



(1991)

Bibliothèque

NECP / LEB / 001 / SAU

PROGRAMME DE COOPERATION  
FAO / LIBAN

APPUI TECHNIQUE POUR  
LA PLANIFICATION DU DEVELOPPEMENT  
AGRICOLE ET RURAL



PLANIFICATION HYDRO - AGRICOLE DU LIBAN NORD  
PLAINE DU AKKAR

PROJET DE BARRAGE DE NOURA ET TAHTA  
SUR NAHR EL KEBIR

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE  
BEYROUTH, 1991

NECP / LEB / 001 / SAU

PROGRAMME DE COOPERATION FAO/LIBAN

PLANIFICATION HYDRO - AGRICOLE DU LIBAN NORD  
PLAINE DU AKKAR

PROJET DE BARRAGE DE NOURA ET TAHTA  
SUR NAHR EL - KEBIR

PIECE I : DEPOUILLEMENT ET SYNTHESE

PIECE II : TERMES DE REFERENCE POUR LA  
POURSUIITE DES ETUDES

*Rapport préparé pour , le gouvernement du Liban  
par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation  
et l'Agriculture.*

Sur la base des travaux de

André ATALLAH

Ingénieur - Conseil

République Libanaise

Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative

Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public

(C.P.E.S.P.)

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Beyrouth 1991

الجمهورية اللبنانية

مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية  
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام

# LIBAN

S Y R I E

Lac de Homs

ZONE DU PROJET

TRIPOLI

Nahr El Kabir

A K K A R

N El Ostouens

Halba

N Aarga

Bared

Egharta

Hermel

Chekka

N El Jozur

Alali

Bcharre

3093

Batroun

Jbaïl

Jounié

BEYROUTH

2628

SALWANE

Baabda

Aley

ZAHLE

Nahr El Litani

SAIDA

Jezzine

Lac de Karaoun

Nabatiyé

Marjayoun

Rachgiya

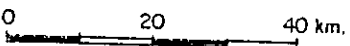
Sour

N El Zahrani

N El Kasmiya

Bent Jbaïl

Echelle:



M E D I T E R R A N E E

B A R O U K

M A M M E L

A M M E L

PLANIFICATION HYDRO-AGRICOLE DE LA PLAINE DU AKKAR  
LIBAN NORD

AVANT PROPOS :

*La plaine du AKKAR est une region a vocation agricole , ainsi les hatitants; depuis les temps les plus anciens se sont interessés aux cultures irriguées.*

*L'irrigation de certaines zones de la region se fait par gravité , et les ressources en eaux se composent de sources , de fleuves et d'eau souterraine sujette à la salinité*

*La capacité de ces ressources diminue a la periode d'irrigation , cela mène a une penurie des quantités d'eaux necessaires aux cultures irriguées.*

*L'extention des irrigations sur l'ensemble de la plaine du AKKAR (9000 HA) pousse les recherches vers l'identification des nouvelles ressources en eaux sûrs, stables et economiques .*

*le present rapport traite la méthodologie technique et les moyens de l'avancement des études et reconnaissances pour la projection d'un reservoir d'eau de grande capacité sur l'un des fleuves de la region.*

*Les formations geologiques du Liban reconnues en majeure partie comme permeables , ainsi que les accidents tectoniques pourraient perturber l'étanchéité des horizons geologiques impermeables , par consequent , la prospection des sites de barrages, le developpement des investigations sur plusieurs emplacements semble la procédure la plus concluante , elle permettra d'éliminer toute surprise désagrecable .*

## SOMMAIRE DES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le cours de Nahr El-Kébir constitue dans sa majeure partie la frontière septentrionale entre le Liban et la Syrie. Ce fleuve est considéré être le troisième de part l'abondance de ses eaux.

Depuis 1963 une commission Libano-Syrienne a entrepris l'étude de la possibilité d'accumuler les eaux de Nahr El-Kébir derrière des barrages afin de les utiliser dans des projets divers au Liban et en Syrie. Il s'est avéré, à la suite des études préliminaires que l'emplacement du barrage de Noura Et Tahta sur le cours du fleuve serait le meilleur sur le plan technique vu l'étanchéité de la cuvette du barrage.

Entre les années 1969 et 1972, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture a entrepris en collaboration avec le Gouvernement Libanais l'étude préliminaire de ce barrage dans le cadre du projet de planification hydro-agricole du Liban Nord (LEB/13)

Comme ce projet nécessitait un accord entre les deux pays, la Syrie et le Liban, pour la réalisation et l'exploitation des eaux et que cet accord n'a point eu lieu; aucun progrès dans les études n'a plus été accompli depuis 1972.

Dans le cadre de l'étude, l'objet de notre présent contrat, nous avons procédé à un exposé sommaire des études précédemment entreprises et des conclusions qui sont nécessaires à la poursuite de notre étude. De même nous avons défini les missions techniques nécessaires à l'achèvement des études et qui portent sur la préparation de cahiers des charges techniques pour les études et travaux détaillés suivants:

- 1 - Travaux topographiques du site du barrage, de la cuvette et de la carrière d'extraction de l'argile du noyau central.
- 2 - Etudes géologiques de surface
- 3 - Etudes hydrologiques
- 4 - Travaux de reconnaissances géotechniques

5 - Les résultats des reconnaissances concernant l'étanchéité de la retenue et la validité des fondations.

6 - Etudes de génie civil et coût du projet

L'exécution de ces missions permettra au Liban et à la Syrie d'étudier les modalités de distribution des eaux emmagasinées évaluées à près de 50 millions de mètres cubes.

---

A B S T R A C T

Most of the flow line of " Nahr El-Kébir" river, which is considered the third Lebanese river with respect to water quantity flow, forms the northern border-line between Lebanon and Syria.

In 1963 a Libano-Syrian common committee studied the possibility of constructing dams to collect water that could be used for different projects in Lebanon and Syria and it was found that Noura Et Tahta Dam site is technically the best, being the one of least water leakage.

Between 1969 and 1972, Food and Agriculture Organization (F.A.O.) in cooperation with the Lebanese Government prepared a preliminary study for Noura Et Tahta Dam as a part of a project named " Hydro-Agricultural Planification of North Lebanon " (Project LEB/13) . And as the construction and exploitation of this project require an agreement between Lebanon and Syria and since negotiation stopped since 1972, no progress in the studies prepared was recorded .

In the course of the study, subject of our contract, we exposed briefly the previous studies and the conclusions required for the continuation of the study. We also stated out the technical tasks to be carried out for the completion of the study and which include the preparation of technical specifications books for the following works :

- 1 - Topographic works for the dam and the basin sites as well as the clay extraction area.
- 2 - Surface geological studies
- 3 - Hydrological studies
- 4 - Geotechnical Investigation studies
- 5 - Recommendations regarding water leakage control in the basin as well as dam foundations stability.
- 6 - Civil engineering studies and project cost estimate

Carrying out these tasks allow Lebanon and Syria to study the method of distribution of water collected estimated by 50 million cubic meters.

PROJET DU BARRAGE DE NOURA ET TAHTA  
SUR NAHR EL KEBIR  
CAZA DE AKKAR - LIBAN NORD

---

PIECE I

DEPOUILLEMENT DES ETUDES ANTERIEURES

---



## TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
Chapitre I : Introduction _____	1
Chapitre II : Dépouillement des études antérieures concernant le barrage de Noura ET Tahta _____	3
II.1 - Etudes antérieures _____	3
II.2 - Vue générale sur le projet du barrage _____	4
II.3 - Données de base _____	6
3.1 - Situation Géographique _____	6
3.2 - Cadre topographique _____	6
3.3 - Géologie _____	7
3.4 - Hydrologie _____	11
II.4 - Caractéristiques de l'aménagement _____	12
Chapitre III : Synthèse et conclusion _____	15
Références	

LISTE DES FIGURES

PAGE

Figure 1 : Plan d'orientation Ech. : 1/750 000	5
Figure 2 : Bassin versant de Nahr El Kébir Ech. : 1/200 000	10
Figure 3 : Coupe caractéristique du barrage	13
Figure 4 : Coupe caractéristique de la retenue	14

Chapitre I

INTRODUCTION

La moyenne annuelle des quantités de pluies et de neige au Liban est estimée à neuf milliards de mètres cubes environ. Cette moyenne diminue dans les années sèches pour atteindre cinq milliards de mètres cubes environ .

