

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

1/88

وزارة التعليم و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

2 esc

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE - المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE TECHNICO - ECONOMIQUE

DU BARRAGE

DE SOUK EL TLETA

13 PLANCHES

Proposé par : L'ANB

Etudié par : S.ABBAS
A.ITBIRENE

Dirigé par :
M^r D.ABDERRAHIM
M^r K.AMRANE

PROMOTION janvier 88

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

**ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE
DU BARRAGE
DE SOUK EL TLETA**

Proposé par : L'ANB

Etudié par : A.ITBIRENE
S.ABBAS

Dirigé par :
M^r D.ABDERRAHIM
M^r K.AMRANE

PROMOTION janvier 88

R EMERCIMENTS

Nos sinceres remerciements a

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

Monsieur : A. ABDERRAHIM

MONSIEUR : A. MRANE DE L'ANB

MONSIEUR : M BENGHERBIA

Ainsi qu'a tous les enseignants du

Departement D'HYDRAULIQUE et de l'E.N.P.

EDICACES

- AL MON PERE

- AL MA MERE

- AL MES FRERES ET SOEURS

- AL MA FAMILLE

- AL TOUS MES AMIS

ITBIRENE ALI

AL E DEDIE CE TRAVAIL A :

- AL MES PARENTS

- AL MES FRERES ET SOEURS

- AL TOUS MES AMIS

ABBAS SAID

INTRODUCTION :

		Page
CHAPITRE I	Déscription du Projet.	- 2 -
CHAPITRE II	Etude géologique.	- 6 -
CHAPITRE III	Etude Technico-économique des quatre(04) variantes.	- 28 -
	- Etude technique de la variante n° 1.	- 30 -
	- Calcul technico-économique de la variante n° 1.	- 35 -
	- Etude technique de la variante n° 2.	- 39 -
	- Calcul technico-économique de la variante n° 2.	- 76 -
	- Avantages et inconvénients de la variante n° 1 et 2 .	- 83 -
	- Etude technique de la variante n° 3 et 4 .	- 85 -
	- Etude technique de la variante n° 3.	- 86 -
	- Calcul technico-économique de la variante N° 3.	- 98 -
	- Etude technique de la variante n° 4 .	- 100 -
	- Calcul économique de la variante n° 4 .	- 105 -
	- Avantages et inconvénients des variantes 3 et 4	- 107 -
	- Coûts des ouvrages annexes.	- 108 -
	- Tableaux récapitulatifs des coûts des (04) variantes .	- 117 -
	- Tableau des coûts totaux des 4 variantes.	- 120 -
	- choix de la variante définitive.	- 120 -
CHAPITRE <u>IV</u>	- Ouvrages annexes.	- 121 -
CHAPITRE <u>V</u>	- Conclusion.	- 134 -

INTRODUCTION

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHÈQUE
Ecole Nationale Polytechnique

Sur la base des données topographiques, hydrologiques et géologiques du futur barrage SOUK EL TLETA, situé sur L'oued boug'doura.

Il nous a été demandé de faire le choix entre les quatre (04) variantes suivantes:

- Barrage en enrochement avec masque en béton étanche.
- Barrage en enrochement avec noyau argileux
- Barrage poids (gravité).
- Barrage poids deversoir.

Pour cela, une étude technico - économique du barrage va permettre de faire le choix définitif du type d'ouvrage à réaliser.

() CHAPITRE I

DESCRIPTION DU PROJET

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

CHAPITRE/ : (I) Description du projet :

I) Justification de l'aménagement

-Le barrage de Souk-El-Tleta sur l'oued Bou-G'Doura fait partie du "schéma d'aménagement des ressources en eau dans la région ALGER-SEBAOU.

Il permettra de régulariser un volume de 98 HM³ destiné aux besoins urbains d'ALGER (77HM³) et à l'irrigation de la mitidja (21 HM³).

2) Caractéristiques du projet:

-Les principales caractéristiques du barrage et de ses ouvrages annexes sont résumées dans les tableaux suivants :

(2.1) Caractéristiques principales du barrage en enrochement avec masque en béton et du barrage en enrochement avec noyau argil

-Oued Bou-G'Doura à Souk-El-Tleta: Précipitations annuelles moyennes Apports moyens annuels Apports solides annuels	860 M ³ 142 H M ³ 0,37 H M ³ /an
-Barrage Côte de la crête du barrage Côte du niveau normal de retenue Côte des plus hautes eaux Longueur de la crête du barrage	135m N.G.A. 128m N.G.A. 133m N.G.A. 195m
-Evacuateur Capacité nominale Type: 2 évacuateurs: 1°) type évacuateur en puits 2°) type: évacuateur latéral (type Greager) côte de la crête du deversoir	3 5100 m/s 128m N.G.A.
-Retenue: volume régularisé au barrage volume de stockage Brut volume estimé de sédiments volume utile	98 H M ³ 144 H M ³ 11 H M ³ 106 H M ³

(2.2) / Caractéristiques principales du barrage poids :

-Oued Bou-G'Doura à Souk-El-Tleta Précipitations annuelles moyennes Apports moyens annuels Apports solides moyens annuels	860 mm ³ 142 H m ³ 0,37 H m ³ /an
-Barrage Côte de la crête du barrage Côte du niveau normal de retenue Côtes des plus hautes eaux Longueur de la crête du barrage	135m N.G.A. 128m N.G.A. 133m N.G.A. 143m
-Evacuateur Capacité nominale Type: 2 évacuateur: 1 ^o type: évacuateur en puits 2 ^o type: évacuateur latéral (type Greger) Côte de la crête du deversoir	5100 m ³ /s 128m N.G.A.
-Retenue volume régulatisé au barrage Volume de stockage brut Volume estimé de sédiments Volume utile	98 H m ³ 144 H m ³ 11 H m ³ 106 H m ³

(2.3) / Caractéristiques du barrage poids deversoir:

-Oued-Bou-G'doura à Souk-El-Tleta Précipitations annuelles moyennes Apports moyens annuels Apports solides moyens annuels	860mm ³ 142H M ³ 0,37 HM ³ /an
-Barrage: côte de la crête du barrage Longueur de la crête du barrage	128m N.G.A. 136,0 m
-Evacuateur: Capacité type: le barrage lui même constitue l'évacuateur côte de la crête du deversoir	5100m ³ /s 128m N.G.A.
-Retenue: Volume régularisé au barrage Volume de stocka-ge brut Volume estimé de sédiments Volume utile	98 H M ³ 144 H M ³ 11 H M ³ 106 H M ³

(3) - SITUATION :

-Le site se trouve sur l'oued BOU-GDOURA à 8km au sud de DRAA-BEN-KHEDDA et à 250m en aval du confluent de l'actif TLETA et de l'actif TALA-IMEDRANE.

(voir plan de situation)

-Il n'existe aucun autre site possible en aval, la construction d'un barrage sur l'un des affluents en amont du site fournirait une capacité de stockage relativement faible.

-Il est aussi indispensable de détourner la RN 25 et la W I28, ainsi qu'une ligne électrique pour pouvoir construire le barrage;

la première parce qu'elle traverse le site sur la rive droite, et remonte la vallée de l'actif TLETA .

la deuxième parce-que'elle se divise pour suivre la vallée de l'actif TALA-IMEDRANE.

Et enfin la ligne électrique parce-que'elle traverse le site .

4 . / TOPOGRAPHIE / :

- Le site a une topographie adéquate pour réaliser un barrage , en effet la gorge aux parois abruptes a une largeur de 50m;
au niveau du lit du cours d'eau qui se trouve à une côte de 65m.

- Cette largeur étant de 200m en crête du barrage (135m NGA), la pente moyenne de la rive gauche est de $1/1,3$ jusqu'au sommet situé à la côte de 170m.

- Un écartement abrupt dont le front surplombe par endroits, constitue la rive droite;

la pente générale étant de $1/0,7$ jusqu'au niveau de la crête du barrage.

- On constate aussi un col situé à 1200m en aval de l'axe, qui se trouve à (1) côte de 119m seulement sur la rive gauche.

- Un barrage auxiliaire sera donc nécessaire pour rehausser le niveau de retenue des eaux .

(CHAPITRE II

 - ETUDE GEOLOGIQUE -

CHAPITRE III -o-ETUDE GEOLOGIQUE-o-

I. (G, géologie régionale/ : En ce qui concerne la géologie, il a été constaté que les montagnes au sud sont constituées par les schistes paléozoïques, profondément creusées par les vallées des actifs TLETA et TALA-IMEDRANE; qui eux même sont recouverts par des grés du miocènes qui plongent en direction du nord et forment la gorge de SOUK-TLETA.

- La discordance entre ces roches plongent également dans le nord, est visible en surface sur le site du barrage

- Le lit du cours d'eau est recouvert de graviers alluvionnaires sableux bordés de dépôts de sables et graviers silteux forment la terrasse d'inondation.

- En amont les deux côtes de la vallée sont recouvertes par une fine couche formée de sols résiduels d'altération provenant des schistes sous-jacents et de dépôts colluviaux.

- Aucune indication n'a laissée constater la présence de faille régionale qui affecte la zone de site .

2. - GÉOLOGIE DU SITE /:

2.1. I ~~ntroduction~~

()es travaux de reconnaissance géologique du site furent réalisés, les résultats de ces travaux ont été portés sur une ~~carte~~ carte établie à l'échelle 1/5000 (voir carte géologique) .

- Pour avoir une idée des zones d'emprunt, des puits ont été réalisés dans plusieurs emplacements du site.

- 3 coupes géologiques ont été dressées à partir des sondages qui ont été réalisés sur le site (figure 1, 2, 3).

- La figure 1 montre une coupe géologique suivant l'axe du barrage.

- La figure 2 montre une coupe géologique de la rive gauche.

- Et enfin la figure 3 montre la coupe géologique de la rive droite .

- Tous ces sondages et ces coupes ont permis de constater la présence des schistes de paléozoïques au niveau inférieur du sol suivie d'alluvions récent au niveau de l'axe du barrage.

- On constate aussi la présence sur les 2 rives du grés du miocènes et la présence aussi au niveau supérieur de la rive gauche des conglomérats du pliocène et une partie de la rive gauche est constituée des marnes du miocène.

2.2 . / ES SCHISTES DU PALEOZOIQUES /:

- A partir du sondage qui a été réalisé au centre du cours d'eau, il a été récupéré des fragments des schistes, de la de la faille de graviers avec parfois de blocs de schistes à grain fins et à veines de Quartz de résistance bonne à moyenne sur (I) une profondeur de 45 m, avec une épaisseur de 30 cm .

- Et sachant que les schistes métamorphiques sont des roches finement feuilletée et fortement plissée d'un gris tirant sur le vert .

- Dans lesquelles ont pénétré d'épaisses veines et lentilles de Quartz blanc d'une épaisseur pouvant atteindre 250mm.

- A l'état non altéré, les schistes sont des roches principalement dues à une résistance moyenne à bonne, bien qu'on trouve également des schistes fossiles plus fragiles.

- Les roches mises aux passages des routes ou sur les rives du cours d'eau sur le côté du site ne font apparaître qu'une altération superficielle, mais les schistes sous-jacents de la zone de la retenue sont plus profondément altérés sur les versants de la vallée.

2.3. Contact grés schistes/: Ce contact affleure sur la rive dans l'escarpement en bordure de la route sur une distance de 40m.

-Les grés sont déposés directement sur la surface schisteuse irrégulière érodée depuis peu avec un relief général de 1m environ.

-Le contact est intime et les roches situées au-dessous sont faiblement altérées ou érodées, le pendage du à la plisseeur est orienté vers l'aval selon un angle de 12-15°.

-Les deux roches en contact affleurent également sur la rive au nord de l'acif TLETA et sont érodées par le cours d'eaux.

La surface du contact est étroitement scellée mais les couches de fond caillouteuses, de l'unité gréseuse sont plus altérées au-dessus de la surface du contact.

-Sur 50cm environ les deux roches en contact irrégulier mais étroit affleurent également de l'escarpement surplombant la route, sur la route au sud de l'acif TLETA.

-Il n'a été observée aucune naissance de source dans la zone du contact grés schistes.

2.4 /es grés du miocène/:

-Les grés du miocène constituent les (2) appuis du barrage depuis un niveau légèrement inférieur à celui du lit actuel du cours d'eau. Sur la rive droite, un sondage vertical a été réalisé afin d'examiner la masse rocheuse de l'appuit droit, ils ont rencontré des grés fortement altérés et peu résistants au-dessous de la couverture du sol résiduel de 1,5m d'épaisseur.

-On rencontre des roches de résistance moyenne et moyennement altérés jusqu'à 27,45m; les grés devenant ensuite moins altérés et gris bien qu'il existe encore des couches profondément altérés de résistance plus faible.

-Au-dessous de 50m, les grés forme une roche massive à grain moyen bien cimenté de couleur grise dont la résistance va de bonne à moyenne.

-Sur la rive gauche, un sondage incliné selon un angle de 55° vers le nord-ouest a été réalisé dans l'appuit gauche supérieur afin de recouper une zone susceptible de comporter des failles des grés

-Un grés massif moyennement altéré à grain moyen comportant des joints généralement très inclinés et fortement tâchés de rouille fût tout d'abord rencontré jusqu'à une profondeur de 50m.

-Au-dessus de cette profondeur, les surfaces de séparation ne comportent plus que de faibles tâches de rouilles.

-Les grés qui constituent les (2) appuis du barrage, le grés est à grain moyen et forme généralement des couches épaisses dans la roche massive.

-Les grés non altérés est de couleur grise, les effets de l'altération persistent jusqu'à plus de 40m de profondeur dans le sondage.

les grés moyennement à faiblement altérés constitue une roche bien cimentée de résistance moyenne (résistance à la compression maximale atteignant 50 MN/ m²) .

-Les grés sont decoupés par des joints importants fortement inclinés qui sont séparés de 1 à 5m et orienté NO à N.

d'autres joints parallèles espacés de 50 à 300mm, sont visibles dans l'éscarpeement de la rive droite.

-Dans presque tous les cas, les surfaces des joints comportent des tâches de rouille.

ces tâches pouvant pénétrer profondément dans les parois, Or, il n'a été constaté aucune source dans les grés très exposés qui forment l'éscarpeement de la rive droite.

-Le cours de l'oued dans la gorge semble être déterminé par les joints importants présents dans les grés;

rien n'a été découvert pour relever la présence de faille .

2.5 (//) ~~o-o-o-o-o-o-o-o~~ marnes du miocène:

- Sur presque toute la crête de la rive gauche, et de la rive droite, on constate les marnes grises du Cartenien qui recouvre les grés .

- Les marnes sont constitués d'argilités calcaires à grain fin, à très fins d'assez faible résistance et de couleur grise, qui se brisent en formant une cassure irrégulière;

le sol sous-jacent se caractérise par des pentes arrondies superficiellement instables.

- L'épaisseur constituée du sol suoefficiel et des marnes fortement ou entièrement altérés est de 2 à 5m ./. .

2.6 \triangle Conglomérats du pliocène:
-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

-Ce conglomérats du pliocène recouvre la crête de la rive gauche.

-La carotte recuperée lors du sondage réalisé à ce niveau est constitué par des cailloux et galets de forme arrondis et subarrondis.

L'épaisseur du conglomérats a été estimée à 44m, à cette profondeur le sondage passe des sables à grain moyen aux sables à grain grossier qui sont des grés du miocène complètement altérés.

-Ces conglomérats ne dépassent pas la côte 125m sur le coté ouest de la crête mais remblaient entièrement le coté gauche de la vallée de BOU-G'DOURA.

Des depots identiques coiffent les collines situées à l'ouest, et au nord du site, des plaques residuels, étant formées sur la rive droite.

-Ces conglomérats du pliocène sont fermés de cailloux et de galets arrondis et subarrondis provenant d'I grande variété de roches (shistes, gneïss, grés, quartz).

- Les conglomérats résistent bien à l'érosion et soutiennent les parois escarpés jusqu'à une hauteur de 30m;

- Sur le côté gauche de la vallée de BOU-G'DOURA .

2.7 ~~(F)~~ alluvions récentes:

- Le sondage qui a été réalisé au centre du cours a permis de découvrir de dépôts d'alluvions qui ont une épaisseur de 18,15m, la largeur de ce cours d'eau entre les deux (02) parois rocheuses de la gorge est de 50m sur le site;

Ces dépôts se composent de graviers et de sables silteux argileux avec parfois des galets .

Les galets se composent généralement de cailloux de quartz, grés, shiste, gneiss, et calcaire de forme subarrondis à arrondis.

3. /)/) -ATERIAUX DE CONSTRUCTION/:

-Six puits d'essai ont été creusés par moyens mécaniques dans une zone d'emprunt ponctuelle située à l'oued du site, dans des marnes altérées dont l'utilisation comme matériau d'étanchéité pour le noyau du barrage a été proposée .

-Ces puits ont une profondeur atteignant 3,5m, l'épaisseur des sols superficiels argileux gris ou bruns, comportant des traces de croûte calcaire est de 0,3 - 0,4m.

On constate la présence des marnes argileuses profondément altérées entre 1,8 et 2,5m, des argilites grises très dures et bien consolidées venant en dessous.

Des couches de galets ont été observées sous le sol superficiel dans deux puits (PI, P3).

3.1 -Matériaux pour la construction du noyau du barrage:

-Les sols sableux résiduels constatés sur les pentes de grés du miocènes ainsi que, les sols argileux qui recouvrent les marnes de Cartenien et les roches sous-jacentes fortement ou entièrement altérées, constituent une source importante pour la construction du noyau d'étanchéité d'un ouvrage en terre ou en enrochement .

3.2 - Matériaux pour la construction des recharges:

Les grès du miocènes non altéré ou faiblement altéré forme une roche massive moyennement résistante à résistante qui pourrait être utilisée comme enrochement.

-La vallée de l'acif TLETA présente à l'ouest du site du barrage des sites carrière potentiels.

-Les matériaux excavés provenant du sol de fondation du barrage et de l'évacuateur ou des ouvrages de dérivation ; pourraient servir à constituer les recharges du barrage.

-Les graviers du cours d'eau qui se trouvent en aval du site constituent l'autre source importante des matériaux pouvant convenir à la constitution des recharges .

3.3 - Granulats:

Les sables et graviers alluvionnaires de l'oued BOU-GDOURA et de l'oued SEBACU à proximité de DRAA-BEN-KHEDDA constituent localement les principales sources de granulats pouvant être utilisés pour la préparation du béton, et aussi les conglomérats excavés du pliocène pourrait fournir des granulats grossiers et être ainsi utilisés comme matériaux de remblai d'usage général.

