	340,3	113,5		
ST1-T'92649	2070	1552	343,7	109,7			

ANNEXE 1.3 LAC COLLINAIRE DE SADINE 1. (suite)

TRANSVERSALE T10-T'10

RIVE DROITE R.D		HVAS	H FON	PVAS PFON SEDIM		
ST1-T10		3355	2713	2068	323,8	128,7
Rive droite		0				
110	2,5	-0,590	-1,740		3,20	2,05 1,15
111	4,5	-0,610	-1,990		3,18	1,80 1,38
112	8,5	-0,550	-1,800		3,24	1,99 1,25
113	12,5	-0,520	-1,170		3,27	2,62 0,65
Axe du lac		14,5				
Axe	3865	3206	2566	331,9	129,9	
114	16,5	-0,700	-1,770		3,09	2,02 1,07
115	18,5	-0,650	-1,900		3,14	1,89 1,25
116	20,5	-0,680	-0,970		3,11	2,82 0,29
Rive gauche		22				
117		3320	2660	2008	336,4	131,2
118		2270	1620	945	338,1	132,5
119		1614	948	275	340,7	133,9
120		1960	1216	481	338,6	147,9
121		3760	3014	2290	335,2	147,0
122		3600	2830	2065	333,4	153,5
123		3410	2620	1830	332,8	158,0
ST1 - Point E		971	165	-641	333,7	161,2

NIVEAUX MINIMUM OBSERVES EN 1992

- 1 - 25.08.1992 H = 4.31 m.
- 2 - 17.09.1992 H = 3.69 m. minimum minimorum
- 3 - 2.10.1992 H = 3,79 m. petite crue du 21.09.1992