A la mauvaise répartition des pluies entre une année et une autre s'ajoute une mauvaise répartition des pluies au cours de la même année puisqu'il est rare que le nombre des jours pluvieux par an dépasse les cent jours contre 265 jours sans pluie.

Vu le relief montagneux du pays , les pluies créent des cours d'eau torrentiels qui abrègent le cycle naturel de l'eau et la renvoie à la mer. On évalue à 50% la quantité d'eau ainsi perdue, alors que la neige en haute montagne dure plus longtemps pour ne fondre qu'à la hausse de la température. Après l'arrêt des pluies et la disparition de l'écoulement torrentiel , les sources continuent à alimenter les cours d'eau permanents; quant au débit de ces sources il est élevé au printemps et diminue progressivement jusqu'à devenir négligeable à la période d'étiage dans la plupart des cas.

L'année hydraulique se divise en deux parties:

- a ) Une saison hivernale avec des fortes précipitations qui s'étend de décembre jusqu'au début du mois de mai durant laquelle les stations d'observation hydrométrique enregistrent plus des deux tiers des débits fluviaux.
- b) Une saison estivale sèche durant laquelle les débits fluviaux ne dépassent pas le tiers du débit annuel.

Parmi les plus importants usages et consommations de l'eau , on note en premier lieu son utilisation dans les besoins domestiques répartis sur toute l'année, ces besoins augmentent en été et diminuent en hiver. La quantité requise double approximativement tous les 25 ans.

La surface irriguée au Liban est évaluée à près de 80000 hectares et nécessite une très grande quantité d'eau surtout en été, ainsi s'établit une concurrence entre les besoins domestiques et les besoins d'irrigation qui atteint son acuité en période d'étiage.

La quantité d'eau destinée à l'irrigation devra augmenter considérablement pour faire face aux besoins des terrains irrigués actuellement ainsi qu'aux besoins créés par l'exécution de nouveaux projets de développement agricole.

La solution serait de créer d'importantes réserves par la construction de grands barrages qui serviraient à emmagasiner les eaux de pluie en hiver afin de les utiliser durant la saison sèche où la demande en eau est accrue, notamment par les besoins d'irrigation, c'est bien la raison pour laquelle la recherche de nouveaux sites de barrage s'est imposée.

## Chapitre II

### DEPOUILLEMENT DES ETUDES ANTERIEURES : CONCERNANT LE BARRAGE DE NOURA ET TAHTA .

#### 1 - Etudes antérieures :

A la demande d'une commission mixte libano-syrienne, l'Administration Libanaise avait procédé, en 1963, à une prospection de sites de barrages sur le Nahr El Kébir. Six sites avaient été repérés, parmi lesquels figurait le site de Noura Et Tahta.

Une première reconnaissance géologique et hydrologique du site fut entreprise par la Direction Générale de l'Equipement Hydraulique et Electrique du Ministère des Ressources Hydrauliques et Electriques en mai 1968 ( Avant-projet d'aménagement du Nahr El Kébir - par A.Guerre ).

L'Office National du Litaní avait repris la prospection des sites de barrages sur le Nahr El Kébir en 1968, le site de Noura Et Tahta a été considéré comme le plus favorable.

En 1969 un projet de développement hydro-agricole a été crée avec le concours du programme des Nations-Unies pour le Développement (PNUD) et de l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) pour la planification hydraulique du Nord du Liban en vue d'accroître les ressources en eaux et d'optimiser ses utilisations ainsi que l'étude de factibilité pour l'irrigation de la plaine de Akkar ( 9000 hectares environ ).

A la suite de la création de ce projet de développement hydro-agricole, le site de Noura Et Tahta a été l'objet d'un premier examen de la part des consultants et ingénieurs du projet qui avaient recommandé de procéder à l'étude préliminaire du barrage.

Cette étude préliminaire avait fait l'objet de deux rapports:

- Rapport géologique HG24 préparé par les géologues Chapon et Guerre, édité en septembre 1971 .
- Rapport de génie civil GC06 préparé par l'ingénieur A. Atallah, édité en février 1972.

Le depouillement de ces deux études de base fera l'objet du présent chapitre.

2 - Vue générale sur le projet du barrage de Noura Et Tahta:

Le Nahr El Kébir est la troisième rivière du Liban pour son développement longitudinal et les volumes débités. Sur plus des deux tiers de son cours il sert de frontière septentrionale entre le Liban et la Syrie.

Une partie des eaux qui s'écoulent dans ce fleuve est utilisée pour irriguer les terres voisines, les eaux des mois humides se perdent dans la mer.

L'étude de l'aménagement du barrage de Noura Et Tahta permettrait une meilleure répartition du volume annuel écoulé et limitera les pertes d'eau en hiver.

Les eaux de la future retenue de Noura Et Tahta pourront être utilisées pour l'irrigation de nouvelles terres au Liban et en Syrie et pour l'alimentation en eau des villages de la région.

MINISTRE DE L'ÉNERGIE, DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE L'INDUSTRIE	
BARRAGE DE NOURA ET TAHTA	
RAPPORT	
PLAN D'ORIENTATION	01/1
1967	