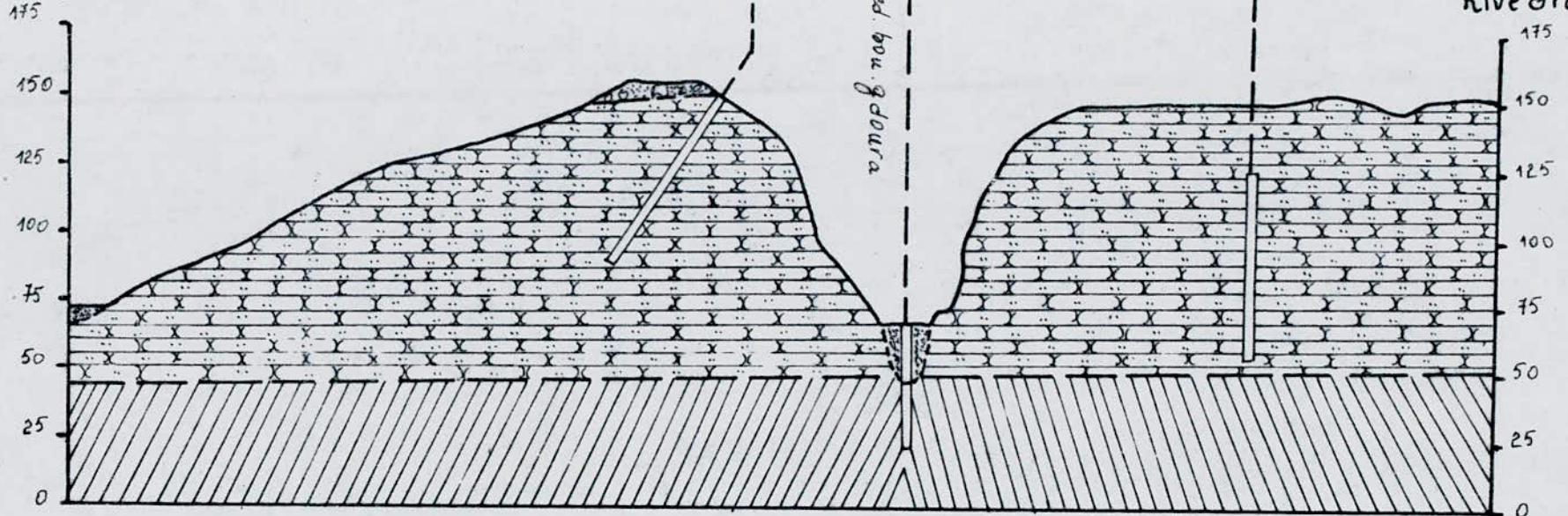
FIGURE N°1

Coupe. C-D

Coupe. E-F

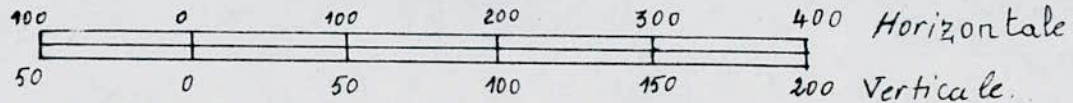
(A)
Rive gauche

(B)
Rive droite



(m). NGA.

ECHELLE (m)



RECENT.



Alluvions

PLIOCENE



Conglomerats

MIOCENE



Grès

PALAEOZOÏQUE.

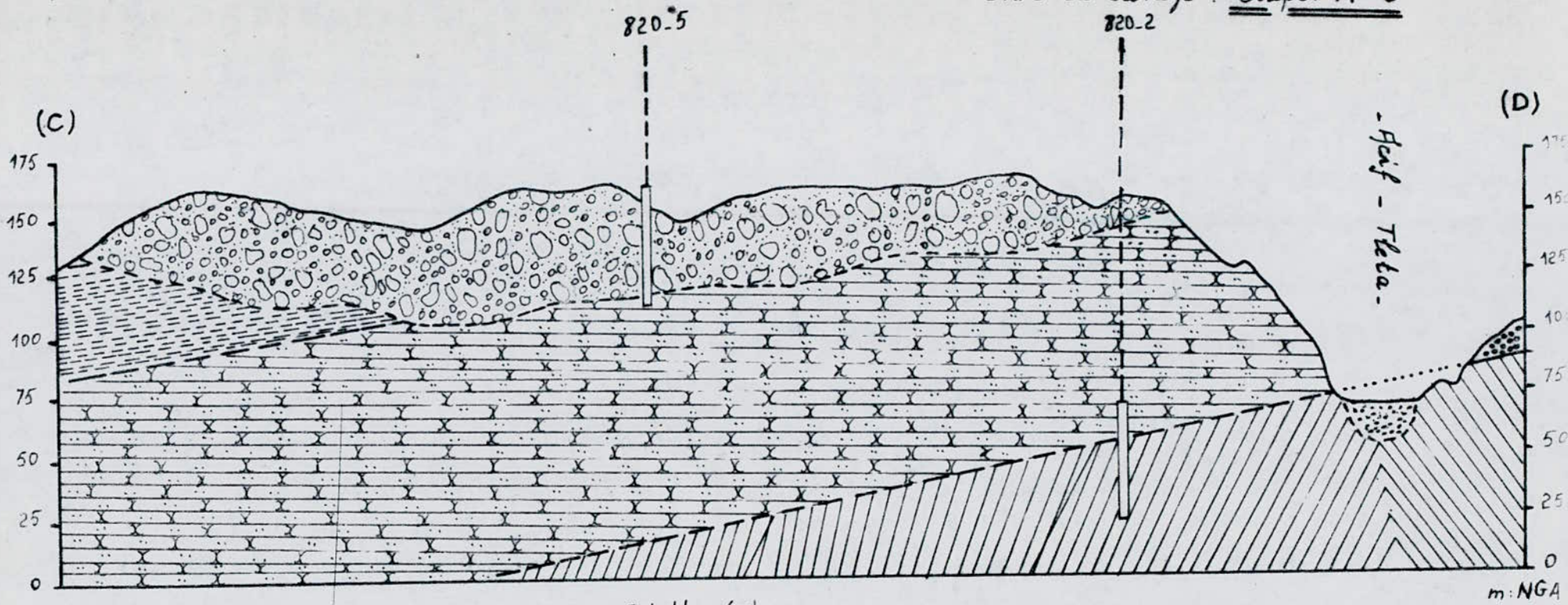


Schistes

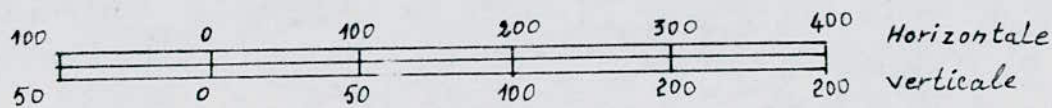
SOUK. EL. TLETA. COUPE. GEOLOGIQUE. - Axe DU barrage

FIGURE: N°2

- Axe du barrage : Coupe. A-B



Echelle. (m).



RECENT



ALLUVIONS

MIOCENE



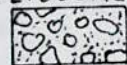
MARNES

PALÉOZOÏQUE

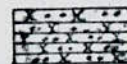


SCHISTES

PLIOCENE



CONGLOMERATS

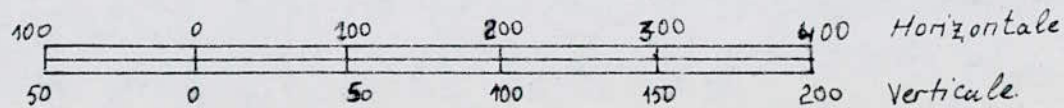
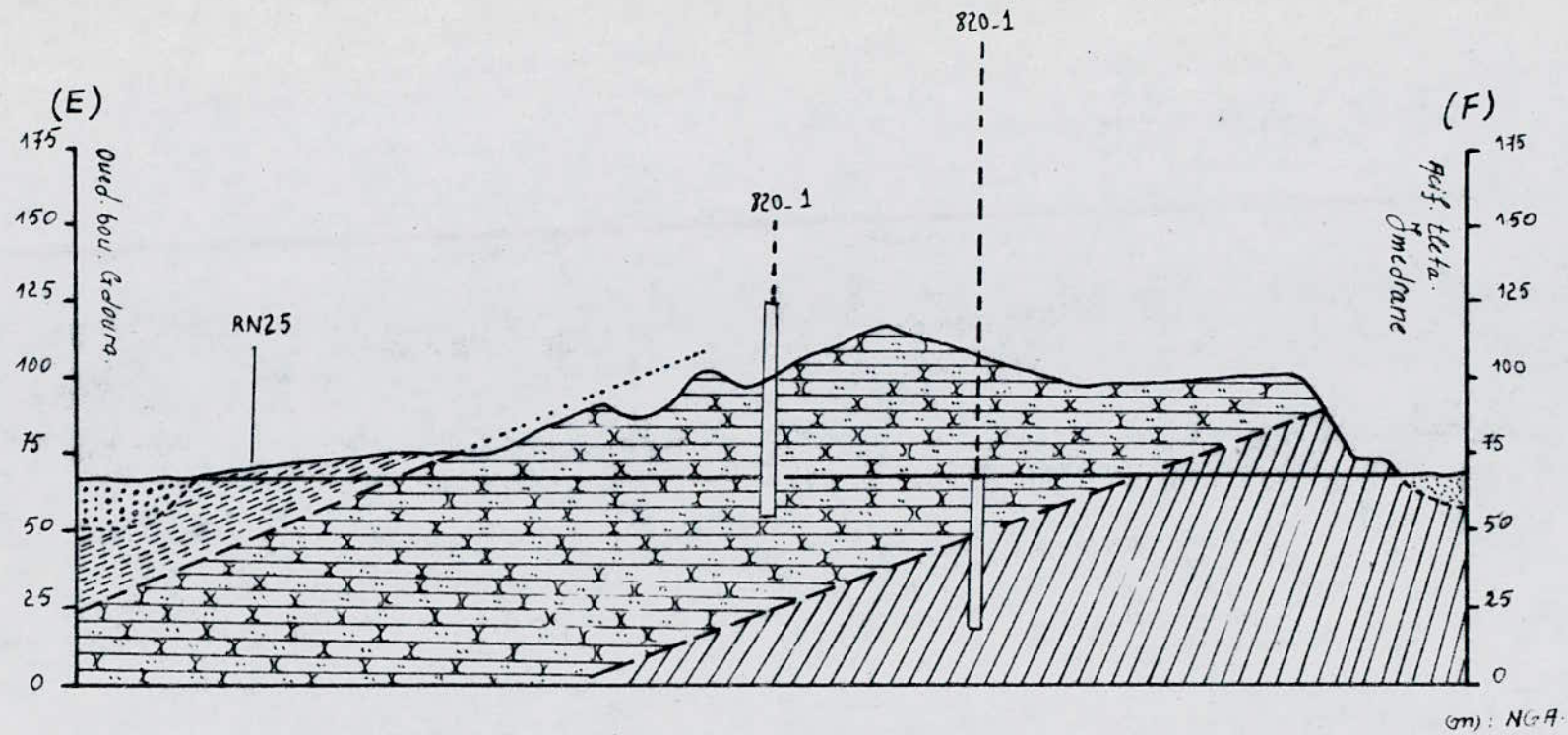


GRÈS

SOUK-EL TLETA . COUPE . GEOLOGIQUE . RIVE GAUCHE

FIGURE: N°3

Axe du barrage - Coupe A-B



RECENT



ALLUVIONS

MIOCENE



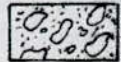
Marnes

PALAEOZOÏQUE



Schistes

PLIOCENE



conglomerats



Grès

SOUK. EL. TLETA . COUPE GEOLOGIQUE. RIVE DROITE.

4 . ~~0-//7)~~ PERMEABILITE DES ROCHES-0-
-0-0-0-0-0-0-0-0-8-0-

-/_es essais de perméabilité effectués ont donné les résultats suivants :

/ ABLEAU N° I- Résultats de perméabilité fournis par les essais de LUGÉON .

numéro du sondage	profondeur(m) de à		résultats (UL)	géologie
820-1 (vertical) 70 m	5	10	1,30	Grés(Miocène)
	10	15	1,44	
	15	20	1,14	
	20	25	1,08	
	25	30	1,23	
	30	35	1,14	
	35	40	1,30	
	40	45	1,28	
	45	50	1,38	
	50	55	0,80	
	55	60	0,80	
820-2 (vertical) 45 m	19	22	1,80	Schiste(paléozo- ique)
	22	25	1,50	
	25	28	1,20	
	28	31	1,60	
	31	34	1,20	
	34	37	1,50	
	37	40	0,80	
	40	43	1,50	
820-4 (incliné selon un angle de 55°) 70 m	3	6	2,60	Grés(Miocène)
	6	9	1,50	
	9	12	0,60	
	12	15	1,00	
	15	18	0,20	
	18	21	0,20	
	21	24	1,70	
	24	27	"	
	27	30	0,20	
	32	37	0,20	
	37	42	0,20	
	42	47	0,20	
	47	52	0,70	
	52	57	0,80	
	57	62	1,20	
62	67	1,00		
67	70	0,83		

TABLEAU SUITE :

numéro du sondage	profondeur(m) de à		résultats	géologie
820-5 (vertical) 50 m	5	8	1,30	conglomérats
	8	11	1,70	(Pliocène)
	11	14	2,60	"
	14	17	1,30	"
	17	20	2,20	"
	20	23	1,80	"
	23	26	1,40	"
	26	29	0,80	"
	29	32	1,20	"
	32	35	1,10	"
	35	38	1,30	"
	38	41	1,30	"
	41	44	1,20	"
44	47	1,10	sables (grés alt-	
47	50	1,00	éré "	
820-6 (vertical) 25 m	7	10	3,20	Marnes (mioce-
	10	13	3,40	ne"
	13	16	2,30	"
	16	19	1,90	"
	19	22	1,50	"
	22	25	0,70	"

TABLEAU N° 2:

-Resultats de permeabilité fournis par les essais de LEFRANC .

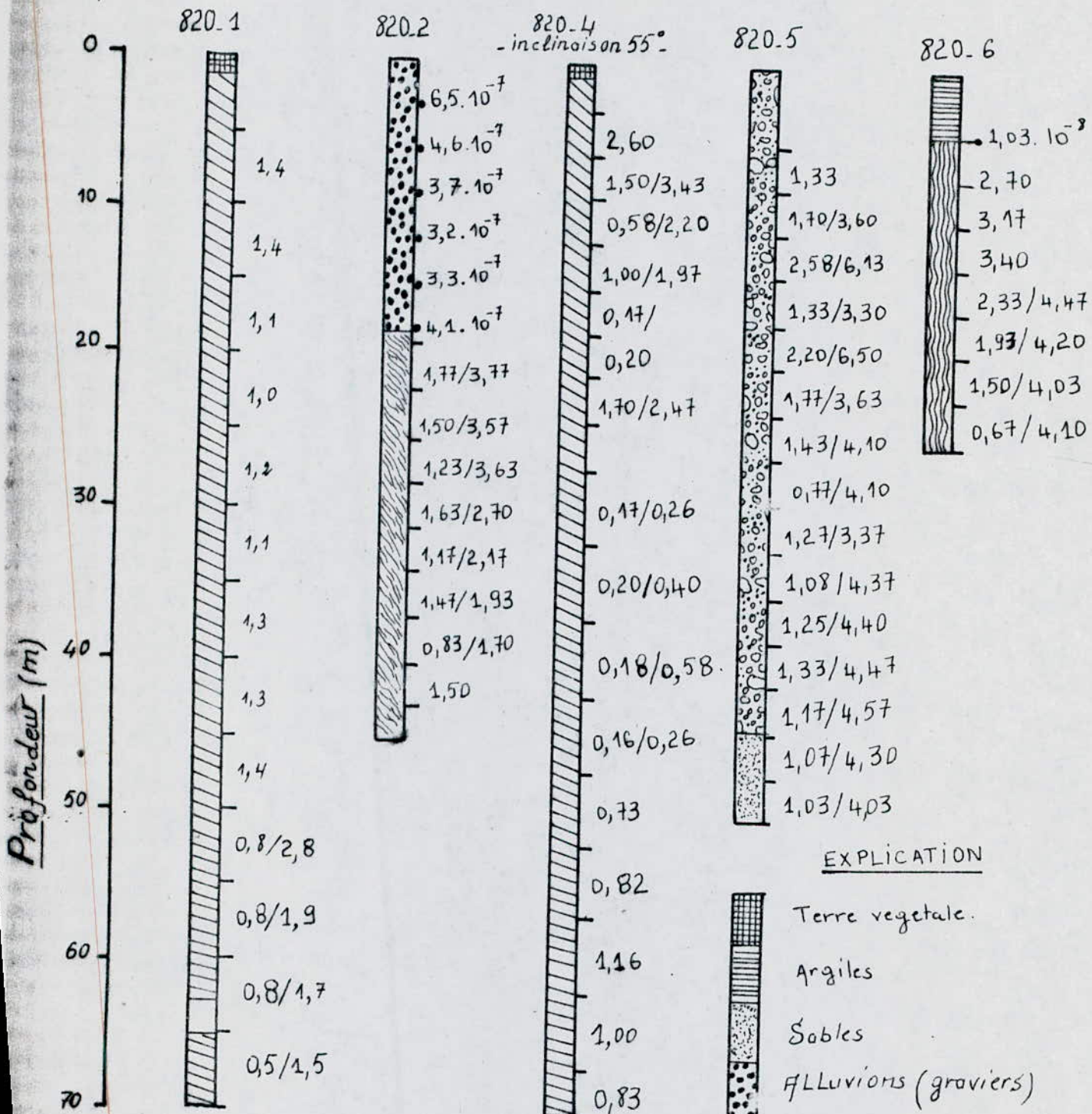
numéro de sondage	profondeur(m) de à		résultats k=(m/s)	géologie
820-2 (vertical) 45 m	3	3	6,5 10 ⁻⁷	alluvions
	6	6	4,6 10 ⁻⁷	alluvions
	9	9	3,7 10 ⁻⁷	alluvions
	12	12	3,2 10 ⁻⁷	alluvions
	15	15	3,3 10 ⁻⁷	alluvions
	18	18	4,1 10 ⁻⁷	alluvions
820-6 (vertical) 25 m	4	4,5	1,03 10 ⁻⁸	marnes

CONCLUSION /:

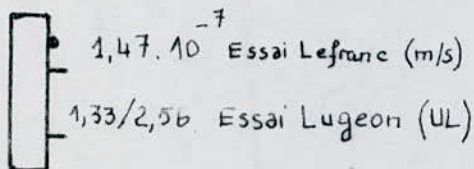
/)/ous constatons que les matériaux constituant les rives ,
(grés,conglomérats,),la fondation (alluvions,shistes) sont d'
une permeabilité bonne à moyenne.

.....

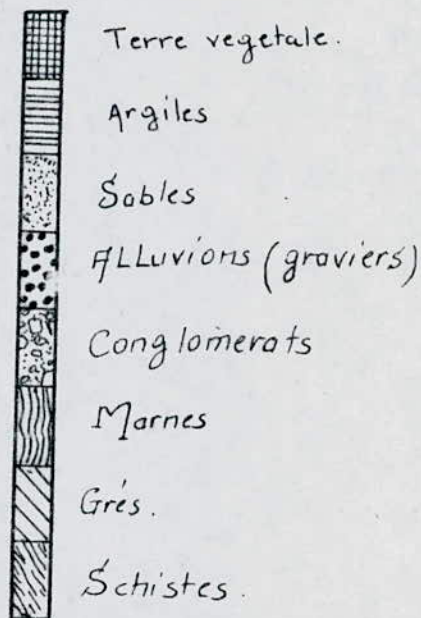
Sondage N°



PERMEABILITE



EXPLICATION



-o- PUITS D'ESSAI -o-

-Six puits ont été creusés par moyens mécaniques dans une zone d'emprunt potentielle située à l'ouest du site, dans des marnes altérées dont l'utilisation comme matériau d'étanchéité pour le noyau du barrage a été proposée.

-Ces puits ont une profondeur atteignant 3,5m, l'épaisseur des sols superficielles argileux ou bruns comportant des traces de croûte calcaire est de 0,3 à 0,4m.

-On constate la présence des marnes argileuses profondément altérées entre 1,8 et 2,5m, des argilites grises très dures et bien consolidées venant en dessous.

-Des couches de galets ont été observées sous le sol superficiel dans deux puits (P1 et P3).

-/ es résultats ont donné:

-Puits N°1.

0m à 0,40m argile brune limoneuse + encroûtement calcaire assez prononcé avec éléments calcaires et siliceux.

0,40 à 0,70m Idem mais avec plus nombreux cailloutis et plus gros (environ 2cm de diamètre).

0,70 à 1,50m argile marneuse ocre zébrée de bleu, traces d'encroûtement et quelques rares petits éléments (= 2 à 3 mm).

1,50 à 1,80m lit de gros blocs dans importante gangue argilo-marneuse

1,80 à 2,50m marnes grises légèrement oxydées, humides.

2,50 à 3,50m marnes grises déjà consolidées.

-Puits N°2 :

0m à 0,50m: argile brune, un peu d'encroûtement calcaire et éléments siliceux (\varnothing = 1 à 3cm).

0,50 à 1,80m: marne argileuse grise légèrement humide, traces d'encroûtement d'oxydation + rares petits éléments (\varnothing = 1 à 2 mm).

1,80 à 3 m : Marnes grises assez consolidées, traces d'oxydation.

-Puits n°3.

0m à 1 m : Argile brune plastique avec petites "concretions carbonatées et quelques cailloutis.

1m à 2 m : Marnes grises assez consolidées .

- Puits n° 4.

0m à 0,70m : Argile brune avec légères traces d'encroûtement calcaire.

0,70m à 1,30m : Marnes argileuses grises légèrement silteuse, assez consolidées, faible teneur en eau, traces d'oxydation

1,30m à 3,50 : Marnes grises de plus en plus dures au fur à mesure que l'on descend.

-Puits n°5.

0 à 0,30 : Terre végétale argileuse avec un peu d'encroûtement quelques cailloutis.

0,3 à 2,50m : Marnes ~~argileuses~~ grises avec trace d'oxydation, assez humides

2,5 à 3 m : Marnes consolidées grises.

-Puits n°6 .

0m à 0,30m : Terre végétale très argileuse, brune.

0,30 à 1,30m : Marnes argileuses marron + traces d'encroûtement matière organique et présence de petits cailloutis

1,30m à 2,50 : Marnes argileuses gris clair, oxydées et humides.

2,50m 3,0 m : Marnes grises assez bien consolidées .

5 . CARACTERISTIQUES GEO-TECHNIQUES DES MATERIAUX/:

- / Plusieurs sondages de reconnaissance ont été effectués, ainsi que des essais de laboratoire ont porté d'une part sur les matériaux de fondation (Alluvions, schistes) et d'autre part sur les sols qui recouvrent ces matériaux qui sont principalement des Grés Conglomérats, Argiles .

Les caractéristiques de ces matériaux sont donnés par le tableau suivant:

	γ_h	γ_{sat}	γ_d	$K \cdot 10^{-4}$	C_{cd}	φ_{cd}	C_{cu}	φ_{cu}	C_{uu}	φ_{uu}
ARGILE	2,10	2,20	1,20	0,05	0,5	25	0	13	0,2	28
FILTRE	1,87	2,10	1,10	30	0	40				
ENROCHEMENT	1,95	2,20	1,20	D.L	0	40				
ENROCHEMENT rip-rap	2,41	2,41	1,41	D.L	0	35				
FONDATION rocheuse	2,60	2,60	1,60	100	0	50				
ALLUVION	2,10	2,20	1,20	D.L	0	21				

avec :

γ_h : Densité humide

γ_{sat} : Densité saturée

γ_d : Densité déjaugée

K : Perméabilité du matériau

C : Cohesion du matériau

φ : Angle de frottement

D.L : Drainage libre .

() CHAPITRE III

- ETUDE TECHNICO ECONOMIQUE DES -

- QUATRES 04 VARIANTES -

Introduction/:

- Sur la base des données topographiques, hydrologiques et géologiques du site du futur barrage de Souk-El-Tleta situé sur l'oued Bou-G'doura;

il nous a été demandé le calcul technico-économiques des quatres variantes suivantes:

- 1) Barrage en enrochement avec masque en béton étanche.
- 2) Barrage en enrochement avec noyau argileux .
- 3) Barrage poids (gravité) .
- 4) Barrage poids déversoir .

-Il nous a été possible sur la base des critères technico-économiques de choisir la variante la moins chère.

Cette dernière va faire l'objet d'une étude quelque peu plus détaillée (sécurité, ouvrages annexes, etc.....).

-Dans ce qui suit pour des raisons de commodité, nous désignerons par :

-La variante N°1, la variante " Barrage en enrochement avec masque en béton étanche".

-La variante N°2, la variante " Barrage en enrochement avec noyau argileux " .

-La variante N°3, la variante " Barrage poids " .

-La variante N°4, la variante " Barrage poids déversoir "

-o- / ETUDE TECHNIQUE DE LA VARIANTE N°1 -o-

1°) Matériaux constituant le barrage :

-Des reconnaissances effectuées, il ressort qu'il existe à proximité du site d'excellentes carrières d'enrochements qui vont constituer les recharges du barrage .

-Les sables et graviers alluvionnaires de l'oued Bou-Gdoura constituent localement les principales sources de granulat pouvant être utilisée pour la préparation du béton .

2°) Dimensionnement du barrage :

(2.1) hauteur du barrage

-D'après la carte topographique, la hauteur totale est égale à la différence de la côte entre le niveau du couronnement et le niveau du lit de l'oued,

$$H_b = \text{côte du couronnement de l'oued} - \text{côte du lit de l'oued}$$
$$H_b = 135 - 65 = 70 \text{ m .}$$

(2.2) Largeur en crête

-L'épaisseur de la crête du barrage doit assurer une sécurité suffisante contre tout risque de submersion par les vagues, et même temps pour les besoins de services.

-Pour nous orienter sur la largeur de la crête à adopter nous utiliserons les formules empiriques suivantes:

a) Formule de T.T. KNAPPEN .

$$b = 1,65 \cdot \sqrt{H} = 13,8 \text{ m}$$

b) Formule de E.F. PREECE

$$b = 1,1 \cdot \sqrt{H} + 1 = 10,20 \text{ m}$$

c) Formule d'après "techniques des barrages en aménagement rurale".

$$b = 3,6 \cdot \sqrt{H} - 3 = 11,81 \text{ m}$$

Donc nous adoptons une largeur $b = 12 \text{ m}$ qui sera amplement suffisante.
(aucune route n'est prévue le long de la crête du barrage) .

(2.3) Longueur en crête du barrage

- Cette valeur est mesurée directement sur le plan topographique
 $L = 195 \text{ m}$

(2.4) Risbermes

- 3 risbermes seront disposés sur le talus aval, ils augmenteront la stabilité et serviront de route d'accès aux véhicules transportant l'enrochement ou d'autres matériaux.

- Ils seront disposés sur le talus aval respectivement aux cotes 85m, 105, 125m .

(2.5) Pentes des talus

- Les enrochements seront déversés puis compactés dans la majeure partie du remblai, ils seront arrimés à proximité des talus, ce qui leur confèrera une stabilité supplémentaire;

- Etant donné le mode d'exécution du massif, les pentes adoptées

sont : $1,8 / 1$ pour le talus amont

$1,8 / 1$ pour le talus aval .

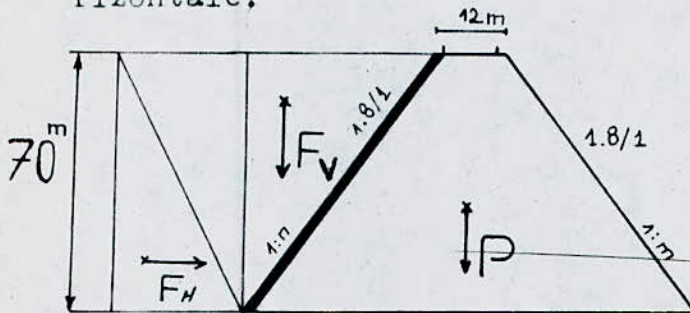
2.6 / ALCUL DE LA STABILITE DE LA VARIANTE N° I/:

-Stabilité au glissement:

-Le calcul de la stabilité des barrages en enrochement se fait de la même manière que celui des barrages en béton (barrage poids), avec cependant une différence étant donné que pour les barrages en enrochements aucun risque de renversement.

-Le calcul de stabilité se fera pour le cas le plus défavorable (P.H.E, seisme).

-[] on; ce qui suit nous ferons le rapport des force stabilisatrices (poids, poussée verticale de l'eau) et des forces déstabilisatrices (poussée horizontale de l'eau, secousse sismique horizontale).



secousse amont-aval .

-Dans ce qui suit nous désignerons par :

H = la hauteur maximale du barrage

n = la pente du talus amont

m = la pente du talus aval

d_{eau} = la masse volumique de l'eau

d_{enr} = la masse volumique de l'enrochement .

BILAN DES FORCES/ :

1. Forces Stabilisatrices :

a) Composante verticale de la pression hydrostatique: F_v

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot n \cdot d \text{ eau} \cdot H^2$$

b) Poids du barrage (Section principale): P

$$P = S \cdot d \text{ enro.}$$

S : étant la surface principale du barrage .

2. Forces déstabilisatrices :

a) Composante horizontale de la pression hydrostatique

$$p_h = \frac{1}{2} \cdot d \text{ eau} \cdot H^2$$

b) Poussée horizontale due au seisme : F_s

$$F_s = a \cdot P \quad (I)$$

55-pression

-L'accélération adoptée en cas de seisme est de 0,15 g, étant l'accélération dans le champ de la pesanteur ,Donc dans l'expression le coefficient a aura pour valeur 0,15 d'ou :

$$F_s = 0,15 \cdot P = 0,15 \cdot S \cdot d \text{ enro.}$$

Donc nous obtenons donc le rapport suivant :

$$r = \frac{F_{\text{destab}}}{F_{\text{stab}}} = \frac{P_h + F_s}{F_v + P}$$

$$r = \frac{\frac{1}{2} d \text{ eau} \cdot H^2 + a \cdot P}{\frac{1}{2} \cdot n \cdot d \text{ eau} \cdot H^2 + S \cdot d \text{ enro.}}$$

Application numérique :

$$S = 9660 \text{ m}^2$$

$$H = 70 \text{ m}$$

$$n = 1,8$$

$$d \text{ eau} = 1 \text{ t/ m}^3$$

$$d \text{ enro} = 1,20 \text{ t / m}^3$$

$$a = 0,15.$$

$$r = \frac{2112,5 + 11592 \cdot 0,15}{3802,5 + 11592} = \frac{3851,3}{15394,5} = 0,25$$

(conclusion) . // nous remarquons bien que (r) est inferieur à 0,6 qui est la valeur maximale admise.

Par conséquent , nous pouvons dire qu'il n'y aura pratiquement aucun risque de glissement .

de voir fait bat - 54

2.7

/F) arafouille/ :

- /u mur de parafouille armé sera réalisé au pied du masque, ce mur comptera une galerie qui servira également à l'exécution des travaux d'injection .

2.8

/I injection/ :

- Les injections de peau et de consolidation seront réalisées à la base de l'emprise de l'ouvrage, un rideau d'injection sera réalisé sous le mur parafouillé .

-o- / ALCUL TECNICO-ECONOMIQUE DE LA VARIANTE -o-
-o-o-o-o-o-n°I -o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

-RAPPEL DES DIMENSIONS DU BARRAGE :

- hauteur = 70 m
- Longueur en crête : L = 195 m
- Largeur : b = 12 m

I. -Coûts unitaires des matériaux des travaux:

Matériaux ou travaux	prix unitaire
béton armé (fabrication + mise en place)	2645 DA/m ³
enrochements (extraction + mise en place)	96 DA/m ³
excavation	30 DA/m ³
filtres	106 DA/m ³

2. -Calcul du volume du corps du barrage:

-C'est le volume des différents matériaux qui constituent le corps du barrage, pour cela, on a établi le profil en long du barrage, en faisant une coupe par l'axe du barrage.

-En pratique on fait plusieurs coupes transversales à partir de la vue en plan du barrage (Voir planche N° -5- /.

-Le procédé du calcul :

-A partir de la vue en plan du barrage, on a établi 9 coupes transversales (Voir planche N° -5- /.

-Pour chaque coupe transversale, le volume de chaque matériau constituant, le corps du barrage est calculée à partir de formule suivante: $V_I = A_I \cdot L$ appliqué ! avec:

A_I : surface occupée par chaque matériau dans la I(éme) coupe transversale.

V_I : volume de chaque matériau dans la I(éme) coupe transversale.

$L_{app} = \frac{L_{i-1} + L_i}{2}$: avec : $i = 0 \dots 7$

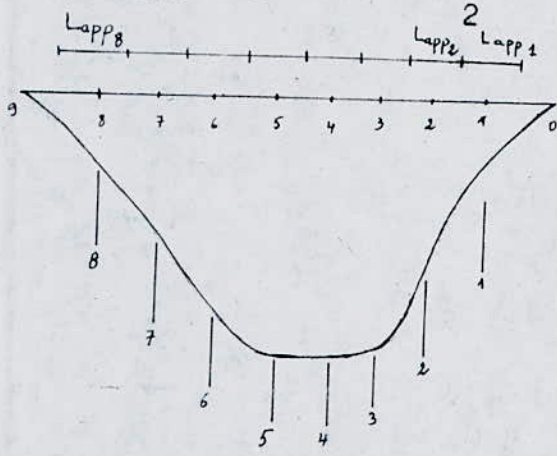
L_{app} : Distance entre deux (02) milieux de coupes transversales voisines.

Pour : $i = 0$ $L_{app} = \frac{L_0 + L_1}{2}$

$i = 1$ $L_{app} = \frac{L_1 + L_2}{2}$

$i = 7$ $L_{app} = \frac{L_7 + L_8}{2}$

voir schéma du profil en long



ou le volume total du corps du barrage est donné par :

$$V_T = \sum V_I = \sum A_I L_{app_i}$$

3.-ETUDE ECONOMIQUE DE LA VARIANTE N° I :

3.1 -calcul du masque:

volume du masque : $V = 14610 \text{ m}^3$

cout du masque : $C = 14610 \cdot 2645 = 38,64 \text{ M D.}$

Tableau donnant les surfaces et les volumes des différents matériaux

Longueurs en (m)	Longueurs appliquées en (m)	A _T : Surfaces - en - [m ²]					V _T : Volumes - en - [m ³]				
		Excavation ALLuvions	Excavation des grés	Mosque	Filtre	Enrochement	Excavation des ALLuvions	Excavation des grés	Mosque	Filtre	Enrochement
L ₀₋₁ = 25	22,50	0,00	2,20	40	413,50	1173	0,00	4950	900	9303,75	26392,50
L ₁₋₂ = 20	22,50	0,00	375	88	523,50	3767,50	0,00	8437,50	1980	11778,75	84768,75
L ₂₋₃ = 25	25,00	696	340	137	913,50	9820	17400	8500	3425	22837,50	245500
L ₃₋₄ = 25	20,50	1767	0,00	144	977,50	10561	36223,50	0,00	2952	20038,75	216500,50
L ₄₋₅ = 16	20,50	1206	124	146	993,50	9735	24723	2542	2993	20336,75	199567,50
L ₅₋₆ = 25	22,00	0,00	300	85	653,50	3038	0,00	6600	1870	14377,00	66836,00
L ₆₋₇ = 19	19,50	0,00	105	20	336,00	38	0,00	2047,50	390	6552,00	741,00
L ₇₋₈ = 20	20,00	0,00	50	5	98,00	0	0,00	1000	100	1960,00	0,00
L ₈₋₉ = 20											
Somme							78346,50	34077,00	14610	107214,50	840306,25

3.2 - /// ALCUL DU VOLUME DE L'ENROCHEMENT :

- Volume de l'enrochement : $v = 952729,75 \text{ m}^3$
- Coût $C = 9552729,75 \cdot 96 = 91,46 \text{ M. DA}$

3.3 /// XCAVATION :

- Volume : Le volume du matériau excavé (grés sur le versant + alluvions sur le lit de l'oued .).
- est égale : $v = 112423,50 \text{ m}^3$
- coût : $c = 112423,50 \cdot 30 = 3,37 \text{ M. DA}$

3.4 /- FILTRE :

- Le volume total occupé par le filtre est :
- est $v = 107214,50 \text{ m}^3$
- coût $c = 107214 \cdot 106 = 11,36 \text{ M. DA.}$

3.5 TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS .

DESIGNATION	COUT(M.DA)
MASQUE EN BETON ARME	38,64
ENROCHEMENT	91,64
FILTRES	11,36
TRAVAUX D'EXCAVATION	3,37
INJECTION	0,7

1°) Constitution du corps du barrage:

//n noyau imperméable qui contrôlera le débit par le corps du barrage.

-Les filtres qui empêcheront la migration des matériaux à grains fins du noyau en cas de vidange rapide et les phénomènes de renard dans le cas de l'infiltration à travers le corps du barrage .

-Le rip-rap qui résistera à l'action des vagues dans la retenue et il sera utilisé seulement en amont du barrage .

-Les galets de rivière qui protégeront le talus aval .

2°) Matériaux constituant le barrage:

/e noyau sera construit avec l'argile disponible à proximité du site

-Les filtres seront construits d'alluvions de rivières, pour enlever les matériaux, fins ainsi que ceux qui, sont trop gros; il pourra être nécessaire de mélanger du sable fabriqué pour atteindre la granulométrie désirée.

-La recharge du barrage sera construite avec l'enrochement situé à proximité du site même.

3°) Dimensionnement du barrage:

(C, I) Hauteur du barrage

D'après la carte topographique, la hauteur est égale à la différence de côte entre le niveau du couronnement et le niveau du lit de l'oued à laquelle sera ajoutée la hauteur d'ancrage du noyau .

$$H_b = (\text{Côte du couronnement} - \text{Côte du lit de l'oued})$$

+ Hancrage ; Hancrage = 4 m

$$H_b = (135 - 65) + 4 = 74 \text{ m}$$

(3.2) - Largeur en crête:

- L'épaisseur en crête du barrage doit assurer une sécurité suffisante contre tout risque de submersion par des vagues et en même temps pour les besoins de service .

- pour ~~vous~~ orienter sur la largeur, nous utiliserons les formules empiriques suivantes:

a) Formule de T.T. KNAPPEN .

$$b = 1,65 \sqrt{H_b} = 14,19 \text{ m}$$

b) Formule de E.F. PREECE

$$b = 1,1 \sqrt{H_b} + 1 = 10,46 \text{ m}$$

c) Formule d'après " Techniques des barrages en aménagement rural "

$$b = 3,6 \sqrt[3]{H_b - 3} = 12,11 \text{ m}$$

-D'après la valeurs obtenues ci-dessus nous adopterons une largeur $b = 13 \text{ m}$ qui sera amplement suffisante (aucune route n'est prévue le long de la crête du barrage).

(3.3) - Longueur en crête du barrage:

- Cette valeur est mesurée directement sur le plan topographique $L = 195 \text{ m}$.

(3.4) Risbermes: 3 risbermes de 4 m de large seront disposés sur le talus amont et aval respectivement aux côtes de 85m, 105m, 125m.

(3.5) Pentes des talus: Le choix des pentes est en fonction des matériaux disponibles et des caractéristiques du barrage .

- Pour déterminer la pente des talus on se fixe empiriquement des pentes qui paraissent optimales et on vérifie ensuite grâce à des épreuves de stabilité, la sécurité contre le glissement .

- Ces pentes "empiriques" sont déterminées généralement à travers les expériences des barrages antérieures;

pour cela nous avons adopté les valeurs suivantes :

Talus Amont : 2,0 / 1

Talus Aval : 2,0 / 1

- Si les pentes sont plus élevées, le talus amont s'étendra jusqu'à les affluents de l'oued (Voir planche n° 7) .