BAN

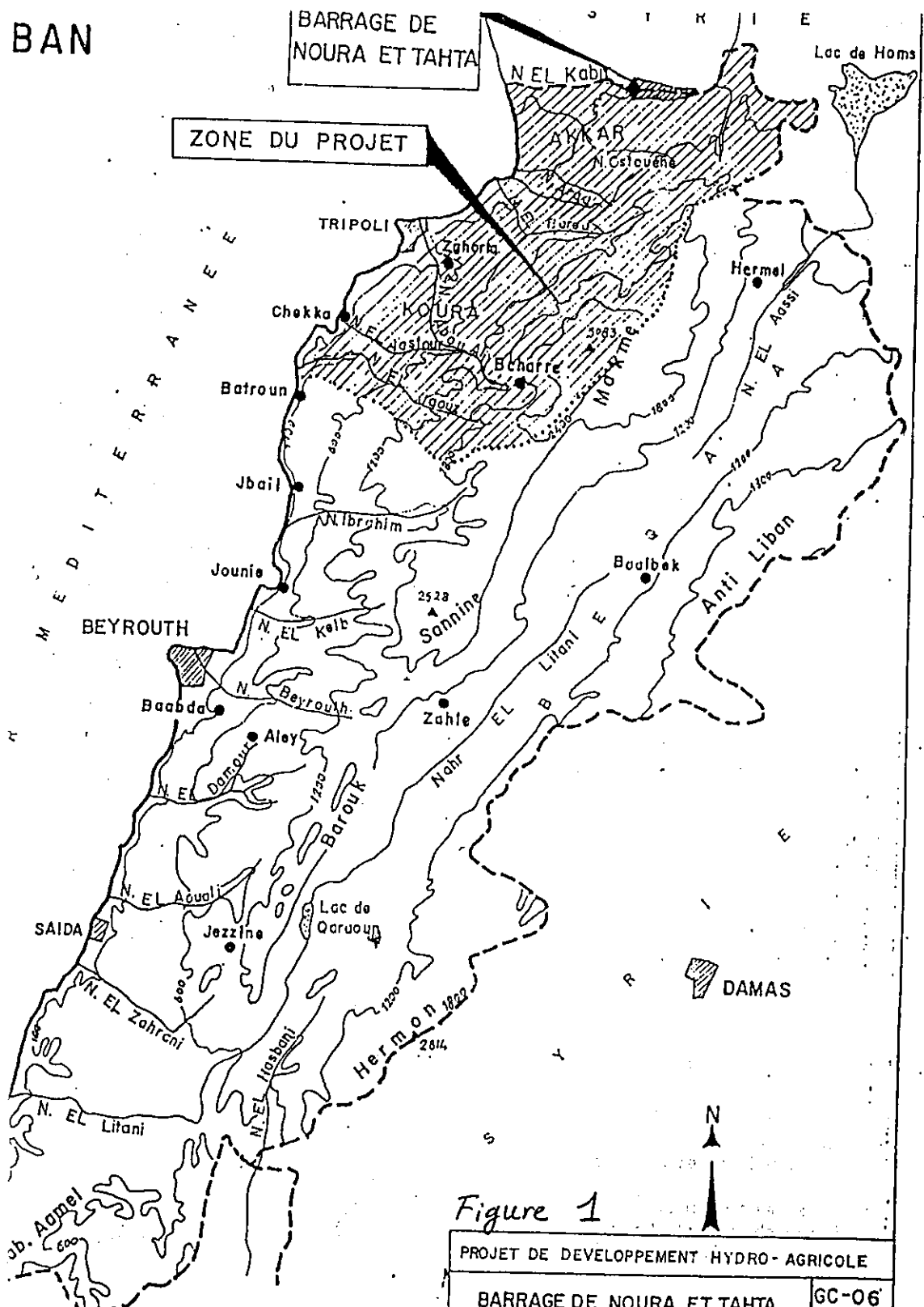


Figure 1

PROJET DE DEVELOPPEMENT HYDRO- AGRICOLE		
BARRAGE DE NOURA ET TAHTA RAPPORT		GC-06
PLAN D'ORIENTATION		01/1
DATE	ECHELLE.	9-c 147
OCTO. 1971	1:750 000	

### 3 - Données de base :

Les données de base sont les suivantes :

#### 3.1 - situation géographique

Le site du barrage de Noura Et Tahta sur le Nahr El Kébir se trouve à 800m environ à vol d'oiseau au nord du village de Noura Et Tahta .

Le Nahr El Kébir constitue la frontière nord du Liban avec la Syrie, l'aménagement sera un ouvrage libano-syrien puisque la digue, les ouvrages annexes et la retenue se trouveront de part et d'autre du fleuve.

L'axe du barrage est défini par deux points dont les coordonnées stéréographiques sont :

$$\begin{array}{ll} X_1 = - 271\,788 \text{ m} & X_2 = - 271\,945 \text{ m} \\ Y_1 = + 51\,942 \text{ m} & Y_2 = + 52\,420 \text{ m} \end{array}$$

L'intersection de l'axe du barrage et du lit de la rivière est donnée par les coordonnées Lambert suivantes:

$$X = 193\,100 \text{ m} \qquad Y = 299\,050 \text{ m}$$

Le fond du lit de la rivière dans l'axe du barrage est à la cote  $Z = 82.00 \text{ m}$

#### 3.2 - Cadre topographique:

Le Nahr El Kébir a creusé une profonde vallée (150 mètres de hauteur) dans un vaste plateau formé de roches éruptives faiblement penté d'Est en Ouest et il s'étend beaucoup plus largement en Syrie qu'au Liban.

La Future retenue de l'aménagement de Noura Et Tahta se placera dans la partie moyenne de la vallée du Nahr El Kébir et occupera un tronçon de 4,8km de longueur dont la largeur moyenne à la cote de la retenue normale sera de 500m.

Dans la zone d'implantation de la digue, la vallée est occupée comme partout ailleurs par des terrasses alluviales largement cultivées ; la largeur de la vallée à la base est de 265m, la crête de la digue sera arasée à la cote 155 et aura 100 m de longueur.



Ces valeurs montrent qu'on ne bénéficie pas d'un resserrement de la vallée à l'emplacement de la digue mais par contre cette zone est favorable du point de vue géologique.

La mise au point technique de cette étude est faite d'après la carte au 1/20.000 de la région.

### 3.3 - Géologie

#### Contexte régional

Le Nahr El Kébir entaille profondément le plateau volcanique de Tel Kalakh .

Les accumulations de roches volcaniques, essentiellement des laves basaltiques, se sont produites durant le Pliocène alors que cette région était affectée par une subsidence qui favorisera le retour de la mer dans la partie occidentale. Les fluctuations du niveau marin et les paroxysmes volcaniques ont permis la formation d'un complexe volcano-sédimentaire. Le site de Noura Et Tahta et sa retenue concernent exclusivement le domaine volcanique.

#### Géologie du site

Les données géologiques du site de barrage de Noura Et Tahta se résument de la manière suivante:

Les versants sont recouverts en grande partie par des zones d'altération superficielle ayant favorisé des colluvionnements de pente.

Des basaltes altérés affleurent sur une dizaine de mètres au pied du versant rive droite; en rive gauche des bandes peu épaisses de basaltes sains sont intercalées dans les basaltes altérés.

Au-dessus, en rive gauche comme en rive droite, se superposent des basaltes altérés et des basaltes sains, recouverts par des formations de pente. Les 5 - 20 derniers mètres, des appuis sont constitués par des coulées basaltiques compactes avec quelques niveaux de basaltes scoriacés et des basaltes altérés prenant aspect de tufs.

Les formations de pente des versants sont composées d'argiles d'altération des basaltes avec les minéraux résiduels et des cailloux et blocs arrondis de basalte. Elles correspondent à un remaniement de la zone d'altération superficielle des roches volcaniques.

Les dépôts quaternaires du fond de vallée sont de deux types: Les terrasses fluviales du Nahr El Kébir et les cônes de dépôts des ouadis affluents.

Deux terrasses fluviales ont été distinguées:

#### Les dépôts actuels

Correspondent au lit majeur. Ils sont composés de galets et blocs de basaltes et de quelques éléments calcaires, dans une matrice sableuse; des bras morts ou à fonctionnement limité en période de fortes crues sont caractérisés par une plus grande proportion de dépôts sableux.

Ces dépôts actuels sont emboîtés dans la terrasse récente constituée de dépôts plus argileux avec des lentilles de galets. L'épaisseur totale des alluvions est comprise entre 8 et 15 m.

Deux accumulations successives sous forme de cônes se reconnaissent aussi du débouché de l'Ouadi Qaraghaza, petit affluent temporaire sur la rive gauche du Nahr El Kébir. Le cône ancien est composé de blocs de basalte de taille variable enrobés dans une matrice à dominance argileuse; il est entaillé sur sa bordure par la terrasse récente du Nahr El Kébir.

La zone de l'implantation du barrage se trouve dans une région relativement calme du point de vue sismique.

#### Géologie de la retenue.

Il n'y a aucune complication dans la zone d'accumulation des roches volcaniques. Les successions de basaltes sains, basaltes scoriacés, basaltes altérés notés du niveau du site se retrouvent tout au long des flancs de la retenue.

Un manteau d'altération et de formations de pente généralement peu épais recouvre la plus grande partie des versants sauf en queue de retenue où affleurent largement des basaltes massifs. Le léger pendage des coulées de la rive gauche vers la rive droite constaté au niveau du site se maintient tout au long de

la retenue. Aucune faille importante ne complique la structure subtabulaire du tableau volcanique.