(4) Noyau: La largeur du noyau sera de 6 m qui est situé à 1,5 m en dessous de la crête de la digue, les pentes des talus sont égales à :

$$\frac{m'}{1} = 0,4$$

$$\frac{m'}{2} = 0,4$$

- La largeur minimale à la base du noyau est donnée par la formule approximative : $B = 6 + CH$.

B = largeur minimale à la base du noyau .

H = hauteur du barrage à partir du sol de fondation .

C = coefficient qui dépend de la hauteur et de la qualité du matériau et de la hauteur du barrage .

$$0,3 \geq C \geq 0,15$$

- Dans notre cas $H = 70 \text{ m}$ $C = 0,3$

$$\text{D'ou } B_{\text{min}} = 6 + 0,3 \cdot 70 = 27 \text{ m}$$

- Pour la vérification il faut avoir :

$$B = (0,8 \div 1,2) H \geq B_{\text{min}}$$

- La condition est donc vérifiée ; $B = 60,8 \text{ m}$.

_____ signalons que le noyau sera ancré d'une hauteur de 4m et vu la perméabilité assez élevée du sol de fondation, une paroi moulée de 15m de hauteur et d'un 1m d'épaisseur est prévue et sera exécutée de façon à arriver jusqu'au substratum impérmeable, cette paroi moulée permet de lutter contre le débit de fuites et le phénomène de renard .

5°) / Protection des talus:

-Les talus doivent être protégés contre les dangers d'érosion provoqués par les vagues de la retenue, par le ruissellement et par le vent, une couche de galets d'épaisseur 0,5m protégera le talus aval du fait de la hauteur assez élevée du barrage .

-Nous disposerons un rip-rap sur le talus amont d'épaisseur 1m qui reposera sur la couche d'alluvion de rivière d'épaisseur 1m. ce rip-rap devra résister à l'action des vagues dans la retenue .

6°) / Filtres:

-Quatre (04) filtres de 3m d'épaisseur d'alluvions de rivières traitées, chacun sera disposé de part et d'autre du noyau argileux.

-Ces filtres seront interposés entre le noyau impérmeable et les zones perméables, ils évitent donc la migration des particules fines du noyau vers les particules plus grosses .

-Un tapis filtrant de 1m d'épaisseur d'alluvions de rivières, traitées sera également disposé au pied du talus aval du noyau et se prolongera vers le talus aval du barrage. il aura pour rôle de rabattre la ligne de saturation et permettra un bon drainage de la fondation. une couche de 0,5m de galets alluvionnaires sera disposée sur le talus aval .

7 Δ) DIMENSIONNEMENT DES FILTRES/ :

- Δnterposés entre le noyau d'argile imperméable et l'enrochement perméable, ils assurent une continuité granulométrique, que les matériaux du noyau soient entraînés à l'aval par l'eau .

-Le fuseau dans lequel doit s'inscrire la courbe granulométrique du filtre est définie en fonction de la granulométrie du sol à protéger.

-Le choix du matériau du filtre doit obéir aux critères suivants:

-Critère de renard :

$$\frac{D_{I5}}{d_{I5}} \ll 5 \text{ avec :}$$

D_{I5} : le diamètre du filtre (limite grossière)

d_{I5} : le diamètre du sol à protéger laissant passer 85% des éléments

d_{85} : la base (limite fine)

-Critère de perméabilité:

$$\frac{D_{I5}}{d_{I5}} \gg 5 \text{ avec;}$$

D_{I5} : le diamètre du filtre (limite fine)

d_{I5} : le diamètre du sol à protéger, laissant passer 15% des éléments

d_{I5} : base (limite grossière)

-Critère de Ségragation :

$$\frac{D_{60}}{d_{I0}} < 20 \text{ avec;}$$

D_{60} : le diamètre du filtre (valeur moyenne)

d_{I0} : le diamètre du sol à protéger, laissant passer 10% des éléments

d_{I0} : Base (valeur moyenne).

8. Injections:

-On a recours aux injections afin de réduire au maximum possible l'écoulement souterrain,

à cet effet des injections de peau et une voile d'étanchéité à la base de l'emprise et sur les deux appuis sont prévus.

A) RÉSEAU D'ÉCOULEMENT /:

8.1. / es infiltrations:

-Les infiltrations qui peuvent se produire à travers le barrage ou ses fondations doivent être étudiées sous deux aspects.

-D'une part, elles ont pour conséquences des pertes d'eau dont il faut réduire le volume.

-D'autre part, elles peuvent mettre en jeu la sécurité et compromettre sa stabilité si certaines précautions ne sont pas prises contre les risques qu'entraînent le phénomène de renard.

-Ces infiltrations donnent naissance à un réseau d'écoulement à l'intérieur de la digue dont il faut étudier sa ligne de saturation .

8.2 IGNE DE SATURATION:

- /n tel écoulement fût étudié par KOZENY, par la suite CAZAGRANDE, apporta quelques précisions .

- Cette étude se fait sur la base de la parabole théorique qui est donnée par l'équation suivante:

$$X^2 + Y^2 = (X + Y_0)^2$$

X, Y : étant les coordonnées de la parabole

Y₀ : ordonné de la parabole.

$$Y_0 = \sqrt{H^2 + d^2} \quad - d$$

H₀ : Hauteur d'eau correspondante au niveau normal de la retenue (m).

- () n détermine les paramètres de la parabole par les expressions mathématiques suivantes:

$$d = t_2 - 0,7 S$$

$$S = H \cdot m_I$$

(m_I : fruit du talus du noyau)

t_2 : largeur de la base du noyau

$$t_2 = 2m_I \cdot H_n + t_I$$

H_n : hauteur du noyau

t_I : largeur en crête du noyau

Les résultats du calcul sont résumés dans le tableau suivant:

H(m)	H_n (m)	m_I	S(m)	t_2 (m)	d(m)	Y_o (m)	§
63	68,5	0,4	25,2	60,8	43,16	33,20	§

L'écoulement à travers la digue est caractérisé par l'écoulement à l'intérieur du noyau;

on pourra appliquer à ce dernier les règles valables pour un écoulement à travers une digue homogène, en admettant que la ligne de saturation dans la recharge amont et aval est horizontale et coïncide avec les plans d'eaux amont et aval.

Coordonnées pour le tracé de la ligne de saturation

X	-16,6	-14	-12	-10	-5	-3	-1	0	5	10	15	20
Y	0	13,13	17,5	20,93	27,75	31,14	31,18	33,2	37,87	42,03	45,80	49,30
X	25	30	35	40	45							
Y	52,55	55,62	58,53	61,3	63,95							

Le point d'intersection de la parabole de base avec le parement aval du noyau est déterminé à partir de l'équation des coordonnées polaires de cette parabole.

$$a + \Delta a = \frac{Y_0}{1 - \cos \alpha}$$

$$c = \frac{\Delta a}{a + \Delta a}$$

-CAZAGRANDE a établi un graphe qui donne C en fonction de l'angle au pied du noyau.

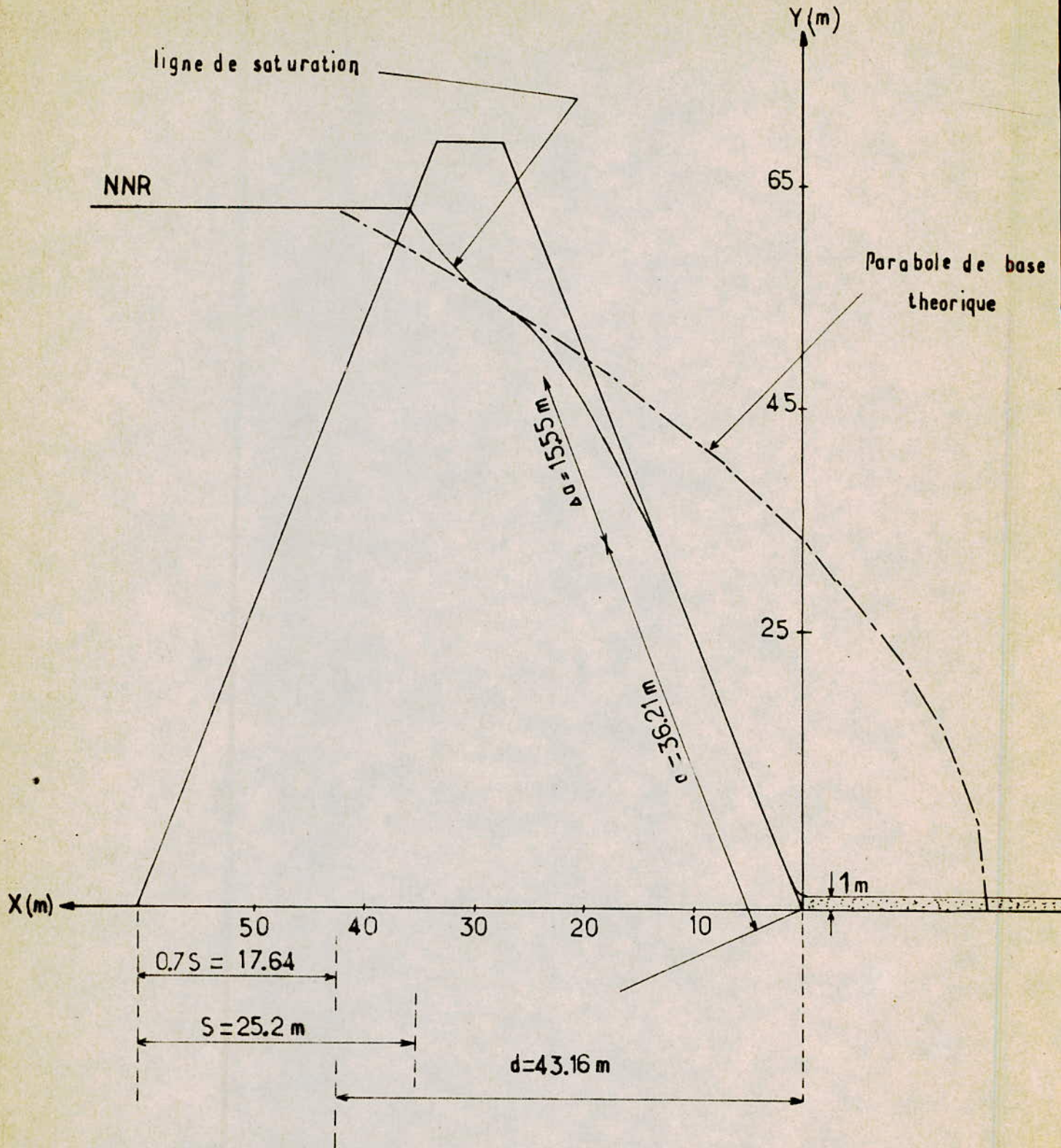
α : angle au pied du noyau = 69° , on aura $C = 0,3$.

$$a + \Delta a = \frac{33,2}{1 - \cos 69^\circ} = 51,74 \text{ m}$$

$$\Delta a = c (a + \Delta a) = 15,52$$

$$a = 36,21 \text{ m}$$

(voir schéma d'écoulement (Echelle I : 500)).



REPRESENTATION GRAPHIQUE DE LA LIGNE DE SATURATION
A L'INTERIEUR DU NOYAU

ECHELLE - 1:500

8.3. ESTIMATION DU DEBIT DE FUITE:

-L'écoulement étant permanent, la loi de DARCY nous permet d'écrire:

$$q = K.i.A.$$

K = coefficient de perméabilité

i = gradient hydraulique

A = aire soumise à l'infiltration

$$A = Y.I = \quad i = \frac{dy}{dx}$$

$q = K Y \frac{dy}{dx}$ après toute intégration faite.

$$q = K \sqrt{h^2 + d^2} - d$$

AN:

h: hauteur d'eau = 63 m

d: 43,16

K: perméabilité du noyau = $5 \cdot 10^{-8}$ m/s

$$q = 5 \cdot 10^{-8} \left[\sqrt{63^2 + 43,16^2} - 43,16 \right]$$
$$= 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

En définitif le débit de fuite est négligeable ,

Donc la stabilité de l'ouvrage est renforcée.

8.4 - // APIS FILTRANT / :

- Pour que la ligne de saturation ne traverse pas le talus aval on place à la sortie du noyau un tapis filtrant, ce tapis filtrant ne réduit pas les infiltrations, il a même pour effet de les augmenter puisque le cheminement des eaux à travers le massif sont réduits, son but est de rabattre la ligne de saturation et d'éviter que ne soient entraînées hors de l'ouvrage les plus fines particules de matériaux.

) dimensionnement du tapis filtrant / :

- En pratique pour les couches filtrantes, on adopte généralement des épaisseurs supérieures à 30cm, pour avoir la certitude que pendant la construction du massif aucun désordre ne se produise dans la répartition et la continuité de chaque bande filtrante.

Dans notre cas on prend :

Première couche 40 cm (sable fin)
deuxième couche 30 cm (sable gros)
troisième couche 30 cm (graviers)

 la longueur du filtre est déterminé d'après la ligne de saturation, dans notre cas on prend la longueur le long du massif aval après le noyau.

9. -o- ÉTUDE DE LA STABILITÉ -o-

L'étude de la stabilité du barrage en terre -enrochements est importante.

-Elle dépend en grande partie des caractéristiques géotechniques des matériaux utilisés.

-Pour l'étude de la stabilité, on définit un coefficient de sécurité minimum, d'après le CPS. le coefficient doit être supérieur à 1 (>1).

-La stabilité de la digue sera vérifiée dans les cas suivants:

- 1°) Fin de construction (Talus amont, Talus aval)
- 2°) Retenur normale (Talus aval)
- 3°) Vidange rapide (Talus amont)

9.1 -Stabilité des talus /:

L'étude de stabilité de la digue est celle de son talus amont et aval .

-On prend comme hypothèse la forme de la surface au contact de-laquelle il peut y avoir glissement, est une surface circulaire à axe horizontal qui est appelée cercle de glissement dans une coupe verticale de la digue.

-La rupture se produit instantanément et simultanément le long de toute la surface.

-On considère d'autre part qu'il n'y a aucune interaction dans la 3° dimension du barrage transversale à la vallée.

- Il existe plusieurs méthodes de calcul (cercle de frottement de Taylor-Caquot-Birrez)

() on a opté pour la méthode des tranches (Fellenius-Bishop) qui est très utilisé dans le cas d'un barrage terre-enrochement.

9.2 Procédé de la méthode:

- Cette méthode admet que la rupture présente une forme circulaire sur laquelle, le glissement se produit instantanément le long de cette surface cylindrique à axe horizontal de centre O et de rayon R.

1) Détermination des centres de glissement:

1°) Tracer à l'échelle un profil du barrage.

2°) Tracer la ligne du talus moyen, au milieu de celle CI, on trace deux droites, l'une verticale, l'autre inclinée de 80 à 90°.

3°) D'après le tableau ci-dessous, déterminer les rayons RI, pour déterminer le rayon ; $R = \frac{RI + R2}{2}$

4°) Disposer dans cette zone les centres de glissement (voir schéma)

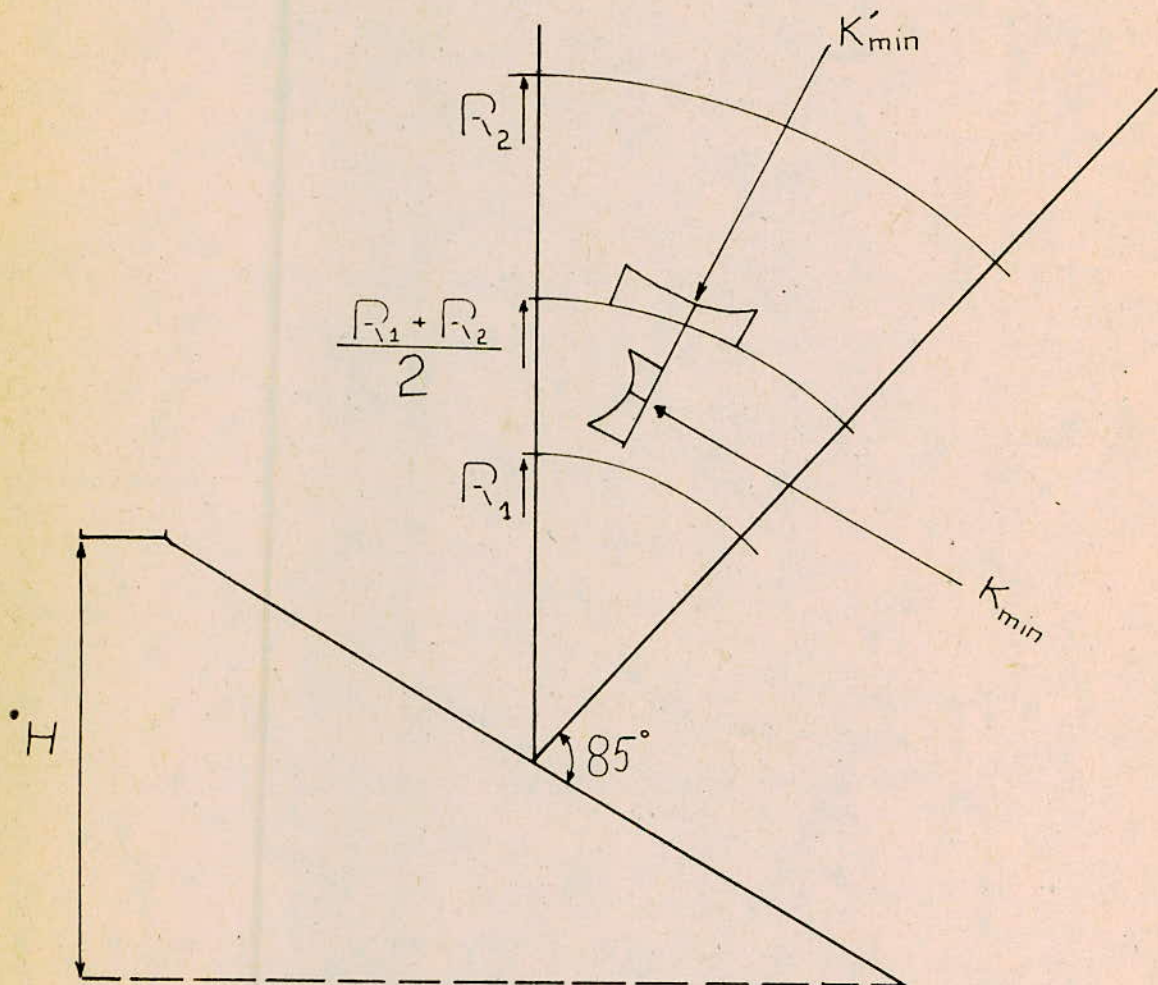
PENTE DU TALUS	1	2	3	4	5	6
RI / HB	0,75	0,75	1	1,5	2,20	3
RI / HB	1,5	1,75	2,3	3,75	4,80	5,50

2) Pour notre cas: on a la pente aval = pente amont = 2

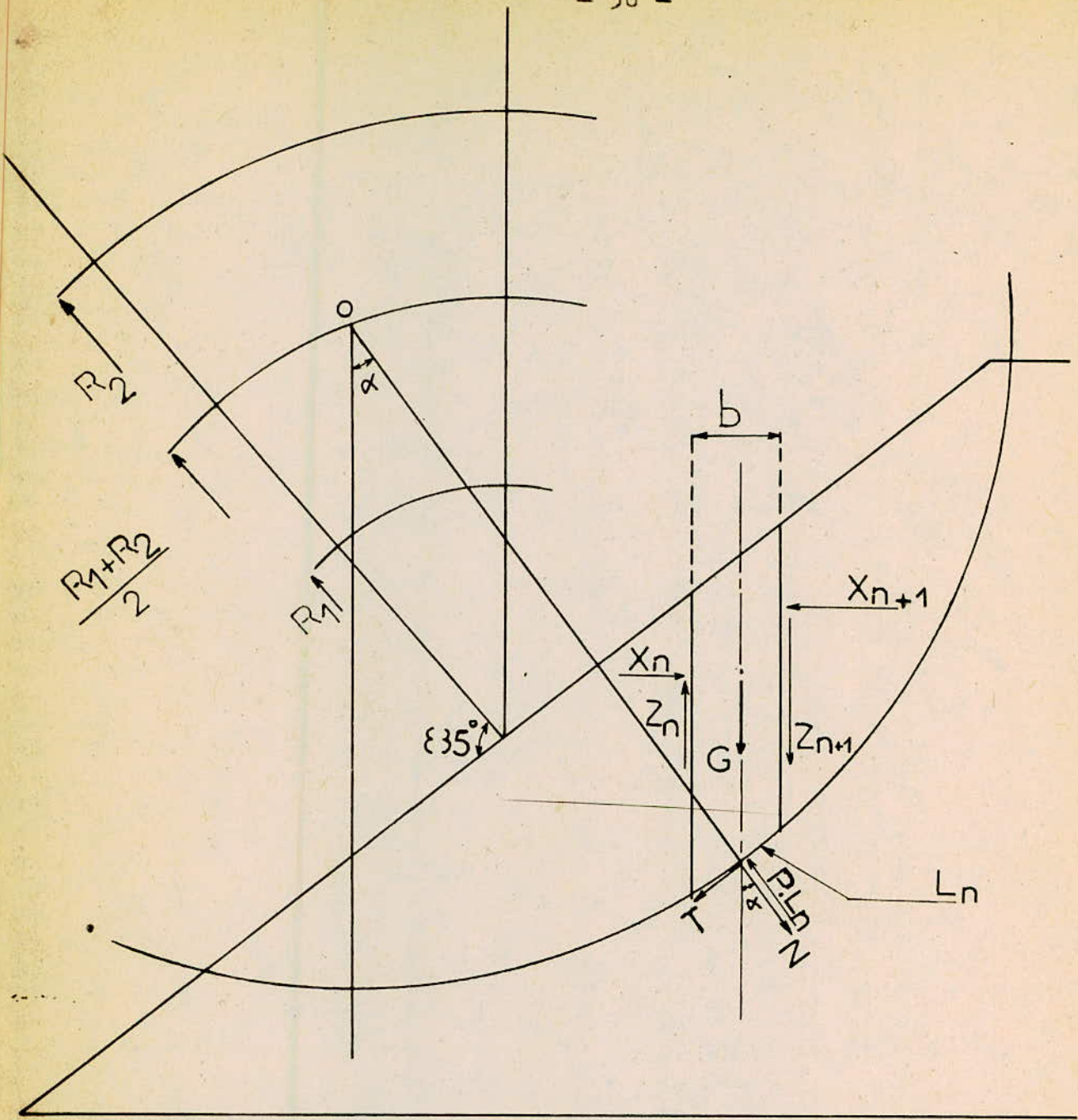
$$\frac{RI}{hb} = 0,75 \Rightarrow RI = 0,75 \cdot hb = 0,75 \cdot 74 = 55,5 \text{ m}$$

$$R2/hb = 1,75 \Rightarrow R2 = 1,75 \cdot hb = 1,75 \cdot 74 = 129,5 \text{ m}$$

ETERMINATION DU CENTRE DU GLISSEMENT
 -o

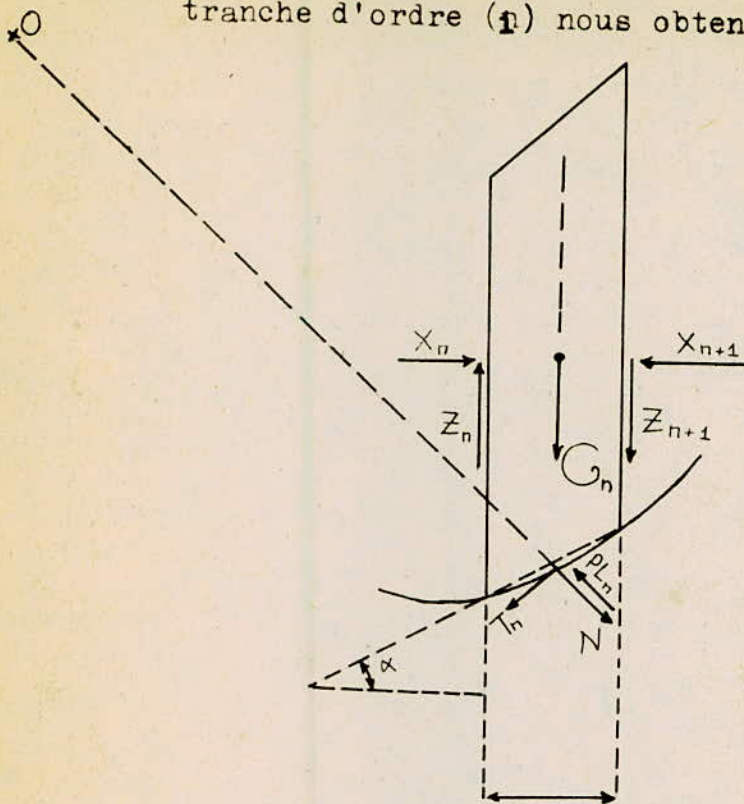


I: m	I: 1	I: 2	I: 3	I: 4	I: 5	I: 6
R_1/H	0,75	0,75	1,00	1,50	2,20	3,00
R_2/H	1,50	1,75	2,30	3,75	4,80	5,50



Présentation de la methode de fellenius

En faisant l'inventaire des forces qui s'appliquent sur une tranche d'ordre (i) nous obtenons le schéma suivant:



G_i : poids de la tranche

N_i : composante normale G_i

T_i : composante tangentielle de G_i

X_i : composante horizontale due à l'action de la tranche voisine (u-I)

() on ne sait évaluer rigoureusement les valeurs de X_i et Z_i , elles dépendent des caractéristiques de déformation du milieu; nous considérons que les forces de ce type agissant de part et d'autre de la tranche s'annulent réciproquement .

Pour une éventuelle simplification, il est admis qu'au niveau de chaque tranche on a :

$$X_{i+1} - X_i = 0 \longrightarrow X_{i+1} = X_i$$

$$Z_{i+1} - Z_i = 0 \longrightarrow Z_{i+1} = Z_i$$

9.3 INVENTAIRE DES FORCES AGISSANTES:

-Forces stabilisatrices/:

-Force de frottement: $(N - p \, dl) \, \text{tg } \gamma$

N : composante normale de G

P : pression hydrostatique

dl: longueur de l'arc delimitant la base de la tranche .

Force de cohésion : $c \, dl$.

La somme des moments correspondants aux forces de frottement par rapport au centre de glissement, O est donné par:

$$M^t(F)_f = (N - P \, dl) \text{tg } \gamma + C \, dl) R$$

-Forces motrices/:

T : composante tangentielle à G . cette force motrice à tendance à provoquer le glissement, la somme des moments par rapport au centre de glissement de cette force.

$$M^t(F)_m = \sum RT = R \sum T$$

Le coefficient de sécurité contre le glissement s'exprime par le quotient des forces stabilisatrices sur la somme des forces motrices .

$$K_s = \frac{\sum M^t(f)_f + \sum M^t(f)_c}{\sum M^t(f)_m}$$

$$- K \bar{K}S = \frac{R \sum [(N - Pd) \operatorname{tg} \varphi + c \cdot dl]}{R \sum T}$$

$$KS = \frac{\sum [(N - Pd) \operatorname{tg} \varphi + c \cdot dl]}{\sum T}$$

Le découpage des tranches dans la partie du massif susceptible au glissement se fait de la façon suivante:

-la largeur de chaque tranche est donnée par l'expression :

$$b = \frac{R}{n_t}$$

R: rayon du cercle de glissement
 n_t : nombre total des tranches

-La tranche coupée par la verticale issue du centre de glissement est affectée du chiffre zéro (0).

-Pour le talus aval, le numérotage se fait de la manière suivante:

-Les tranches se trouvant à gauche de la tranche $n = 0$ seront numérotées positivement et celles se trouvant à droite négativement.

-Pour le talus amont, les signes seront inversés, on détermine le poids de chaque tranche d'ordre " n " par l'expression :

$$G_n = b (\gamma_1 h'_n + \gamma_2 h''_n + \gamma_3 h'''_n)$$

b : largeur de la tranche

γ_1 : densité de la zone du massif situé au-dessus de la ligne de saturation .

γ_2 : densité de la zone au-dessous de la ligne de saturation

γ_3 : densité de l'assise.

h'_n : hauteur moyenne de la partie de la tranche d'ordre "n" non saturé.

h''_n : hauteur moyenne de la partie de la tranche "n" saturé .

h'''_n : hauteur de la partie de la tranche d'ordre "n" appartenant à l'assise.

- La composante tangentielle est donnée par :

$$T = G_n \cdot \sin \alpha_n$$

- La composante normale du poids de la tranche est donnée par :

$$N = G_n \cdot \cos \alpha_n$$

α_n : angle formé par l'interception de la tranche "n" avec la vertical .

- La pression hydrostatique due aux infiltrations des eaux est donnée par :

$$P_{dl} = \gamma h_p dl_n ; \text{ avec } dl_n = \frac{dl_n}{\cos \alpha_n} = \frac{b}{\cos \alpha_n}$$

$$\lambda) \text{ ou } \quad \mathbf{ks} = \frac{(G_n \cos \alpha_n - h_p \frac{b}{\cos \alpha_n}) \operatorname{tg} \varphi}{G_n \sin \alpha_n}$$

9.4 Sollicitations dues aux seismes:

- Le seisme est un facteur naturel qui peut nuire la stabilité de l'ouvrage. de ce fait, on tient compte de la force due à l'accélération d'un tel mouvement :

$$\sum a \cdot G_n \cdot d_n = \sum M^t (f)_{nat}$$

- Le coefficient de securité contre le glissement sera déterminé par l'expression suivante (cas de seisme).

$$KSS = \frac{\sum_i \{ r \cdot N_n - P_n \} \operatorname{tg} \varphi}{\sum T_n + \frac{I}{R} \sum a \cdot G_n \cdot d_n}$$

$a \cdot G_n$: la force due au seisme

d_n : bras de levier

a : coefficient sismique $a = 0,15$.

CALCUL DE STABILITE DU TALUS AMONT :

/) nous considérons deux cas :

-Le reservoir est vide (fin de construction) lors d'une vidange rapide.

-Le cas le plus défavorable est celui effectué d'une vidange rapide.

Toute vidange rapide effectuée durant moins d'un mois d'un mois est considérée comme rapide (en ALGERIE, le delai adopté par la DGIH, est de 21 jours).

-La vidange rapide se fait en un temps court, tel que le volume de la digue imbibée d'eau reste pratiquement dans cet état, le niveau d'eau étant descendu partiellement ou ramené au pied du talus amont.

-Le calcul de la pression intersticielle est délicat, dans ces conditions on utilise l'approximation suivante:

Juste après la vidange, l'eau qui est dans le barrage n'a pas eu le temps de s'écouler et cette eau supporte par sa pression une partie du poids du massif mouillé.

/) nous admettons que la composante normale à multiplier par $\gamma \varphi$, est égale au produit de la densité immergée ($\gamma_{sat} - 1$), par la composante normale n de la hauteur moyenne h_n et par la largeur b de la tranche.

$$N - p \, dl = (\gamma_{sat} - 1) n \cdot b \quad \text{avec ;}$$

$$n = h_n \cdot \cos \alpha_n \quad \square) \text{onc :}$$

$$N - p \, dl = (\gamma_{sat} - 1) b \cdot h_n \cdot \cos \alpha_n$$

ans le calcul de la composante tangentielle (T), nous devons prendre la densité saturée.

$$T = \gamma_{sat} \cdot t \cdot b \quad \text{avec ;}$$

$$t = h \cdot \sin \alpha_n \quad \text{avec ;}$$

$$T = \gamma_{sat} \cdot h \cdot b \cdot \sin \alpha_n$$

-/ CALCUL DE STABILITE DU TALUS AVAL/: (suite)

-Pour le talus aval, nous considérons deux cas (02):

-Fin de construction (retenue vide)

-Fonctionnement normal (retenue pleine)

-Dans la stabilité du talus aval, le cas le plus défavorable et celui du frottement normal, car il y aura une infiltration continue la digue, c'est un écoulement permanent vers l'aval.

FIN DE CONSTRUCTION TALUS AMONT R=120m

N° de la franche	b (m)	h'' (m)	h' (m)	γ_{sat} (T/m ³)	tg ϕ	sind	cosd	$G_n = b \sum \gamma h_n$ (T/m)	$G_n \text{ sind}_n$ (T/m)	$G_n \text{ cosd}_n$ (T/m)	$dL = \frac{b}{\text{cosd}}$	$G_n \text{ cosd}_n \text{ tg} \phi_n$	a G_n (T/m)	a $G_n d_n$ (T/m)
-2	12	-	3,50	1,95	0,84	-0,18	0,98	81,90	-14,74	80,26	12,24	67,42	12,28	11,97
-1	12	-	12	"	"	-0,09	0,99	280,80	-25,27	277,99	12,12	272,43	42,12	41,77
0	12	-	16	"	"	0,00	1,00	374,40	0,00	374,4	12,00	314,50	56,16	55,69
1	12	-	23	"	"	0,09	0,99	538,20	48,44	532,82	12,12	447,57	80,73	80,06
2	12	-	25	"	"	0,18	0,98	585,00	105,3	573,30	12,24	481,57	87,75	85,56
3	12	-	29	"	"	0,27	0,96	678,60	183,22	651,46	12,50	547,22	101,79	96,70
4	12	-	28	"	"	0,36	0,93	655,20	235,87	609,34	12,90	511,84	98,28	89,27
5	12	-	28	"	"	0,45	0,89	655,20	294,84	583,13	13,48	489,83	98,28	84,36
6	12	-	26	"	"	0,54	0,84	608,40	528,54	511,06	14,28	429,29	91,26	71,49
7	12	-	20	"	"	0,64	0,77	468,00	299,52	360,36	15,58	302,70	70,20	49,72
8	12	-	11	"	"	0,73	0,69	257,40	187,90	177,61	17,39	149,19	38,61	22,68
Σ									1843,62			4013,56		689,27

$$K_s = \frac{4013,56}{1843,62} = 2,18$$

$$K_{ss} = \frac{4013,56}{1843,62 + 689,27} = 1,58$$

FIN DE CONSTRUCTION TALUS AMONT R=128m

N° De La tranche	b(m)	h' (m)	δ_1 t/m ³	tg ψ_1	h'' (m)	δ_2 t/ml	tg ψ_2	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	$G_n = b \sum \delta_i h_i$	$T_n = G_n \cdot \sin \alpha_n$	$N_n = G_n \cdot \cos \alpha_n$	$dt = \frac{b}{\cos \alpha_n}$	$G_n \cos \alpha_n \cdot \text{tg } \psi_n$	$c_n dt_n$	$T_{En} = a \cdot G_n$	$T_{En} \cdot \frac{d_n}{R}$	
-3	11	2,8	2,1	0,38	0,8	1,95	0,84	-0,23	0,97	81,84	-18,82	79,38	11,34	37,82	0,00	12,28	11,70	
-2	12	5,0	"	"	6,0	"	"	-0,15	0,99	266,40	-39,96	263,74	12,12	164,16	"	39,96	39,02	
-1	12	7,0	"	"	12,0	"	"	-0,08	0,997	457,20	-36,58	455,83	12,04	301,99	"	68,58	68,04	
0	12	7,5	"	"	12,6	"	"	0,00	1,00	483,84	0,00	483,84	12,00	319,48	"	72,58	72,01	
1	12	7,0	"	"	22,0	"	"	0,08	0,997	691,20	55,30	689,13	12,04	497,96	"	103,68	102,87	
2	12	5,0	"	"	28,0	"	"	0,15	0,99	781,20	117,18	773,39	12,12	592,26	"	117,18	114,43	
3	12	2,2	"	"	33,6	"	"	0,23	0,97	841,68	193,59	816,43	12,37	661,06	"	126,25	120,33	
4	12	0,0	"	"	38,0	"	"	0,30	0,95	889,20	266,76	844,74	12,63	709,58	"	133,38	122,96	
5	12	"	"	"	41,0	"	"	0,38	0,92	959,40	264,57	882,65	13,04	741,43	"	143,91	132,10	
6	12	"	"	"	35,0	"	"	0,46	0,89	819,00	376,74	728,91	13,48	612,28	"	122,85	100,77	
7	12	"	"	"	31,0	"	"	0,54	0,84	725,40	391,72	609,34	14,28	511,84	"	108,81	80,76	
8	12	"	"	"	22,0	"	"	0,61	0,79	514,80	314,03	406,69	15,19	321,28	"	77,22	51,28	
9	15	"	"	"	11,4	"	"	0,69	0,72	333,45	230,08	240,08	16,67	193,27	"	50,02	26,18	
											2214,61			5664,41	0,00			1042,45

$$K_s = \frac{5664,41 + 0,00}{2214,61} \approx 2,56$$

$$K_{ss} = \frac{5664,41 + 0,00}{2214,61 + 1042,45} \approx 1,74$$

FIN DE CONSTRUCTION TALUS AMONT

$R=131m$

N° de la tranchée	b (m)	h' (m)	δ_1 t/m ³	h'' (m)	δ_2 t/m ³	$\text{tg } \psi_1$	$\text{tg } \psi_2$	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	$G_n = b \sum \delta_i h_i$	$T_n = G_n \cdot \sin \alpha_n$	$N_n = G_n \cdot \cos \alpha_n$	$\frac{dL_n}{b \cdot \cos \alpha_n}$	$G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \text{tg } \psi_n$	$C_n \cdot dL_n$	$T_{En} = a \cdot G_n$	$T_{En} \cdot \frac{d_n}{R}$
-3	14	6	1,95	0	2,1	0,84	0,38	-0,25	0,97	163,80	-40,95	158,89	14,43	133,47	-	24,57	21,38
-2	14	15,5	"	1	"	"	"	-0,17	0,99	452,55	-76,93	488,02	14,14	362,95	-	67,88	69,43
-1	14	20	"	3,2	"	"	"	-0,08	0,996	640,08	-51,21	637,52	14,06	492,41	-	96,01	95,28
0	14	27	"	4,0	"	"	"	0,00	1,00	854,70	0,00	854,70	14,00	663,85	-	128,20	128,20
1	14	35	"	3,0	"	"	"	0,08	0,996	1043,70	89,71	83,50	14,06	924,74	-	156,55	155,35
2	14	40	"	1,0	"	"	"	0,17	0,99	1121,40	190,64	1110,19	14,14	919,17	-	168,21	164,36
3	14	43	"	0,0	"	"	"	0,25	0,97	1173,90	293,47	1138,68	14,43	956,49	-	176,08	168,01
4	14	51	"	0,0	"	"	"	0,33	0,94	1392,30	459,46	1308,76	14,89	1099,36	-	208,84	181,74
5	14	44	"	0,0	"	"	"	0,42	0,91	1201,20	504,50	1093,09	15,38	918,19	-	180,18	152,67
6	14	26	"	0,0	"	"	0,53	0,50	0,86	1121,40	560,70	964,40	16,28	700,37	3,26	168,21	130,97
7	14	2,8	"	2,7	"	"	0,53	0,58	0,81	870,24	504,74	704,89	17,28	392,79	3,46	130,54	89,68
8	11	14	"	9,0	"	"	0,53	0,67	0,74	508,20	340,49	376,07	14,86	268,20	2,97	76,23	41,90
Somme											2774,62			7831,99	9,69		13398,97