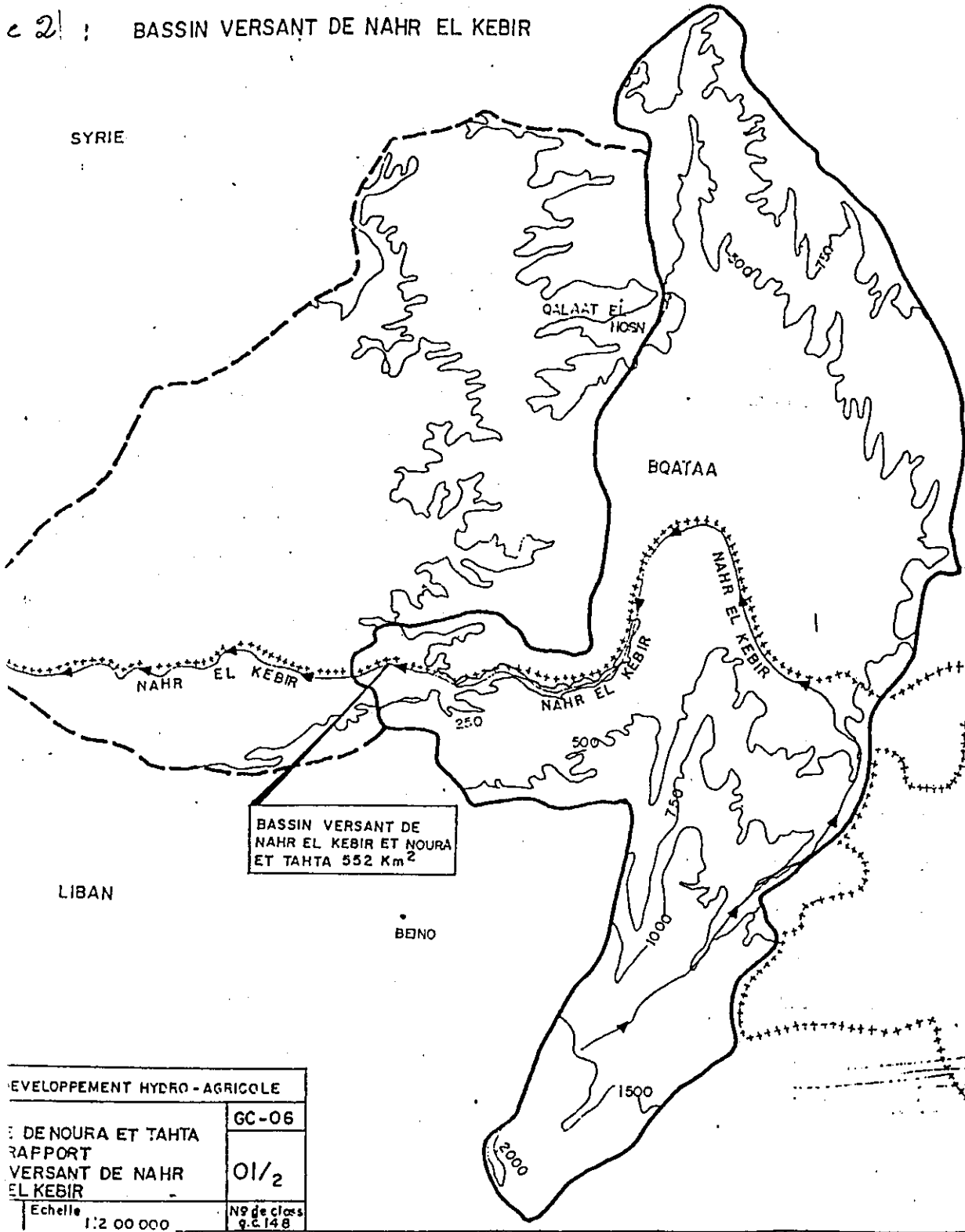
#### Etanchéité de la retenue.

Les forages de reconnaissance en nombre de quatre, exécutés en 1971, ont montré que les pertes possibles seront localisées au niveau des interfaces entre coulées et des zones de basaltes sains fissurés. Des cheminements horizontaux sont donc à craindre à partir des flancs de la retenue; en rive gauche les eaux pourront réapparaître soit à l'aval de l'ouvrage dans la vallée du Nahr El Kébir, soit dans l'Ouadi Toubbes Saad affluent de l'Ouadi Es Sabaq après une percolation d'environ 2 kilomètres; en rive droite des pertes au large sont également envisageables vers l'Ouadi Ghabrouniyé avec des cheminements de l'ordre de 2,5 kilomètres. Cependant, l'éventualité de ces fuites ne pourra être confirmée que par des sondages de reconnaissance complémentaires sur les versants et en certains points du plateau basaltique. Si l'on s'en tient aux données de la géologie de surface et à l'hydrogéologie des complexes volcaniques stratifiés, on peut estimer que les pertes seront limitées pour plusieurs raisons :

- les anomalies dans le développement spatial des coulées, biseautage, imbrications, intercalations de paléo-sols et de basaltes altérés doivent constituer des obstacles aux cheminements horizontaux.
- Les percolations verticales sont faibles à cause des intercalations imperméables : argile de paléo-sol et basaltes " pourris ".
- Le faible pendage de coulées de lave : celles qui ont été trouvées à l'aplomb du site n'affleurent pas dans la retenue mais seulement dans sa partie amont.
- Enfin , il n'existe pas de sources au débit important dans la zone volcanique.

Il reste le problème de la nappe aquifère intrabasaltique profonde, dont la zone et le mode d'alimentation restent à l'heure actuelle mal connus.

c 2 | : BASSIN VERSANT DE NAHR EL KEBIR



BASSIN VERSANT DE  
NAHR EL KEBIR ET NOURA  
ET TAHTA 552 Km<sup>2</sup>

DEVELOPPEMENT HYDRO - AGRICOLE	
DE NOURA ET TAHTA RAPPORT VERSANT DE NAHR EL KEBIR	GC-06
	01/2
Echelle	N <sup>o</sup> de class g.c.148
1:2 00 000	

11770

### 3.4 - Hydrologie

L'étude hydrologique non éditée des fleuves du Liban Nord se résume comme suit :

#### 3.4.1 - Apports de la retenue

La retenue de Noura Et Tahta sera alimentée par les apports du Nahr El Kébir. Pour estimer le volume de ceux-ci on s'est servi des données de la station d'Arida à l'amont de la retenue qui ont permis d'établir la série générée de 50 ans au moyen des apports mensuels.

La surface du bassin versant du Nahr El Kébir, au droit de la station d'Arida, est de  $437 \text{ km}^2$ , valeur plus petite de 26% que la surface du bassin versant, au droit de la retenue, qui est de  $552 \text{ km}^2$ .

En appliquant le coefficient de correction  $\frac{552}{437} = 1,26$  aux apports de la station d'Arida, on a le tableau suivant :

Volume des apports mensuels au droit du réservoir de Noura Et Tahta en $\text{M m}^3$ (série générée)					
Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février
4,34	9,36	10,4	27,4	54,9	44,5
Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
36,15	19,4	8,15	3,89	3,86	2,65

Le volume annuel moyen s'élève à  $225 \text{ M m}^3$  au droit du site, pourtant la retenue aura un volume d'accumulation de  $50 \text{ M m}^3$ . La gestion du réservoir, calculée sur une longue série d'années, détermine la surface irrigable à 8000 ha (en Syrie et au Liban) avec une pénurie moyenne de 2,5 %.

#### 3.4.2 - Crues

Une étude de crues a donné les valeurs suivantes:

Retenue de Noura Et Tahta B.V. = $552 \text{ km}^2$	Débit de crue pour les périodes de retour			
	T = 10 ans	T = 100 ans	T=1000 ans	T=10.000 ans
	$300 \text{ m}^3/\text{s}$	$500 \text{ m}^3/\text{s}$	$830 \text{ m}^3/\text{s}$	$1270 \text{ m}^3/\text{s}$

#### 4 - Caractéristiques de l'aménagement

La présente étude de l'aménagement de Noura Et Tahta prévoit la réalisation des ouvrages suivants :

- Barrage en enrochements avec noyau central étanche de 37m de hauteur hors sol.
- Dérivation provisoire comprenant une galerie creusée dans la rive droite de la vallée associée à un prébardeau.
- Vidange de fond: ce dispositif de la vidange de la retenue est installé en deuxième phase dans la dérivation provisoire. La vidange est équipée de deux vannes, l'une de garde et l'autre de réglage, commandées par servo-moteurs.
- Evacuateur de crues de surface à seuil déversant libre implanté en rive droite.
- Prise d'eau permettant l'utilisation des eaux de la retenue jusqu'à la cote de la tranche morte 95.00 m .

Le choix de l'implantation du barrage et des ouvrages annexes est fait en tenant compte des possibilités topographiques et géologiques du site.

Les apports en eau du Nahr El Kébir au droit du site sont largement supérieurs à  $50 \text{ M m}^3$ , volume de la retenue de Noura Et Tahta, choisi au préalable pour élaborer le présent dossier; on pourrait étudier dans l'avenir un barrage dont la taille permettrait une accumulation supérieure ou inférieure selon les besoins futurs. Le tableau suivant résume les principales caractéristiques de la solution étudiée.