$$K_s = \frac{7831,99 + 9,69}{2774,62} \approx 2,83$$

$$K_{SS} = \frac{7831,89 + 9,69}{2774,62 + 13398,97} \approx 1,8$$

FIN DE CONSTRUCTION TALUS AVAL R = 140 m

N° des tranches	b (m)	b' (m)	γ_a (T/m ²)	h'' (m)	γ_2 (T/m ²)	h''' (m)	γ_3 (T/m ²)	Sin α_n	Cos α_n	$G_n = b \sum \gamma_n \cdot h_n$ (T/m)	$C_n \cdot h_n$ T/m	$G_n \cos \alpha_n$ T/m	$G_n \sin \alpha_n$	$G_n \cdot d_n$	$a \cdot G_n \cdot d_n / R$
-3	11	3	1,95	-	2,1	10	2,1	-0,23	0,97	295,35	-	139,00	-67,93	35 885,03	38,44
-2	13	9	"	-	"	14	"	-0,15	0,98	610,35	-	1,89,36	-91,55	75 988,57	81,41
-1	13	15	"	-	"	15	"	-0,08	0,99	789,75	-	473,61	-63,18	96 744,37	103,65
0	13	20	"	-	"	16	"	0	1	943,8	-	591,86	0	112 076,25	120,08
+1	13	26	"	-	"	16	"	0,08	0,99	1095,9	-	717,49	87,67	121 644,9	130,33
+2	13	33	"	-	"	13	"	0,15	0,98	1191,45	-	827,59	178,72	128 080,88	137,22
+3	13	40	"	-	"	10	"	0,23	0,97	1287,00	-	929,71	236,01	132 561	142,03
+4	13	44	"	-	"	5	"	0,31	0,95	1251,90	-	940,00	338,09	143 342,55	153,58
+5	13	49	"	-	"	-	"	0,38	0,92	1242,15	-	963,14	472,02	136 015,43	145,73
+6	13	47	"	-	"	-	"	0,46	0,88	1191,45	-	887,81	518,07	115 272,79	123,51
+7	13	38	"	-	"	-	"	0,54	0,84	963,3	-	681,84	520,18	86 697	92,89
+8	13	16	"	-	"	-	"	0,62	0,78	787,8	3,33	424,26	488,44	55 146	59,08
+9	11	2	"	-	"	-	"	0,69	0,72	343,2	3,05	140,54	236,81	17 846,4	19,12
Σ											6,38	7905,21	2993,35		1347,07

$$K_s = \frac{7905,21 + 6,38}{2993,35} = 2,64$$

$$K_{ss} = \frac{7905,21 + 6,38}{2993,35 + 1347,07} = 1,82$$

FIN DE CONSTRUCTION

TALUS AVAL

R=145m

N° des tranches	b (m)	h' (m)	δ_1 (T/m ²)	h'' (m)	δ_2 (T/m ²)	h''' (m)	δ_3 (T/m ²)	Sin α_n	Cos α_n	$G_n = b \delta_n h_n$ (T/m)	$G_n \sin \alpha_n$ (T/m)	$C_n \tan \alpha_n$ (T/m)	$G_n \cos \alpha_n \tan \beta_n$ (T/m)	$G_n d_n$ (T/m)	$\frac{a G_n d_n}{(T/m) R}$
-1	20,5	5,5	1,95	-	2,1	28	2,1	-0,1	0,99	1425,26	-142,53	-	521,46	24844,46	25,70
0	16,8	16	"	-	"	30,5	"	0,0	1	1600,2	0,0	-	849,18	202812,12	209,80
1	16,8	23	"	-	"	29	"	0,1	0,99	1776,6	177,66	-	1011,5	219655,80	227,23
2	16,8	31	"	-	"	26	"	0,2	0,97	1932,84	386,56	-	1165,60	228664,80	236,55
3	16,8	40	"	-	"	20,5	"	0,3	0,95	2033,64	610,09	-	1306,78	216926,64	224,4
4	16,8	45	"	-	"	13	"	0,4	0,91	1932,84	773,13	-	1285,47	193054,68	199,71
5	16,8	53	"	-	"	3	"	0,5	0,86	1842,12	921,06	-	1288,87	166912,2	172,66
6	16,8	46	"	0,3	"	-	"	0,6	0,8	1612,8	967,68	4,2	1057,55	132569,64	137,14
7	16,8	16	"	20	"	-	"	0,7	0,71	1229,76	860,83	4,73	578,12	82978,56	85,84
8	12,5	1,5	"	13,5	"	-	"	0,8	0,6	525,42	420,34	4,16	131,11	28028,7	28,99
Σ											4974,83	13,09	9195,64		1548,02

$$K_s = \frac{9195,64 + 13,09}{4974,83} = 1,85$$

$$K_{ss} = \frac{9195,64 + 13,09}{4974,83 + 1548,02} = 1,41$$

FIN DE CONSTRUCTION TALUS AVAL R=152 m

des ranches	b (m)	δ_1 T/m ²	h' (m)	δ_2 T/m ²	h'' (m)	δ_3 T/m ²	h''' (m)	Sin α_n	Cos α_n	$G_n = b \sum \delta_n h_n$ (T/m)	$G_n \sin \alpha_n$ (T/m)	$C_n l_n$ (T/m)	$G_n \cos \alpha_n \tan \beta_n$ (T/m)	$G_n d_n$ (T)	$a G_n d_n / R$ (T/m)
-1	17	1,35	5,5	2,1	-	2,1	-	-0,11	0,99	182,33	-20,05	-	149,83	21332,61	21,05
0	16,8	"	16	"	-	"	3	0	1	630,00	0	-	480,51	78435	77,40
+1	16,8	"	23	"	-	"	4	0,11	0,99	894,60	98,41	-	679,68	120588,5	119,00
+2	16,8	"	31	"	-	"	3	0,22	0,97	1121,4	246,71	-	866,49	150266,5	148,28
+3	16,8	"	40	"	-	"	-	0,23	0,94	1310,4	432,43	-	1034,69	199075,2	196,45
+4	16,8	"	40	"	-	"	-	0,44	0,89	1310,4	576,57	-	979,65	99252,3	97,94
+5	16,8	"	39	"	-	"	-	0,55	0,83	1277,64	702,71	-	890,77	85942,1	84,81
+6	16,8	"	33	"	-	"	-	0,66	0,74	1081,08	713,51	-	671,99	80299	79,24
+7	24	"	13	"	9	"	-	0,77	0,62	1062	817,74	7,74	465,90	64234,1	63,38
Σ											3568,03	7,74	6219,5		887,55

$$K_s = \frac{6219,5 + 7,74}{3568,03} = 1,74$$

$$K_{ss} = \frac{6219,5 + 7,74}{3568,03 + 887,55} = 1,39$$

FONCTIONNEMENT NORMAL TALUS AVAL R=123m

N° des tranches	b (m)	h' (m)	γ_1 (T/m ³)	h''' (m)	γ_3 (T/m ³)	Sin α_n	Cos α_n	$G_n = b \sum \gamma_n h_n$ (T/m)	$G_n \sin \alpha_n$ (T/m)	$C_n l_n$ (T/m)	(PDE)tg ϕ (T/m)	$G_n \cos \alpha_n \tan \phi$ (T/m)	$G_n d_n$ (T)	$a G_n d_n / R$ (T/m)
-2	12	3	1,95	3	2,1	-0,17	0,98	145,29	-24,70	-	-	82,64	17496	21,34
-1	12	9	"	4	"	-0,084	0,99	311,31	-26,15	-	-	208,83	35811	43,67
0	12	15	"	4	"	0,00	1	451,8	0	-	-	305,62	52053,4	62,30
1	12	20	"	5	"	0,084	0,99	594,05	49,90	-	-	392,72	65340	80,80
2	12	25	"	3	"	0,17	0,98	660,64	112,31	-	-	420,20	72666	88,70
3	12	31	"	-	"	0,25	0,96	725,4	181,35	-	-	577,80	78343,2	95,60
4	12	37	"	-	"	0,34	0,94	865,82	294,38	-	-	675,40	92640,6	112,99
5	12	38	"	-	"	0,42	0,90	889,23	373,48	-	-	664,21	88920	108,60
6	12	37	"	-	"	0,5	0,86	865,8	432,90	-	-	618,00	77922	95,90
7	12	34	"	-	"	0,59	0,81	809,15	477,10	-	-	534,10	67626	82,47
8	12	27	"	-	"	0,67	0,74	642,71	430,62	-	-	388,00	46121,4	60,24
9	12	16	"	-	"	0,75	0,66	378,66	284,60	-	-	188,13	23587,2	28,76
Σ									2586,09	0	0	5055,75		880,57

$$K_s = \frac{(5055,75 - 0) + 0}{25.86,09} = 1,95$$

$$K_{ss} = \frac{(5055,75 - 0) + 0}{2586,09 + 880,57} = 1,45$$

FONCTIONNEMENT NORMAL TALUS AVAL

R=127m

No des branches	b (m)	h' (m)	δ_1 (T/m ²)	h'' (m)	δ_2 (T/m ²)	h''' (m)	δ_3 (T/m ²)	sin d _n	cos d _n	G _n = b Σ δ _n h _n (T/m)	G _n sin d _n (T/m)	(Pdl) + g _n (T/m)	C _n l _n (T/m)	G _n cos d _n + g _n (T/m)	G _n d _n (T)	a G _n d _n / R (T/m)	l _n = $\frac{b}{\cos d_n}$ (m)
-2	12	3	1,35	-	2,2	4	2,1	-0,13	0,98	171	-22,23	-	-	95,32	21015,9	24,82	12,24
-1	12	9	"	-	"	8	"	-0,06	0,99	412,2	-24,70	-	-	260,45	48639,6	57,44	12,12
0	12	15,5	"	-	"	11	"	0,0	1	639,9	0,00	-	-	406,38	76788	90,69	12,00
+1	12	20	"	-	"	12	"	0,06	0,99	972	58,32	-	-	502,95	111780	132,02	12,12
2	12	26	"	-	"	13	"	0,13	0,98	936	121,68	-	-	622,83	104832	123,82	12,24
3	12	32	"	-	"	13	"	0,19	0,97	1076,4	204,52	-	-	730,87	118404	139,85	12,37
4	12	38	"	-	"	11	"	0,26	0,96	1166,4	303,26	-	-	818,17	129470,4	152,92	12,50
5	12	42,5	"	-	"	9	"	0,33	0,94	1221,3	403,03	-	-	866,27	131900,4	155,78	12,76
6	12	48	"	-	"	6	"	0,40	0,91	1274,4	509,76	-	-	910,85	127440	150,52	13,19
7	12	54	"	-	"	2	"	0,47	0,88	1314	617,60	-	-	950,90	107274	126,70	13,63
8	12	46	"	2	"	-	"	0,54	0,84	1129,2	609,77	6,58	7,14	779,90	99352,10	117,34	14,28
9	12	29	"	21	"	-	"	0,6	0,80	1233	739,8	72,72	7,50	660,03	99873	117,76	15,00
10	12	3	"	45	"	-	"	0,67	0,74	1258,2	842,99	168,47	8,10	448,03	94265	111,45	16,21
11	12	7	"	28	"	-	"	0,74	0,67	903	668,22	115,77	8,95	320,00	54180	63,99	17,91
12	11	17	"	-	"	-	"	0,8	0,6	364,65	291,72	-	-	183,78	20055,75	23,69	18,33
Σ											5323,74	363,54	31,69	8556,73		1588,79	

$$K_s = \frac{(8556,73 - 363,54) + 31,69}{5323,74} = 1,55$$

$$K_{ss} = \frac{(8556,73 - 363,54) + 31,69}{5323,74 + 1588,79} = 1,19$$

FONCTIONNEMENT NORMAL TALUS AVAL

R=128m

N° des tranches	b (m)	h' (m)	γ_1 (T/m ³)	h'' (m)	γ_3 (T/m ³)	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	$G_n = b \sum \gamma_n h_n$ (T/m)	$G_n \sin \alpha_n$ (T/m)	$C_n l_n$ (T/m)	$G_n \cos \alpha_n \tan \beta_n$ (T/m)	(pdl) $\tan \beta_n$ (T/m)	$E_n \Delta u$ (T)	$a G_n \Delta u$ (T/m)
-4	11	-	1,95	3	2,1	-0,26	0,96	69,3	-18,01	-	25,28	-	8246,7	9,66
-3	12	-	"	6	"	-0,19	0,98	151,2	-28,72	-	56,30	-	18295,2	21,44
-2	12	3	"	9	"	-0,13	0,99	297	-38,61	-	143,00	-	36531	42,81
-1	12	9	"	11	"	-0,06	0,99	487,8	-29,26	-	277,00	-	60487,2	70,88
0	12	15	"	12	"	0	1	572,4	0	-	406,24	-	65826	77,14
1	12	20	"	10	"	0,06	0,99	720	43,20	-	433,02	-	81360	95,34
2	12	25	"	9	"	0,13	0,99	811,8	105,54	-	560,29	-	90109,8	105,59
3	12	31	"	6	"	0,19	0,98	876,6	166,55	-	646,34	-	97302,6	114,02
4	12	37	"	3	"	0,26	0,96	941,4	244,76	-	717,44	-	98847	115,83
5	12	38	"	-	"	0,33	0,94	889,2	293,44	-	702,11	-	88920	104,20
6	12	37	"	-	"	0,4	0,91	865,8	346,32	-	661,81	-	77922	91,31
7	12	34	"	-	"	0,47	0,88	795,6	373,93	-	581,10	-	67626	79,25
8	12	27	"	-	"	0,54	0,84	631,8	341,17	-	440,49	-	50544	59,23
9	12	16	"	-	"	0,6	0,8	374,4	224,64	-	248,60	-	26208	30,72
10	06	05	"	-	"	0,67	0,74	58,5	39,20	-	35,93	-	3510	4,11
Σ									2064,15	0	5934,94	0		1021,53

$$K_S = \frac{(5934,95 - 0) + 0}{2064,15} = 2,87$$

$$K_{SS} = \frac{(5934,95 - 0) + 0}{2064,15 + 1021,53} = 1,92$$

VIDANGE RAPIDE

TALUS AMONT

R=120m

N° des tranches	b (m)	h (m)	δ_{sat} (t/m ³)	$\sin d_n$	$\cos d_n$	$T = bh\delta \sin d_n$ (T/m)	$\tan \beta_n$	$(N-Pd) \frac{E \gamma_n}{(\delta_{sat}-1) b h \cos d_n \beta_n}$ (T/m)	$d_n = \frac{b}{\cos d_n}$ (m)	$C_n d_n$ (T/m)
-2	12	3,50	2,2	-0,18	0,98	-16,63	0,84	38,03	12,24	-
-1	12	12	"	-0,09	0,99	-28,51	"	131,72	12,12	-
0	12	16	"	0,00	1,00	0,00	"	177,41	12,00	-
1	12	23	"	0,09	0,99	54,65	"	252,47	12,12	-
2	12	25	"	0,18	0,98	118,80	"	271,66	12,24	-
3	12	29	"	0,27	0,96	206,71	"	308,69	12,50	-
4	12	28	"	0,36	0,93	266,11	"	288,73	12,90	-
5	12	28	"	0,45	0,89	288,73	"	276,31	13,48	-
6	12	26	"	0,54	0,84	370,66	"	242,16	14,28	-
7	12	20	"	0,64	0,77	337,92	"	170,75	15,58	-
8	12	11	"	0,73	0,69	211,99	"	84,16	17,39	-
Σ						1810,43		2242,09		0,00

$$K_s = \frac{2242,09 + 0,00}{1810,43} = 1,24$$

VIDANGE RAPIDE TALUS AMONT

R=1283m

N ^o des tranches	b (m)	γ_{sat} (T/m ³)	h' (m)	h'' (m)	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	$T = \frac{\gamma_{sat} b h_n \sin \alpha_n}{T/m}$	$\tan \beta_1$	$\tan \beta_2$	$(N - Pd) \tan \beta_n =$ $(\gamma_{sat} - 1) b h_n \cos \alpha_n \tan \beta_n$ (T/m)	$dL_n = \frac{b}{\cos \alpha_n}$ (m)	$C_n dL_n$ (T/m)
-3	11	2,2	0,00	2,50	-0,23	0,97	-13,91	0,38	0,84	49,06	11,34	-
-2	12	"	5,50	5,50	-0,15	0,98	-43,56	"	"	86,80	12,25	-
-1	12	"	12	7,00	-0,08	0,99	-40,13	"	"	167,66	12,04	-
0	12	"	17,50	7,50	0,00	1,00	0,00	"	"	230,96	12,00	-
1	12	"	22	7,00	0,08	0,99	61,25	"	"	278,21	12,37	-
2	12	"	27	5,00	0,15	0,98	126,72	"	"	317,97	12,24	-
3	12	"	34	2,00	0,23	0,97	218,59	"	"	375,41	12,04	-
4	12	"	38	0,00	0,30	0,95	300,96	"	"	400,28	12,63	-
5	12	"	36	0,00	0,38	0,92	361,15	"	"	367,23	13,04	-
6	12	"	35	0,00	0,46	0,89	425,04	"	"	345,39	13,48	-
7	12	"	31	0,00	0,54	0,84	441,94	"	"	288,73	14,28	-
8	12	"	23	0,00	0,61	0,79	370,39	"	"	201,47	15,28	-
9	15	"	12	0,00	0,69	0,72	273,24	"	"	119,75	20,83	-
							2481,68			3228,92		0,00

$$K_s = \frac{3228,92 + 0,00}{2481,68} = 1,30$$

VIDANGE RAPIDE TALUS AMONT R=131m

N° des tranches	b (m)	h (m)	γ_{sat} (t/m ³)	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	$T = \gamma_{sat} h b \sin \alpha_n$ (T/m)	$\text{tg } \beta_1$	$\text{tg } \beta_2$	$(N - P \cos \alpha) \text{tg } \beta_n = (\gamma_{sat} - 1) b h \cos \alpha_n \text{tg } \beta_n$ (T/m)	$d^2 = \frac{b}{\cos \alpha_n}$ (m)	$C_n d_n$ (T/m)
-3	14	6	2,2	-0,25	0,97	-42,20	0	0,84	75,29	14,43	-
-2	14	16,5	"	-0,17	0,98	-86,39	0,38	"	202,07	14,14	-
-1	14	23	"	-0,08	0,99	-56,67	"	"	271,64	14,06	-
0	14	31	"	0,00	1,00	0,00	"	"	372,68	14,00	-
1	14	37	"	0,08	0,99	91,17	"	"	452,02	14,06	-
2	14	41	"	0,17	0,98	214,68	"	"	514,55	14,14	-
3	14	43	"	0,25	0,97	331,10	"	"	539,56	14,43	-
4	14	45	"	0,33	0,94	457,38	"	"	547,19	14,89	-
5	14	44	"	0,42	0,91	569,18	"	"	517,19	15,38	-
6	14	37	"	0,50	0,86	569,80	0,23	"	338,91	16,28	3,27
7	14	30	"	0,58	0,81	321,55	0,23	"	164,09	17,28	4,09
8	11	20	"	0,67	0,74	0,00	0	"	266,67	14,86	21,27
Σ						1800,42			4262,63		28,63

$$K_s = \frac{4262,63 + 28,63}{1800,42} = 2,38$$

-o-/ALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE DE LA VARIANTE-o-
-oo-oo-oo-oo-oo-N° 2 -oo-oo-oo-oo-oo-oo-

-Rappel des dimensions du barrage :

Hauteur : H = 74 m
longueur en crête L $\hat{=}$ 195 m
largeur en crête b = 12 m

I.-Coûts unitaires des matériaux et des travaux :

Materiaux ou travaux	PRIX U N I T A I R E
Noyau	48 DA / m ³
Filtres (Alluvions de rivières)	106 DA/ m ³
Enrochement(extraction +mise en place	96 DA/ m ³
Rip-Rap	96 DA/ m ³
Galets (protection du talus aval	40 DA/ m ³
Excavation	30 DA/ m ³
Paroi (moulée)	2000 DA/ m ³

2 -Calcul du volume du corps du barrage:

-C'est le volume des différents matériaux qui constituent le corps du barrage, pour cela on a établi le profil en long du barrage, en faisant une coupe par l'axe du barrage.

pour cela on a établi 9 coupes transversales à partir de la vue en plan du barrage (Voir planche N° _____/.