#### Caractéristiques de l'aménagement de Noura Et Tahta

RETENUE	Cote de la retenue normale ( R.N.)	149
	Cote des plus hautes eaux (P.H.E.)	153
	Cote de la retenue minimale (P.B.E.)	95
	Volume total (M m <sup>3</sup> )	50
	Volume utile (M m <sup>3</sup> )	49
	Tranche morte (M m <sup>3</sup> )	1
	Surface submergée sous la R.N. (ha)	183,5
BARRAGE	Cote du couronnement	155
	Hauteur hors sol (m)	73
	Longueur en crête (m)	495
	volume des remblais (m <sup>3</sup> )	375 000 0

BARRAGE DE NOURA ET TAHTA  
COUPE CARACTERISTIQUE DU  
BARRAGE

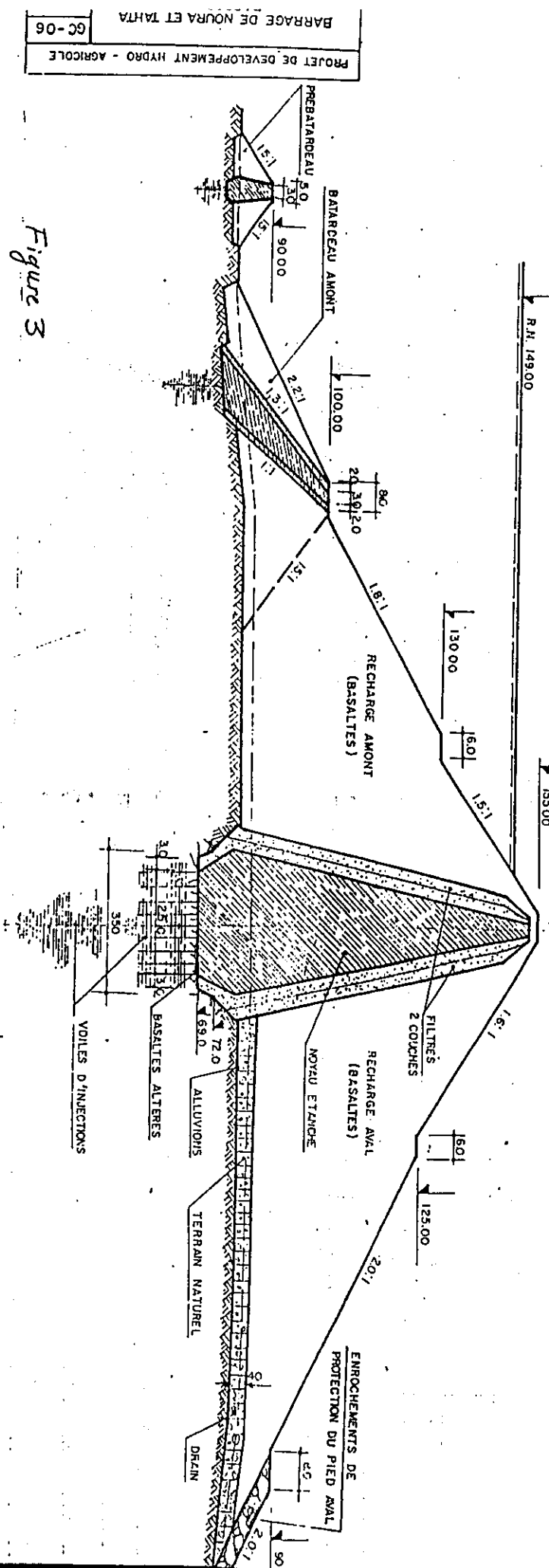
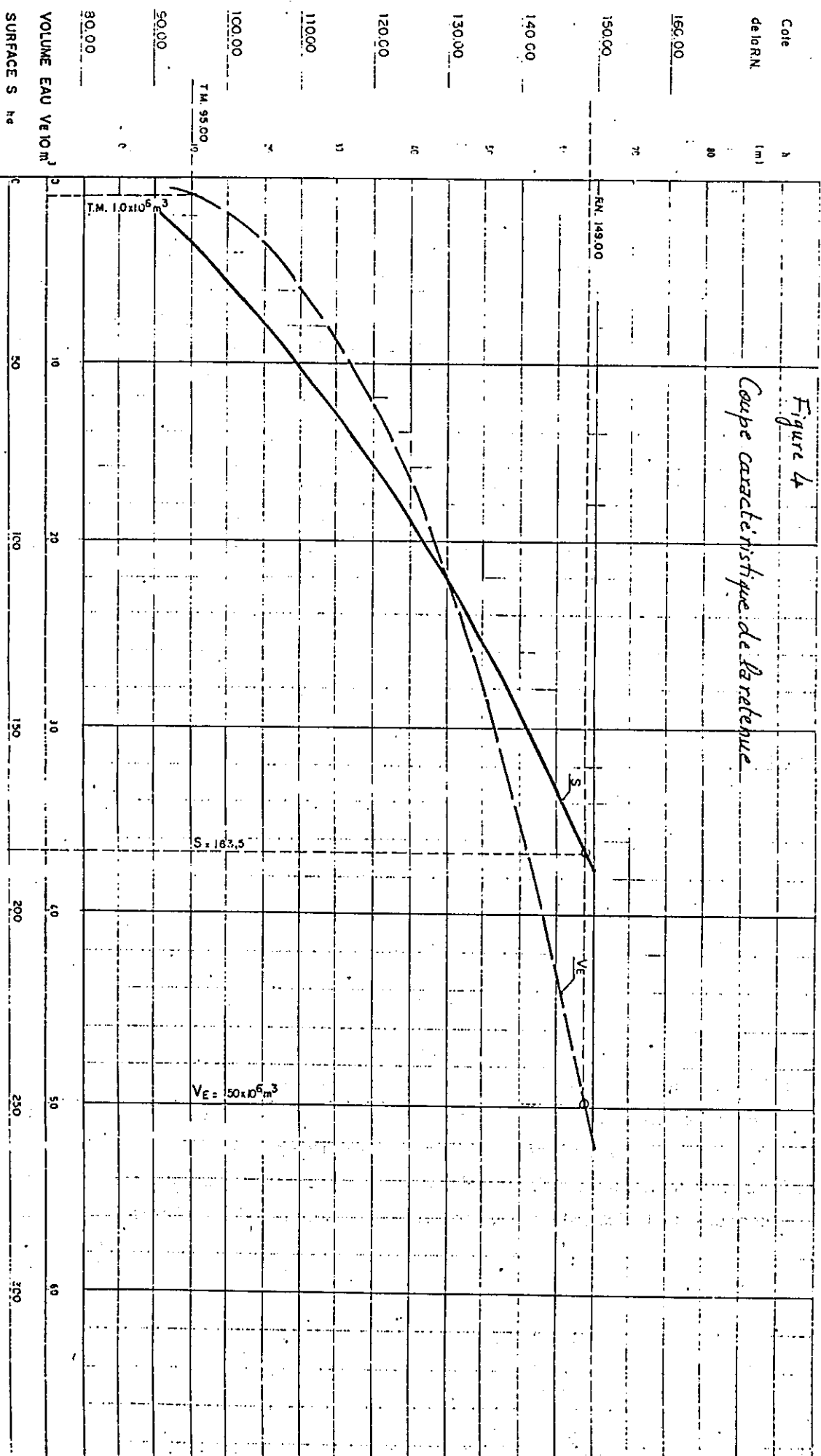


Figure 3

Figure 4  
Coupe caractéristique de la retenue





Chapitre III

SYNTHESE ET CONCLUSION

Cette étude de synthèse suit les dépouillements des études et travaux antérieurs et devra proposer un plan d'action pour avancer les travaux et les études afin de pouvoir vérifier la faisabilité technique du projet du barrage de Noura Et Tahta sur Nahr El Kébir sans difficulté majeure et introduire cette nouvelle ressource artificielle dans une planification hydro-agricole du Liban Nord en général et la plaine de Akkar en particulier.

La faisabilité technique est le facteur le plus important pour confirmer la possibilité de créer cette nouvelle source artificielle; en effet plusieurs études de barrage au Liban avaient montré dans le cadre de l'étude préliminaire la possibilité de créer des réserves d'eau mais les études détaillées ont révélé que la réalisation de telles réserves était presque impossible et plusieurs plans directeurs pour la planification des eaux ont été modifiés en conséquence.

Un autre facteur important est la localisation du site du barrage et de la cuvette de retenue dans les territoires libano-syrien, l'avancement de l'étude devra faire au préalable l'objet d'une négociation entre les deux gouvernements sur les investissements et les intérêts communs y compris la gestion du barrage et le partage des eaux.

Nous nous limitons dans le cas de notre actuelle mission à définir les procédés d'études pour aboutir à la fin d'une future campagne d'études et de reconnaissance à la confirmation de la réalisation d'une telle retenue suivant les normes techniques en vigueur.

La mise en valeur de l'aménagement du barrage de Noura Et Tahta résultera des études et reconnaissances géotechniques complémentaires et détaillées qui seront confiées à un bureau d'étude technique spécialisé dans le domaine des études des barrages et à une entreprise de reconnaissances géotechniques qui exécutera les sondages, puits et tranchées ainsi que les essais au laboratoire et "in situ" qui seront proposés par le bureau d'étude désigné par l'Administration Libanaise compétente.

Les termes de référence pour la définition technique des études et investigations à entreprendre pour la poursuite des études du projet du barrage de Noura Et Tahta feront l'objet d'un contrat d'étude technique spécifiant les missions futures pour confirmer la possibilité de création d'une nouvelle ressource en eau avant de passer à l'étude des schémas de planification hydro-agricole qui sera basée sur les résultats des études de faisabilité du barrage

Le contrat d'étude objet de la deuxième pièce du présent rapport comportera la définition des tâches à accomplir par le bureau d'étude technique.

Ces tâches seront les suivantes :

- a ) Travaux topographiques détaillés du site du barrage, de la cuvette et de la zone d'emprunt pour le prélèvement d'argile pour le noyau de la digue.
- b ) Levés géologiques de surface basés sur les plans topographiques précités.
- c ) Etude hydrologique pour la définition des apports annuels, des crues et des apports solides.
- d ) Cahier des charges pour les travaux de reconnaissances géotechniques.
- e ) Surveillance des reconnaissances.
- f ) Rapport des résultats des travaux de reconnaissance
- g ) Complément d'études géologiques
- h ) Etude de la capacité de la retenue
- i ) Etude préliminaire des variantes des solutions.
- j ) Etude d'un avant-projet sommaire
- k ) Etude des quantités et estimation des coûts.

#### CONCLUSIONS:

L'avancement des études du barrage de Noura Et Tahta sur Nar El Kébir (Caza de Akkar - Liban Nord) devra être exécuté suite :

- à des négociations avec le gouvernement syrien pour le partage des eaux entre les deux pays.
- aux études du barrage de Kfar Harra sur Nahr Ostouène ( Caza Akkar-Liban Nord ) qui forme l'élément clé dans la planification hydro-agricole de la plaine de Akkar.

Si la construction du barrage de Kfar Harra s'avère difficile , le projet du barrage de Noura Et Tahta pourra le remplacer on le compléter dans le schéma directeur de la planification hydro-agricole du Liban Nord.

PROJET DE BARRAGE DE NOURA ET TAHTA  
SUR NAHR EL KEBIR  
CAZA DE AKKAR - LIBAN NORD

---

PIECE II

TERMES DE REFERENCE TECHNIQUES  
POUR LE MARCHE DES ETUDES  
ET LA  
DIRECTION DES TRAVAUX DE RECONNAISSANCE  
DU BARRAGE DE NOURA ET TAHTA

---

CONTRAT

PAGE

Entre :

l'Administration représentant l'Office Public ou le Ministère des  
Ressources Hydrauliques et électriques qui sera le maître de l'ouvrage

d'une part

et :

Un Bureau d'Etude Technique spécialiste dans le domaine des études  
de barrage et ouvrages hydrauliques  
dénommée ci-après BET et qui sera désigné ultérieurement par  
l'Administration

d'autre part

Il a été convenu et arrêté ce qui suit :

## TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
1 - Objet du marché _____	2
2 - Localisation du projet _____	2
3 - Etudes antérieures _____	2
4 - Utilité du barrage de Noura Et Tahta _____	3
5 - Mission du BET _____	3
5.1 - Consultations des études antérieures _____	3
5.2 - Travaux topographiques _____	4
5.3 - Etudes géologiques _____	5
5.4 - Etudes hydrologiques _____	6
5.5 - Programme de reconnaissance _____	7
5.6 - Rapport géotechnique des résultats des travaux de reconnaissance _____	9
5.7 - Complément d'étude géologiques _____	9
5.8 - Etude préliminaire des variantes des solutions du barrage _____	10
5.9 - Avant-projet sommaire du barrage _____	11
5.10- Etude des quantités - Estimation des coûts _____	12

Référence

1 - Objet du marché :

L'Administration confie au Bureau d'Etude Technique BET la préparation des études et missions de base suivantes concernant le projet du barrage de Noura Et Tahta sur le Nahr El Kébir.

- a ) Topographie de détail
- b ) Géologie
- c ) Hydrologie
- d ) Un programme de reconnaissance
- e ) Un rapport géotechnique des résultats de reconnaissance
- f ) Complément d'études géologiques
- g ) L'étude de la capacité de la retenue
- h ) L'étude préliminaire des variantes de solutions du barrage
- i ) Un avant-projet sommaire
- j ) L'étude des quantités et Estimation des coûts.

2 - Localisation du projet :

Le projet du barrage de Noura Et Tahta se situe dans la province administrative du Liban Nord - caza de Akkar.

Le site du barrage est implanté sur le Nahr El Kébir à 800m environ à vol d'oiseau au nord du village de Noura Et Tahta dont il emprunte le non.

Le Nahr El Kébir constitue la frontière nord du Liban avec la Syrie, l'aménagement sera un ouvrage Libano-Syrien puisque la digue, les ouvrages annexes et la retenue se trouveront de part et d'autre du fleuve.

3 - Etudes antérieures:

A la suite de la création d'un projet de développement hydro-agricole du Liban Nord, le site de Noura Et Tahta sur Nahr El Kébir a été l'objet d'un premier examen de la part des consultants et ingénieurs du projet qui avaient recommandé de procéder à l'étude préliminaire du barrage.

Cette étude préliminaire avait fait l'objet de deux rapports :

- Rapport géologique HG24 préparé par les géologues Chappon et Guerre , édité en septembre 1971
- Rapport de génie civil GC06 préparé par l'ingénieur A. Atallah , édité en février 1972 .

#### 4 - Utilité du barrage de Noura Et Tahta :

Les eaux de la future retenue de Noura Et Tahta pourront être utilisées pour l'irrigation de nouvelles terres au Liban et en Syrie, ou pour l'alimentation en eau des villages de la région. Cet aménagement contribuera à une meilleure répartition du volume annuel écoulé et limitera les pertes d'eau.

En outre et dans le cas où la construction du barrage de Kfar Harra sur Nahr Ostouène ( caza de Akkar - Liban Nord ) sera difficile de point de vue technique, le projet du barrage de Noura Et Tahta pourra le remplacer dans le développement hydro-agricole de la plaine de Akkar.

#### 5 - Mission du BET:

##### 5.1 - Consultation des études antérieures:

Le BET devra prendre connaissance des études antérieures suivantes:

a ) Le rapport GC 6 - ( barrage de Noura Et Tahta-étude génie civil ) édité en février 1972 ( préparé par l'Ingénieur A. Atallah )  
faisant partie des études éditées par le projet de développement hydro-agricole.

b ) La note géologique HG 24 datée le 15 septembre 1971 préparée par les géologues Chapond et Guerre.