-Le procédé de calcul :

-Pour chaque coupe transversale, le volume de chaque matériau constituant le corps du barrage est calculé à partir de la formule suivante :

$$V_I = A_I \cdot L \text{ appliqué}$$

Tableau des surfaces des différentes Coupes

AII : Surfaces - en. (m ²)													
Longueurs en (m)	Longueurs appliquées en (m)	Excavation des grés	Excavation des ALLUVIONS	Enrochement.	Rip-rap	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	Protection du talus aval	Noyau
L ₀₋₁ = 20	20	282	0	54,50	8	6	0	10,5	15	6	0	10	25,5
L ₁₋₂ = 20	22,50	164	0	469,62	31	31	30	42	42	30	0	41	143,0
L ₂₋₃ = 25	25	338	3,83	5065,50	152	144	216	228	201	186	0	95	2427,5
L ₃₋₄ = 25	25	0	866	7733,00	164	166	216	228	228	216	121	172	2685,5
L ₄₋₃ = 25	22,50	344	391	7612,00	164	166	210	222	228	216	121	172	2304,4
L ₃₋₄ = 20	20	810	0	6835,00	161	163	162	174	186	156	0	169	1540,0
L ₄₋₅ = 20	20	462	0	1609,50	67	64	69	63	123	129	0	81	545,0
L ₅₋₆ = 20	20	881	0	443,00	30	27	27	42	72	60	0	46	229,5
L ₆₋₇ = 20													

Tableau des volumes des matériaux Constituant le barrage

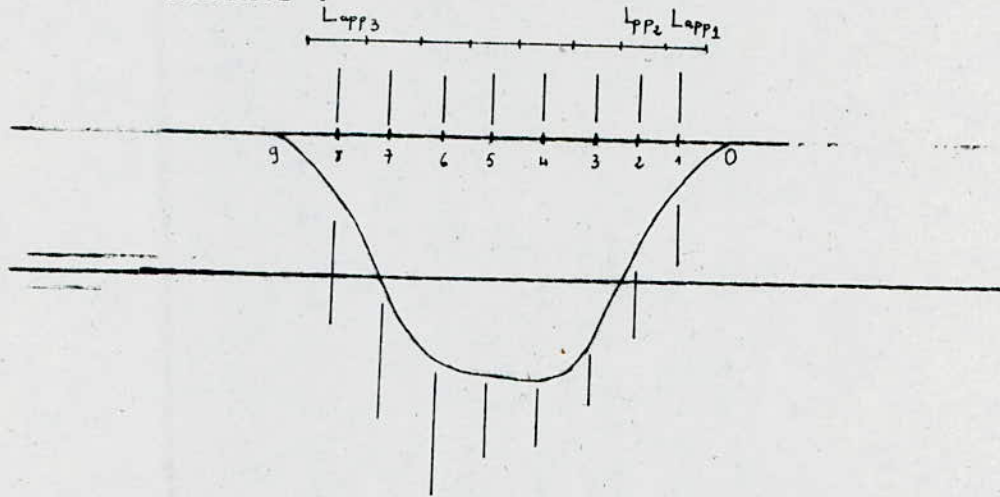
V_I : volumes - en - m^3													
Longueurs en (m)	Longueurs appliquées en (m)	Excavation des grés	Excavation des ALLuvions	Enroch-ement.	Rip-rap	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	Protection du talus aval	Noyau
20	20	5640	0	1090	160	120	0	210	300	120	0	200	510
20	22,5	3690	0	10566,6	697,5	697,5	675	945	945	675	0	922,5	3217,5
25	25	8450	9575	126637,5	3800	3600	5400	5700	5025	4650	0	2375	60687,5
25	25	0	21650	193325	4100	4150	5400	5700	5700	5400	3025	4300	67137,5
25	22,5	7740	12480	171270	3690	3735	4725	4995	5130	4860	2722,5	3870	51849
20	20	16200	0	136700	3220	3260	3240	3480	3720	3120	0	3380	30800
20	20	9240	0	32190	1340	1280	1380	1260	2460	2580	0	1620	10900
20	20	17620	0	8860	600	540	540	840	1440	1200	0	920	4590
20	<u>Somme</u>	68580	43705	680639,1	17607,5	17382,5	21360	23130	24720	22605	5747,5	17587,5	229691,5

A_I : Surface occupée par chaque matériau dans la I(éme)coupe transversale.

V_I : Volume de chaque matériau dans la (eine)coupe transversale .

$$L \text{ appliqué} = \frac{L_{Ii+I} + L_{Ii+I}}{2} \text{ avec } I = 0 - 7$$

L_{app} : Distance entre deux (02)milieux de coupes transversales voisines .



- D'ou le volume total du corps du barrage est donné par :

$$V_I = A_I \cdot L \text{ appliqué}$$

3. -/ tude économique de la variante n°2:

3.I calcul du noyau/: le noyau aura une épaisseur en crête de 6m, et 60,8m d'épaisseur à sa base, il sera ancré de 4m

volume du noyau /: $V = 24524I,50 \text{ m}^3$

coût du noyau /: $G = 24524I,50 \cdot 48 = 11,77 \text{ M DA}$

3.2 Filtres:

-Quatres filtres (04)de 3m d'épaisseur d'aluvions de rivières traitées, chacun sera disposé de part et d'autre du noyau argileux, et un tapis filtrant de 1m d'épaisseur, sera disposé au pied du pied du talus aval du noyau qui se prolonge jusqu'au talus aval du barrage;

Le rip-Rap repose sur une filtre de 1m d'épaisseur sur le talus amont

Volume : $v = V_{f1} + V_{f2} + V_{f3} + V_{f4} + V_{f5} + V_{f6}$, Volume occupé par le i (eme) filtre. (V_f)

$V = 114945 \text{ m}^3$

Coût : $C = 114945 \cdot 106 = 12,18 \text{ M DA}$

3.3 -Calcul du volume de l'enrochement : (recharge en enrochements):

Volume d'enrochement : $V = 733669,1 \text{ m}^3$

Coût: $C = 733669,1 \cdot 96 = 70,43 \text{ M DA}$

3.4 -Excavations :

Volume : Une excavation de deux (02) m de grés est prévue sur les versants, et de 4m au niveau du lit de l'oued.

Le volume est ainsi excavé sera le suivant :

volume: $V = 112285 \text{ m}^3$

coût : $C = 112285 \cdot 30 = 3,37 \text{ M DA}$

3.5 -Rip-Rap: une couche de 1m de roche de carrière résistante à l'usure sera disposée sur le talus amont.

volume : $V = 17607,5 \text{ m}^3$

coût : $C = 17607,5 \cdot 96 = 1,69 \text{ M DA}$

3.6 Protection du talus aval/:

-Une couche de 0,5 m de galets alluvionnaires sera disposé sur le talus aval .

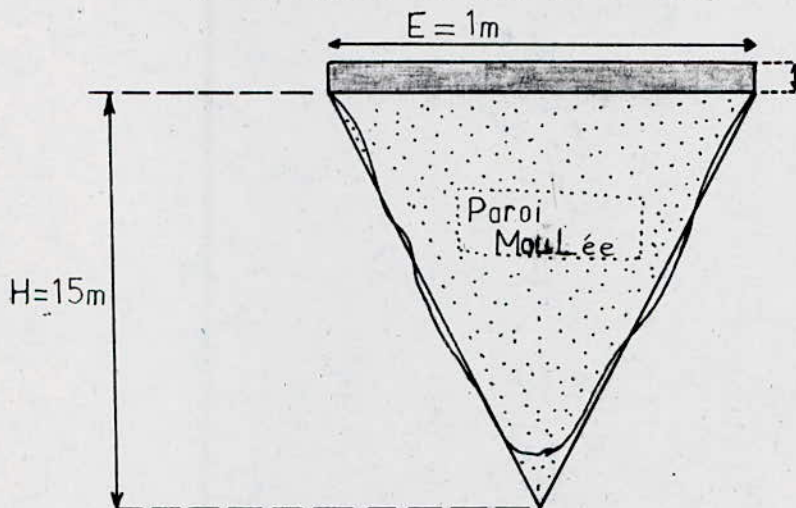
Volume : $V = 17587,5 \text{ m}^3$

Coût : $C = 17587,5 \cdot 40 = 0,70 \overline{\text{M}}. \text{ DA.}$

3.7 - Paroi Moulée :

- Vu la perméabilité assez élevée du sol de fondation, une paroi moulée de 15 m de hauteur et d'un (01)m d'épaisseur est prévue ainsi nous obtenons le volume de la paroi moulée par la méthode suivante:

$b = \text{largeur du lit de l'oued} = 50 \text{ m}$



$V_{PM} = S_{PM} \cdot E \text{ paisseur}$

avec S_{PM} : surface de la paroi moulée

V_{PM} : volume total de la paroi moulée

E : épaisseur de la paroi moulée

√(=) application numérique / :

S_{PM} : assimilée à un triangle

b : largeur du lit de l'oued

h : hauteur de la paroi moulée.

$$S_{PM} = \frac{b \cdot H}{2}$$

- Le raccordement de la paroi moulée en profondeur;
Pour cela on a ancré la paroi moulée de deux(02)m dans les schistes, ces derniers constituent le substratum de la fondation .

-Et pour le raccordement de la paroi moulée en tête, c'est à dire le raccordement de la paroi moulée avec le noyau central il a été ^{ancré} de 40cm pour avoir une bonne adhésion avec le noyau .

D'ou:

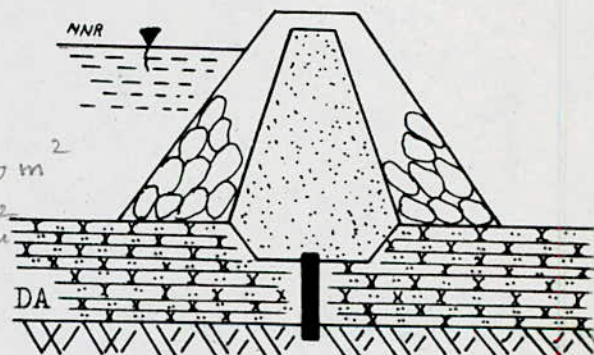
$$H = 14 + 2 + 0,40 = 16,40 \text{ m.}$$

$$S_{PM} = \frac{16,40 \cdot 50}{2} = \frac{820}{2} \text{ m}^2 = 410 \text{ m}^2$$

$$V_{PM} = \frac{820 \cdot 1}{2} \text{ m}^3 = \frac{820}{2} \text{ m}^3 = 410 \text{ m}^3$$

$$\text{Coût: } C = \frac{820 \cdot 2000}{2} = \frac{1,64}{2} \text{ M. DA}$$

$$= 0,82$$



3.8. TABLEAU RECAPITULATIF DES COUTS .

DESIGNATION	COÛT.M.DA
NOYAU(argile)	11,77
FILTRES	12,18
ENROCHEMENT	70,43
TRAVAUX D'EXCAVATIONS	3,37
RIP-RAP	1,69
PROTECTION DU TALUS AVAL:galets:	0,70
PAROI MOULEE	^{0,82} 1,64
INJECTIONS	! 0,7

4. 1°) AVANTAGES/:

a) stabilité: Lorsque le masque recouvre le parement, la totalité du massif intervient dans la stabilité du barrage, d'autre part l'absence de pression intersticielle dans le corps du remblai modifie les conditions de stabilité dans le sens favorable .

b) Organisation du chantier et économie des matériaux :

-Le masque amont permet d'avoir des pentes plus raides, ce qui entraîne une économie de matériaux, d'autre part il peut être réalisé indépendamment du massif, ce qui est un grand avantage sur le plan de l'organisation du chantier, car si l'avancement du massif mené avec de gros moyens pour être économique va en général très vite, la mise en place du masque, relativement plus délicate est plus lente.

c) Exploitation: La présence de l'organe d'étanchéité sur le parement amont facilite pendant l'exploitation, la localisation des fuites (galerie de pied, drains individualisés) et rend possible la réparation en cas de défection du masque.

d) Exhaussement: La hauteur du barrage ainsi réalisée est dans une très large mesure facile à augmenter .

4 . 2°) INCONVENIENTS /:

a) Veillissement: Le masque doit être protégé des agressions extérieures, intempérie, ensoleillement, choc mécanique.

b) Elements de raccords: Les éléments de raccords sont les points critiques de la réalisation du masque. Pour cela ils doivent être réalisés avec le plus grand soin afin de pouvoir assurer la pérennité du masque .

5. -o-/-) VANTAGES ET INCONVENIENTS DU NOYAU ARGILEUX-o-

5. 1°) AVANTAGES /:

a) Réalisation: La technique de réalisation des noyaux argileux offre l'avantage d'être de nos jours une technique parfaitement mise au point d'autre part le noyau argileux peut s'accomoder d'une fondation non rocheuse .

b) Caractéristiques du matériau : L'argile est un matériau qui offre une bonne plasticité, ce qui permet de se prêter assez aisement au tassement et d'épouser assez facilement les formes, de plus il offre l'avantage d'être un matériau autocicatrisant.

c) Protection de l'organe d'étanchéité: La présence de l'organe d'étanchéité dans le corps même du barrage, fait que celui-ci n'est pas exposé aux intempéries, à l'ensoleillement, et autres agressions extérieures.

5. 2°) INCONVENIENTS /:

a) Réalisation: - L'arrêt du chantier est obligatoire durant les périodes de pluies, en effet l'érection des recharges et du noyau argileux doit se faire simultanément avec cependant une légère surélévation du noyau argileux.

Le noyau scinde le barrage en deux parties et rend ainsi assez difficile l'organisation des deux chantiers qui sont celui du noyau argileux et celui des recharges situées de part et d'autre de celui-ci.

b) Stabilité: - La présence inévitable de pressions intersticielles dans le noyau argileux et par conséquent dans le corps du barrage peut poser quelques problèmes à la stabilité de celui-ci (risques de création de renards, effets des souspressions).

c) Exploitation: - La localisation des fuites d'un barrage à noyaux argileux est très difficile de même la possibilité d'y remédier (réparation du noyau)

INTRODUCTION :

-() appelle barages poids ou barrages gravité des barrages en maçonnerie, conçus et calculés pour résister par leurs poids à la poussée des eaux qu'ils retiennent .

-Dans ce qui suit nous examinons les points communs aux deux variantes.

1°) Choix de l'axe du barrage :

-()'après la carte topographique établie à l'échelle I:1000 l'axe du barrage poids a été choisi de façon à satisfaire les conditions suivantes:

-La cuvette d'eau doit être de grande capacité par rapport au volume du corps du barrage .

-Les courbes de niveau soient serrées le plus possible .

-La hauteur du barrage sera englobée dans la gorge.

2°) Matériaux de constructions :

-Le béton utilisé pour la construction du barrage est un très gros béton du fait de la grandeur du barrage en ce sens les dimensions maximales de ses agrégats dépassent largement 10 cm.

-Pour la fabrication du béton les sables et graviers alluvionnaires de l'oued Bou-G'Doura et de l'oued SEBAOU à proximité de DRABEN-Khedda constituent localement les principales sources de granulats pouvant être utilisées pour la préparation du béton .

3°) Fondation :

-Un barrage poids doit se reposer sur une fondation imperméable, dans notre cas notre fondation est constitué d'une épaisseur de 18 m d'alluvions qui est un matériau assez perméable qui repose sur des schistes qui sont imperméables;

donc l'excavation de ces alluvions est nécessaire pour arriver à la bonne roche .

I.)'après les levées existantes la hauteur de la crête du barrage est limitée à I maximum de 135 m (N.G.A), ainsi le couronnement du barrage se trouve à la côte 135 m; avec le lit de l'oued qui se trouve à la côte de 65m .

2 -)imensionnement /:

2.1. Hauteur du barrage :

- La hauteur du barrage est la difference entre la côte du couronnement et la côte du lit de l'oued .

$$h_b = 135 - 65 = 70 \text{ m}$$

2.2 Largeur en crête :

- Elle est prise de façon à permettre aux engins d'entretien une circulation facile . $l_c = 5 \text{ m}$

2.3 Longueur en crête du barrage :

- Cette valeur est mesurée directement sur la vue en plan du barrage $L = 143 \text{ m}$.

2.4. /)entes des talus :

(2.4.I) -Parement Aval/:

-L'expérience a montré que dans les barrages poids dans le passé ont cédé à la poussée des eaux et provoqué des catastrophes, correspondaient à un fruit total inférieur à 0,66; aussi une règle empirique s'impose, le fruit total d'un barrage-poids doit être pris au minimum égale à 0,7, vu la hauteur du barrage il a été recommandé de prendre $m = 0,8$ (fruit du talus aval) valeur qui nous parait optimale.

(2.4.2)- Parement amont

-/ Il y a intérêt à prendre l'inclinaison (n) du parement amont très petite et cela pour l'économie du barrage.

-Il faut également que (n) ne soit pas complètement nul, pour éviter que la présence du couronnement du barrage produise des efforts d'extension sur le parement aval;

pour concilier tous ces éléments et dans un but de standardisation ;

On prend actuellement pour (n) la valeur de 0,05 .

3°) ALCUL DE STABILITE :

(3.I) Forces agissantes sur le barrage

(3.I.1)

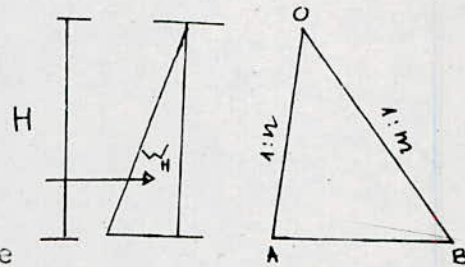
-Poussée horizontale de l'eau : (W_h)

$$W_h = \frac{1}{2} \gamma H^2$$

H = hauteur d'eau dans le reservoir.

γ = poids spécifique de l'eau égal à $1T/m^3$

applique à la hauteur $\frac{H}{3}$ au dessus de la base AB du massif .



(3.I.2)

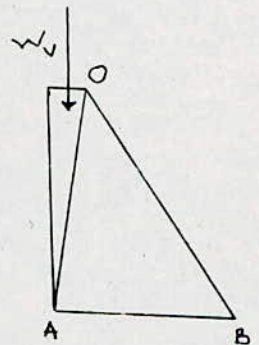
-Poussée verticale de l'eau (W_v)

elle est égale au poids du coin d'eau

OAC est donné par $\frac{1}{2} n \gamma H^2$

n : inclinaison du parement

son point d'application est à $\frac{(2n+m)H}{3}$ du point B.