## 5.2 - Travaux Topographiques :

Le BET sera chargé d'établir les plans topographiques suivants:

### a ) Plan topographique du site du barrage

L'axe du barrage de Noura Et Tahta est défini par deux points dont les coordonnées stéréographiques sont :

$$\begin{array}{ll} X_1 = -271.788 \text{ km} & X_2 = -271.945 \text{ km} \\ Y_1 = +51.942 \text{ km} & Y_2 = +52.420 \text{ km} \end{array}$$

Le site de ce barrage fera l'objet d'un levé topographique détaillé à l'échelle 1/500. La superficie nécessaire pour les études du barrage est estimée à 40 hectares.

Deux procédés sont admis pour l'établissement de ce levé:

#### 1 - Levé topographique préparé par photorestitution

L'échelle des photos aériennes devra être 1/10 000, l'équidistance des courbes de niveau serait de 1 mètre, les repères planimétriques devront être bien placés sur le plan pour pouvoir se repérer sur le terrain.

Le bureau d'étude devra faire une mise à jour du levé si jamais les photos aériennes manquent de données planimétriques récentes.

#### 2 - Levé topographique direct

La densité des points topographiques serait 30 points par hectare, en plus des points seraient nécessaires pour clarifier toute anomalie topographique sur le terrain.

Les données planimétriques, canaux d'irrigation, conduites d'eau visibles, falaises, constructions, etc... devront figurer avec exactitude sur les plans.

La représentation des accidents structurels : failles, fentes, décrochements, etc...

b ) Levé topographique de la cuvette

Les deux procédés précités resteront acceptables, mais l'échelle du levé sera 1/2000, l'équidistance des courbes de niveau sera 2 mètres et la densité des points pour un levé direct serait 15 points par hectares. La superficie du levé est estimée à 200 hectares.

c ) Levé topographique des gîtes des matériaux argileux

Un levé au 1/5000 sera établi dans la zone de Janine dans la vallée de Nahr El Kébir à 5 km à l'aval du site.

De même la photorestitution ou le levé direct seront acceptables.

L'équidistance des courbes de niveau sera 2.5m et la superficie est estimée à 100 hectares.

### 5.3 - Etudes géologiques

Les études géologiques doivent comprendre :

a ) L'élaboration des cartes géologiques

Ces cartes doivent être établies sur les plans topographiques déjà préparés par un levé détaillé de surface.

Les levés géologiques sont :

- 1 - Levé géologique au 1/500 du site du barrage de 40 hectares de superficie.
- 2 - Levé géologique au 1/2000 de la cuvette de la future retenue de 200 hectares de superficie.
- 3 - Levé géologique au 1/5000 des gîtes des matériaux argileux dans la zone de Janine de 100 hectares de superficie.

Ces levés devront permettre :

- L'identification des différentes formations géologiques, leurs natures, faciès, contacts ainsi que leurs pendages, les types et les degrés de fissuration et leurs directions préférentielles.
- La localisation des accidents structuraux : failles, flexures, décrochements, diaclases, etc ...

- La détection des anomalies telles que : zones glissées, zones instables, les venues d'eau , les résurgences et les pertes d'eau .
- b ) Des rapports provisoires justificatifs des plans géologiques devront faire l'objet de ces études.

#### 5.4 - Etudes hydrologiques

Les études hydrologiques doivent comprendre:

- a ) L'hydrologie générale :
  - Morphologie du bassin versant
  - Caractéristiques géographique, de forme et de relief
- b ) Les informations climatiques et hydrométriques :
  - Analyse des données pluviométriques relatives aux stations intéressant la zone du projet.
  - Analyse statistique de la précipitation maximale journalière.
  - Analyse des températures moyennes et mensuelles et de toutes les mesures hydrométriques prévisibles telle que : humidité , vents , évaporation et les débits mesurés par les limnigraphes.
- c ) L'étude des crues par les méthodes suivantes avec justification du choix de la crue du projet :
  - Méthode stochastique
  - Méthode de Gradex
  - Méthode de type mixte stochastique - déterministe.
- d ) L'étude des apports solides
- e ) La présentation d'un rapport hydrologique détaillé sur les études précitées.

## 5.5 - Programme de reconnaissance:

### 1 - Objectif des travaux de reconnaissance

Le BET devra préparer les termes de référence techniques et administratives du cahier de charges géotechniques pour la passation de l'adjudication du marché des travaux de reconnaissance qui devront aboutir à déterminer :

- a ) Les caractéristiques hydrogéologiques des terrains concernés par le barrage et la cuvette telles que l'étanchéité , la piézométrie ainsi que la localisation géologique et topographique des sources si elles existent et leur importance.
- b ) Les caractéristiques physiques et mécaniques des formations concernées par les travaux et les qualités des fondations de la digue.
- c ) Les différentes formations et contacts géologiques en profondeur:

### 2 - Termes de référence techniques

Les termes de référence techniques des travaux de reconnaissance devront porter sur :

- a ) Le creusement des puits , tranchées et sondages dans les terrains de toutes natures.
- b ) La définition et la justification de leurs emplacements et le but à atteindre.
- c ) La définition de leurs dimensions , leurs modes d'exécution et de protection.
- d ) Les essais de perméabilité dans les sondages

Ces essais seront les suivants :

- Essai de perméabilité dans le rocher type Lugeon
- Essai de perméabilité dans les sols meubles type Lefran

Le BET devra définir :

1.1.1.1

1.1.1.2

- d.1 - L'appareillage
- d.2 - Le dispositif d'isolement de la poche d'essai
- d.3 - Le système de mesure
- d.4 - La préparation de l'essai
- d.5 - Le déroulement de l'essai
- d.6 - La forme des feuilles d'essai et le report des mesures faites
- d.7 - Le mode de calcul et de l'interprétation des résultats.

e ) Les piézomètres

Deux cas se présentent

- Utilisation d'un piézomètre simple
- Utilisation d'un piézomètre composé (existence de deux formations)

Le BET devra préciser :

- e.1 - Le genre du piézomètre ( simple ou composé) à utiliser dans les sondages
- e.2 - La qualité du piézomètre ainsi que ses dimensions.
- e.3 - Le mode de séparation dans les piézomètres composés
- e.4 - La protection des piézomètres
- e.5 - La fréquence des mesures.
- e.6 - Le mode du report et de l'interprétation des résultats

f ) Les caisses de carottes ( dimensions, caractéristiques ainsi que les informations que les caisses devront comporter)

g ) Les essais au laboratoire

Le BET devra préciser :

- g.1 - Le mode des prélèvements des échantillons
- g.2 - Le mode d'exécution des essais
- g.3 - La nature des essais à effectuer à savoir:
  - Essais d'identification du sol
  - Essais de résistance mécanique
  - Essai de compressibilité - Essai Oedométrique
  - Essai de compactage - Essai Proctor
  - Essai de perméabilité

h ) Les essais " in situ "

Le BET devra préciser la nature des essais à effectuer à savoir :

- Essai " Standard Penetration Test" ( SPT)
- Essai pressiométrique normal

i ) Le contenu du carnet journalier des travaux , des rapports partiels et du rapport final.

5.6 - Rapport géotechnique des résultats des travaux de reconnaissance

Après l'exécution des travaux de reconnaissance le BET devra interpréter et présenter les résultats des reconnaissances en concernant :

- a ) Les matériaux de construction du noyau en Argile ( caractéristiques physiques, hydrauliques et mécaniques ainsi que le volume) .
- b ) La qualité des fondations superficielles et profondes des assises du barrage.
- c ) La perméabilité des terrains sous le barrage et au large avec une note de synthèse qui définira et justifiera l'ampleur ( étendue et profondeur) de la coupure étanche sous le barrage et au large.
- d ) La perméabilité de la cuvette et ses environs et les moyens nécessaires pour pallier à tout accident ou anomalie qui nuiraient à l'étanchéité de la cuvette.

Notons que l'étude géotechnique des recharges du barrage en enrochement de carrière fera l'objet d'une étude spéciale dans le cadre du futur avant projet détaillé.

5.7 - Complément d'études géologiques

Les cartes et rapports géologiques déjà établis seront rectifiés et réajustés, si cela s'avère nécessaire , en fonction des caractéristiques lithologiques des sondages de reconnaissance.

Des coupes stratigraphiques détaillées viendront clarifier la structure géographique. Ces coupes devront montrer outre les données habituelles, les niveaux perméables et imperméables, la surface piézométrique, les zones d'alimentation directes et indirectes, les drainages et les pertes en surface et en profondeur.

#### 5.8 - Etude préliminaire des variantes des solutions du barrage

Cette étude sera surtout axée sur le mode d'étanchement du corps du barrage et les meilleurs choix pour l'implantation et la conception des ouvrages annexes.

##### 5.8.1 - Variantes de digue

Il est bien connu que les matériaux disponibles pour la recharge amont et aval du barrage sont les enrochements de carrière qui pourraient être extraits à l'amont du site du barrage et au voisinage de la cuvette. Aucune autre recharge possible n'est disponible au voisinage du site dans un rayon de 5 km.

Il sera exigé par conséquent du BET de centrer l'étude comparative des variantes sur les systèmes suivants d'étanchement du corps du barrage:

- a ) Digue en enrochement à noyau central ou incliné en argile prélevée de la cuvette si la quantité d'argile s'avère suffisante.
- b ) Digue en enrochement à paroi plastique: Paroi moulée dans le corps du barrage exécutée à la fin des travaux dans un pseudo-noyau formé d'un tout venant fin et du sable provenant du lit de la rivière ou des déchets de la carrière d'enrochement.
- c ) Digue en enrochement à masque amont en béton bitumineux s'appuyant sur une recharge en enrochement .

Il est bien connu que la première variante présente des avantages techniques et économiques. Les deux autres variantes sont plus coûteuses. Par conséquent, dans le cas où l'exécution d'une digue à noyau central serait possible le BET sera dispensé d'étudier les deux dernières variantes précitées.

## 5.8.2 - Variantes des ouvrages annexes:

### 5.8.2.1 - Evacuateur de crue

Une étude comparative détaillée devra traiter tous les cas possibles de l'implantation ainsi que les différentes formes possibles de l'évacuateur de crue :

- a ) Seuil deversant circulaire suivi d'un puits vertical ou incliné prolongé par une galerie et / ou un canal à l'air libre.
- b ) Seuil deversant frontal, demi circulaire ou latéral combiné à un bassin de réception suivi par un canal à l'air libre et/ou une galerie.
- c ) Possibilité du vannage du seuil , ses avantages et inconvénients.

Toutes les variantes mentionnées ci-dessus feront l'objet d'une étude technico-économique qui permettrait de justifier le choix de la solution la plus avantageuse.

### 5.8.2.2 - Ouvrages de prise et de vidange

Les deux ouvrages de prise et de vidange pourront être combinés ou indépendants. Une étude comparative devra traiter tous les cas possibles d'implantation et de conception de ces ouvrages ainsi que leurs systèmes de vannage ( vannage amont , vannage sous la digue, vannage amont et aval, vannage aval )

Le résultat de l'étude technico-économique des ouvrages annexes sera développé au stade de l'avant-projet sommaire. Notons que la combinaison des ouvrages annexes en un seul ouvrage sera admise si les critères justifieraient l'adoption de cette solution.

## 5.9 - Avant-projet sommaire du barrage

Cette étude formera la base du choix du parti de la solution à développer au stade de l'avant-projet détaillé. Elle servira en outre à une éventuelle étude de factibilité économique de l'aménagement du barrage et du projet d'irrigation par les eaux de ce barrage. Par conséquent il sera indispensable de



projeter et de dimensionner les ouvrages avec une grande exactitude et le plus de détail possible pour pouvoir définir les quantités et le devis estimatif de cet aménagement.

Pour cette raison, il sera demandé dans le cadre de l'avant-projet sommaire de procéder à :

- a ) L'étude de l'implantation et la justification des caractéristiques de la digue ( fruit amont - fruit aval - dimensionnement du couple batardeau amont et dérivation provisoire, ... )
- b ) La définition des caractéristiques et l'étude de l'ampleur de la coupure étanche sous la digue et au large.
- c ) La conception du système de drainage
- d ) L'étude des implantations et des caractéristiques des ouvrages annexes ainsi que leurs appareillages.
- e ) La définition du système d'auscultation du barrage

Ces études précitées, faisant objet de rapports, plans et coupes détaillés, devront clarifier la conception de cet aménagement, à ceci joint une note de calcul hydraulique des ouvrages.

#### 5.10 - Etude des quantités - Estimation des coûts

L'étude des quantités devra déterminer le volume des travaux et comporter un avant-métré précis des quantités des matériaux par ouvrage mis en oeuvre et chiffré d'après les plans de conception des différents ouvrages .

L'estimation des coûts de cet aménagement sera obtenu d'après:

- a ) L'avant-métré des ouvrages et le volume des travaux
- b ) Les prix d'ordre unitaire relatifs au volume des travaux et à la nature des matériaux.
- c ) Les dépenses secondaires telles que: études, reconnaissances, surveillance et imprévus.

#### 5.10.1 - Etablissement des prix d'ordre unitaires

Les prix d'ordre seront établis sur la base des prix appliqués à des ouvrages de nature et d'importance similaires exécutés au Liban et dans le monde.

Un prix d'ordre ne doit pas être confondu avec un prix de série (bordereau du marché). C'est un prix global qui permet au BET de faire un devis réaliste en utilisant un nombre limité de postes principaux.

Les prix d'ordre unitaires devront comprendre, en plus des dépenses directes de main-d'oeuvre, matériel et fournitures, majorées des frais généraux, bénéfiques et taxes, ce qui suit :

- a ) Les frais d'installation de chantier et de ses repliements , y compris les dépenses engagées par le logement de la main-d'oeuvre.
- b ) Les dépenses pour ouvrages provisoires d'importance réduite ( plateformes, pistes d'accès , radiers, etc ... )
- c ) Les prix secondaires de bordereau.
- d ) Les dépenses de prestations accessoires ou travaux annexes.

Les ouvrages provisoires importants, tels que : accès principal, détournement général des eaux par batardeaux ou dérivations provisoires, doivent être chiffrés au même titre que les ouvrages définitifs.

Ces prix d'ordre correspondent à des prix de règlement en fin de chantier et tiennent compte des ajustements de prix et de quantités intervenant en cours de travaux qui correspondent à une majoration de 10% dans le cas d'un marché établi avec le moins disant d'un concours et sur la base de l'avant-projet détaillé.

Pour établir le devis d'un projet , on n'appliquera donc aux quantités correspondantes que les seuls prix mentionnés dans le bordereau des prix unitaires.

Dans le bordereau des prix unitaires on indiquera le prix de chaque élément de série par un numéro.

5.10.2 - Les dépenses secondaires.

Les dépenses secondaires viennent s'ajouter aux coûts calculés d'après les prix unitaires . Elles comprennent :

a ) Les frais d'études, de reconnaissance et de surveillance des travaux d'exécution.

Le montant , estimé et justifié par le BET, se répartit de la manière suivante:

- Travaux de reconnaissance complémentaire ( topographie, géologie, etc ...)
- Avant-projet détaillé , essais sur modèle réduit
- Plan d'exécution , essais in situ
- Surveillance du chantier

b ) Les dépenses pour les travaux imprévus et non explicités :

Une marge de sécurité de 10 % du montant global des travaux est suffisante pour estimer les travaux imprévus et non explicités dans l'état de cet avant-projet.

c ) Le coût des expropriations :

Le coût des expropriations est basé sur les normes en vigueur au Liban qui tiennent compte des conditions locales de la région du projet d'aménagement.

## REFERENCES

- Etude géologique du site de barrage de Noura Et Tahta HG 24 préparé par les géologues Chapon et Guerre , édité le 15 septembre 1971 par le Projet de Développement Hydro-Agricole.
- Etude de génie civil du barrage de Noura Et Tahta GC06 préparé par l'Ingénieur A. Atallah , édité en février 1972 par le Projet de Développement Hydro-Agricole.

الجمهورية اللبنانية  
مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية  
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام

République Libanaise  
Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative  
Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public  
(C.P.E.S.P.)