(3.I.3)

-poids propre de l'ouvrage(P),

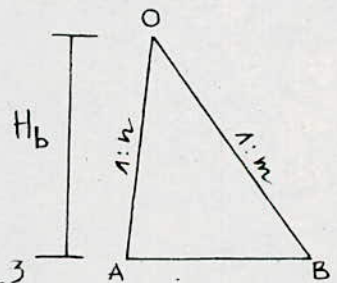
il est donné par

$$P = \frac{1}{2} (n+m) \gamma_b H_b^2$$

h_b : hauteur totale du barrage

γ_b : poids spécifique du béton égal à $2,4T/m^3$

Sa direction passe à $\frac{1}{3}(2m+n)h_b$ du point B.

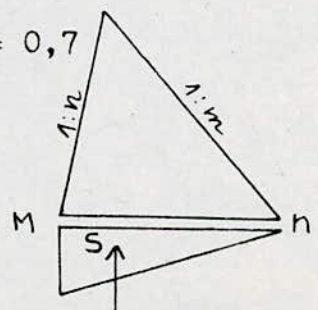


(3.I.4)

Forces dues aux sous-pressions:

(□) n admet que les souspressions se repartissent lineairement, suivant une droite Mn (voir schéma), qui couvrait les courbes de répartition rencontrés en pratique avec cette hypothèse sera:

m_s : coefficient des sous pressions $m_s = 0,7$



(3.1.5)

-Poussée des vases W_s

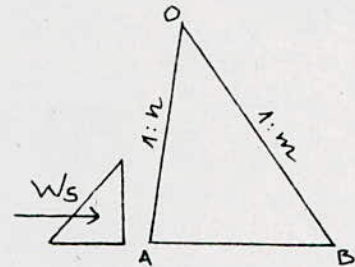
elle est due à la vase qui se dépose au fond du reservoir et donné par:

$$W_s = \frac{1}{2} \zeta_s \gamma_s H_s^2$$

H_s : hauteur des vases ($h_s = 26m$)

γ_s : poids spécifique des vases

$$(\gamma_s = 1,6T/m^3).$$



ζ_s : coefficient des poussées actives des vases données

$$\text{par } \zeta_s = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_s}{2}\right)$$

φ_s : angle de frottement interne des vases ($\varphi_s = 16^\circ$).

son point d'application est à $\left(\frac{H_s}{3} + b\right)$

3.1.6 - Forces d'inertie :

-elle est due à un seisme et peut provoquer de grands dégâts, on suppose qu'elle agit horizontalement la direction la plus défavorable selon le cas considéré, son intensité est de

$$p_e = P K_s \alpha$$

P = poids du barrage;

K_s = coefficient de sismicité, il est en fonction de l'intensité du seisme et de la classe de l'ouvrage.

-Pour une intensité du seisme de 7 sur l'échelle de RICHTER $K_s = 0,025$

α : coefficient donné par la formule : $\alpha = 1 + 0,5 \frac{h}{h_b}$

h : hauteur de la section considérée en m

h_b : hauteur du barrage .

-En direction la force passe à $\frac{1}{3} h_b$ de la base du barrage.

7 (EMARQUE) : Pousée de l'amont vers l'aval à réservoir plein,
et de l'aval vers l'amont à réservoir vide.

(3.I.7)

-Poussée sismique de l'eau : P_s

- Lors d'un seisme l'eau s'éloigne et se rapproche alternativement du massif, il s'en suit une poussée supplémentaire sur la face amont du barrage.

La force p_s est donnée par :

$$p_s = \frac{2}{3} K_e C_e K_s \gamma H^2$$

K_e : coefficient dépendant de l'inclinaison du parement amont, il est donné par un abaque (voir tableau 2 annexe).

C_e : coefficient donné par la formule

$$C_e = \frac{0,817}{\sqrt{1 - 7,75 \left(\frac{H}{1000T} \right)}}$$

T : période du phénomène généralement admise entre 0,5 et 1s
($T = 0,8s$).

Sa direction passe à 0,4 H de la base du barrage.

(3.2) TABILITE AU GLISSEMENT :

- Pour favoriser la stabilité vis à vis du glissement, la fondation sera inclinée de 5% .

- Le barrage ne glissera pas sur sa base , si k_g (coefficient du glissement) restera inférieur à un coefficient de sécurité (g) pris égale à 0,75.

$$k_g = \frac{\frac{\sum H}{\sum V} - \text{tg } \alpha}{1 + \frac{\sum H}{\sum V} \text{tg } \alpha} \leq g$$

3.3 -STABILITE AU RENVERSEMENT :

-L'ouvrage sera stable au renversement si

$$K_r = \frac{\sum M_s / B}{\sum M_R / B} \gg R$$

R : coefficient de sécurité pris égal à 1,5.

1) Nous aurons à considérer la stabilité de l'ouvrage dans 3 Cas

1°) Cas d'une crue dix millenaire , l'eau atteindra la cote 133m;

(H = 68 m), dans ce cas le seisme ne sera pas considéré , en effet il est très rare qu'un seisme et une crue surviennent en même temps

2°) Cas du reservoir normal + seisme, l'eau est au niveau normal du reservoir (H = 63m)

3°) Cas du reservoir vide + seisme .

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

CAS CONSIDERE	CRUE MILLENAIRE	RESERVOIR AU NIVEAU NORMALE+ SEISME	RESERVOIR VIDE + SEISME
K_r	1,78	2,01	51,09
K_g	0,62	0,57	0,025

ans tous les cas on a :

$$K_r > R = 1,5$$

$$K_g < g = 0,75$$

La stabilité au glissement et au renversement est assurée.

Les calculs sont résumés dans les tableaux qui suivent.

CRUE DIX-MILLINAIRE H = 68 m

Forces	Intensité (T/m ²)		Bras de levier / B	Intensité (m)	Moment / B	Intensité (t.m/ml)	
	Horizontale F _H	verticale F _V				stabilisant M _s	Renversant M _R
$W_H = \frac{1}{2} \gamma H^2$	2312		$\frac{1}{3} H$	22,66	$\frac{1}{6} \gamma H^3$		52389,92
$W_V = \frac{1}{2} n \gamma H^2$		115,6	$(\frac{2}{3} n + m) H$	56,66	$\frac{1}{2} n (\frac{2}{3} n + m) \gamma H^3$	6549,90	
$P = \frac{1}{2} (n+m) \gamma_b H_b^2$		4998	$\frac{1}{3} (n+2m) H_b$	38,5	$\frac{1}{6} (n+m)(n+2m) \gamma_b H_b^3$	192423	
$W_s = \frac{1}{2} \gamma_s \gamma_s H_s^2$	308,26		$\frac{H_s}{3} + 6$	14,66	$\frac{1}{2} \gamma_s \gamma_s (\frac{H_s}{3} + 6) H_s^2$		4519,10
$S = \frac{1}{2} m_s (n+m) \gamma H^2$		1375,64	$\frac{2}{3} (n+m) H_b$	39,66	$\frac{1}{3} (n+m)^2 m_s \gamma H^2 H_b$		54557,88
Σ	2620,26	3737,96				198972,9	111466,9
Coefficient de sécurité	$K_g = 0,62$					$K_r = 1,78$	

RETENUE NORMALE + SEISME

$H = 63 \text{ m}$

FORCES	Intensité (t/m)		Bras de levier / B	Intensité (m)	Moment / B	Intensité (tm/m)	
	horizontale F_H	verticale F_V				stabilisant M_S	renversant M_R
$W_H = \frac{1}{2} \gamma H^2$	1984,5		$\frac{1}{3} H$	21	$\frac{1}{6} \gamma H^3$		41674,5
$W_V = \frac{1}{2} n \gamma H^2$		99,23	$(\frac{2}{3}n+m) H$	52,5	$\frac{1}{2} n (\frac{2}{3}n+m) \gamma H^3$	5209,58	
$P = \frac{1}{2} (n+m) \gamma_b H_b^2$		4998	$\frac{1}{3} (n+2m) H_b$	38,5	$\frac{1}{6} (n+m) (n+2m) \gamma_b H_b^3$	192423	
$W_s = \frac{1}{2} \gamma_s \gamma_s H_s^2$	308,26		$(\frac{H_s}{3} + 6)$	14,66	$\frac{1}{2} \gamma_s \gamma_s H_s^2 (\frac{H_s}{3} + 6)$		4519,10
$S = \frac{1}{2} m_s (n+m) \gamma H^2$		1180,77	$\frac{2}{3} (n+m) H_b$	39,66	$\frac{1}{3} m_s (n+m) \gamma^2 H_b^2$		46829,34
$P_e = PK_s \alpha$	124,95		$\frac{1}{3} H_b$	23,33	$\frac{1}{3} PK_s \alpha H_b$		2915,08
$P_s = \frac{2}{3} K_e C_e K_s \gamma H^2$	87,35		0,4 H	25,2	$\frac{4}{15} K_e C_e K_s \gamma H^3$		2201,22
Σ	2505,06	3916,46				197632,58	98139,24
Coefficient de sécurité	$K_g = 0,57$					$K_r = 2,01$	

RETENUE VIDE + SEISME $H = 18 \text{ m}$

Forces	Intensité (t/m)		Bras de levier / B	Intensité (m)	Moment / B	Intensité (t/m)	
	Horizontale F_H	Verticale F_V				Stabilisant	Réversant
$P = \frac{1}{2}(n+m) \gamma_b H_b^2$		4998	$\frac{1}{3}(n+2m) H_b$	38,5	$\frac{1}{2}(n+m)(n+2m) \gamma_b H_b^3$	182423	
$S = \frac{1}{2} m_s (n+m) \gamma H^2$		96,39	$\frac{2}{3}(n+m) H_b$	39,66	$\frac{1}{3} m_s (n+m)^2 \gamma H^2 H_b$		3822,82
$P_e = P K_s \alpha$	124,95		$\frac{1}{3} H_b$	23,33	$\frac{1}{3} P K_s \alpha H_b$	2915,08	
Σ	124,95	4904,61				195338,08	3822,82
Coefficient de sécurité	$K_y = 0,025$					$K_r = 51,09$	

4°) Injections des fondations :

-Les injections servent à étancher ou à consolider les composants solides poreux et perméables telles que des roches fissurées, maçonnerie defectueuse et alluvions, dans notre cas on doit injecter un coulis de ciment sous pression, le produit se solidifie dans le temps et imperméabilise, donc la fondation, l'injection s'effectue à partir d'une galerie (galerie d'injection et de drainage).

5°) Injection sur les rives :

-Des injections sur les deux versants seront exécutés, ces injections permettent d'obturer les vides et les fissures qui se trouvent sur les versants .

6°) détail d'exécution du barrage poids :

-Avant de commencer à bétonner le barrage il faut nettoyer soigneusement le sol de fondation (qui ne doit autant que possible pas rester trop longtemps exposé aux intempéries qui risquent de l'altérer) le préparer à la lance avec un jet d'eau d'au moins 5atm, le nettoyage au ballet d'acier, gratter et traiter les fissures.

pour réduire les variations et l'action des infiltrations et la pression dangereuse de l'eau, il faut exécuter un parement amont aussi étanche que possible et d'effectuer à proximité un drainage de barrage.

-Ces drains d'au moins 5cm de diamètre intérieur peuvent être disposés horizontalement et dans les joints de reprise de façon à drainer également ceci, des drains verticaux peuvent également être dans le corps du barrage, leur rôle est de capter les eaux qui auraient pu s'infiltrer à travers la face amont.

Enfin pour lutter contre les sous pressions 3 lignes de défenses peuvent être disposées.

-Une première ligne est établie suivant le parement amont du barrage en cherchant à le rendre aussi étanche que possible.

-Une deuxième ligne est établie, un peu en arrière par un ensemble de drains verticaux dont le rôle est de capter les eaux ayant réussi à franchir la première ligne .

- Une troisième ligne de défense est réalisée dans le corps du barrage aux moyens des drains subhorizontaux aux étages sur toute la longueur de l'ouvrage et captant les eaux que les drains verticaux auraient laissé progresser vers l'aval .

/-o-./

-o- / ALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE -o-
DE LA VARIANTEN°3
 -o- / -o- / -o- / -o- / -o- / -o- / -o- / -o- / -o- / -o- /

△) (appel des dimensions du barrage) :

Hauteur $\pm H_b = 70m$

Longueur en crête $\pm L = 143m$

Largeur en crête : $l = 5 m$

-Calcul du volume du corps du barrage/ :

-Pour le calcul du volume du corps du barrage, on a établi le profil en long du barrage, en faisant une coupe par l'axe du barrage.

-Pour cela, on a établi 5 coupes transversales à partir de la vue en plan du barrage, (Voir planche n° 10 /).

-Pour chaque coupe transversale le volume est calculé à partir de la formule suivante :

$$V_I = A_I \cdot L_{app} \quad \text{Avec,}$$

A_I : surface occupée par le béton dans la I(ème) coupe transversale .

V_I : volume du béton de la I(ème) coupe transversale .

L_{app} : distance entre les deux (02) milieux transversales voisines.

- Les calculs sont donnés par le tableau suivant :

longues en (m)	longues appliquées en (m)	A_I : surface en (m ²)			volume en (m ³) V_I :		
		Excavation des gres	Excavation des Alluvions	Béton	Excavation des Alluvions	Excavation des gres	Béton
1 ₀₋₁ =13							
1 ₀₋₂ =21	17,00	5,00	0,00	331,00	0,00	85,00	5627,00
1 ₀₋₃ =20	20,50	8,90	0,00	1196,10	0,00	182,45	24520,05
	25,00	10,60	0,00	1799,40	0,00	265,00	44985,00
1 ₀₋₄ =30	35,50	0,00	102,60	2797,90	3642,30	0,00	99325,45
1 ₀₋₅ =41	4,00						
1 ₀₋₆ =18	29,50	5,10	0,00	374,90	0,00	150,45	11059,55
				somme	3642,30	682,90	185517,05

EVALUATION DES CÔUTS.

Côuts du béton.arme.

Volume: $V = 186199,95 \text{ m}^3$

Côut : $c = 186199,95 \cdot 2645 = 492,50 \text{ MDA}$

Côuts du produit injecte .

Volume : $V = 3642,30 \text{ m}^3$

Côut : $C = 3642,30 \cdot 1800 = 6,56 \text{ MDA}$

Côut des travaux d'excavation .

.Le volume du materiau exaavé . (grés sur les versants alluvions sur le lit de l oued.)

$V = 4325,20 \text{ m}^3$

$C = 4325,2 \cdot 30 = 0,13 \text{ MDA}$

TABLEAU RECAPITULATIF DES CÔUTS.

Designation.	Côut MDA
Béton armé	492,50
Produit injecté	6,56
Travaux d'excavations	0.13

- / / n barrage poids déversoir , est un barrage poids qui permet d'évacuer en-dessus de sa crête la crue du projet. son parement aval est profilé pour guider la nappe **déversante**

I°) RECHERCHE DU PROFIL-TYPE DU BARRAGE DEVERSOIR/:

-Le deversoir adopté sera du type Creager qui permettra d'éviter le phénomène de la cavitation qui, par suite nuira au béton du deversoir. GREAGER a établi les coordonnées du profil dans le cas d'une charge de H_m , étant donné que dans ce type d'écoulement, les forces prépondérantes sont celles de pesanteur et d'inertie.

-Par application de la similitude de Reech-Froude on peut obtenir les coordonnées du profil pour une charge différente de H_m .

-Le rapport de dimension est :

$$= \frac{H_I}{H} = \frac{X_I}{X} = \implies X_I = \lambda X \implies X_I = \frac{H_I}{H} \cdot X$$

$$= \frac{H_I}{H} = \frac{Y_I}{Y} \implies Y_I = \lambda \cdot Y \implies Y_I = \frac{H_I}{H} \cdot Y$$

X, Y sont les coordonnées obtenues pour $H = H_m$

X_I, Y_I sont les coordonnées pour la charge de conception ($H = 7m$).

P R O F I L $H = 1,0m$		P R O F I L $H_I = 7,0m$	
X	Y	X_I	Y_I
0,0	0,126	0,0	0,380
0,1	0,036	0,7	0,250
0,2	0,007	1,4	0,049
0,3	0,000	2,1	0,00
0,4	0,006	2,8	0,042
0,6	0,06	4,2	0,42
0,8	0,146	5,6	1,022
1,0	0,256	7	1,792
1,2	0,395	8,4	2,751
1,4	0,564	9,8	3,948
1,7	0,873	11,9	5,111
2,0	1,185	14	12,845
2,5	1,980	17,5	13,86
3,0	2,824	21	19,768
3,5	3,818	24,5	26,726
4,0	4,930	28	34,51
4,5	6,220	31,5	43,54

) 'après les levés existants:

-La crête du barrage déversoir se trouverait à la côte
128m N.G.A. avec le lit de l'oued se trouvant à la côte
65m

2.) dimensionnement :

(2.1) hauteur du barrage:

-La hauteur du barrage est la différence entre le couronnement
et la côte du lit de l'oued.

$$H_{\bar{b}} = 128 - 65 = 63\text{m}$$

(2.2) Longueur en crête: elle est mesurée directement sur la
vue en plan de la digue

$$L = 136,0\text{m}$$

-La hauteur d'eau nécessaire pour évacuer sur cette longueur
la crue du projet $Q_{0,0001} = 5100 \text{ m}^3/\text{s}$ serait de 7m .

-103-
CALCUL DE STABILITE :

- Pour cela, la stabilite du barrage poids deversoir, on assimile le profil du barrage a un triangle dont la surface est égale a la surface du barrage; les forces agissantes sont les memes forces qui agissent pour le barrage poids (variante 3)

Dans notre étude nous verifions la stabilite contre le glissement et le renversement.

Les calculs sont résumés dans les tableaux qui suivent: -

RETENUE NORMALE + SEISME $H_b = H = 63 \text{ m.}$

Forces	Intensité (t/ml)		Bras de Levier par rapport à B	Intensité	Moment par rapport au point B.	Intensité (t/m/ml)	
	F_H	F_V				stabilisant M_s	Renversant M_r
$W_H = \frac{1}{2} \gamma H^2$	1984,50		$\frac{1}{3} H$	21	$\frac{1}{6} \gamma H^3$		41674,50
$W_V = \frac{1}{2} n \gamma H^2$		99,23	$(\frac{2}{3}n+m)H$	50,6	$\frac{1}{2} n (\frac{2}{3}n+m) \gamma H^3$	5022,03	
$P = \frac{1}{2} (n+m) \gamma_b H_b^2$		3905,50	$\frac{1}{3} (n+2m)H_b$	33,39	$\frac{1}{6} (n+m)(n+2m) \gamma_b H_b^3$	130404,44	
$W_s = \frac{1}{2} \gamma_s \gamma_s H_s^2$	308,26		$\frac{H_s}{3} + 6$	14,66	$\frac{1}{2} \gamma_s \gamma_s H_s^2 (\frac{H_s}{3} + 6)$		4519,10
$S = \frac{1}{2} m_s (n+m) \gamma H^2$		1139,10	$\frac{2}{3} (n+m)H_b$	34,44	$\frac{1}{3} m_s (n+m)^2 H^2 H_b$		39230,60
$P_e = K_s \cdot P \cdot \alpha$	97,64		$\frac{H_b}{3}$	21	$\frac{1}{3} \cdot P \cdot K_s \cdot \alpha \cdot H_b$		2050,44
$P_s = \frac{2}{3} K_e C_e K_s \gamma H^2$	87,35		0,4 H	25,2	$\frac{4}{15} \cdot K_e \cdot C_e \cdot K_s \cdot \gamma \cdot H^3$		2201,22
Σ	2477,75	5865,63				135426,67	89675,86

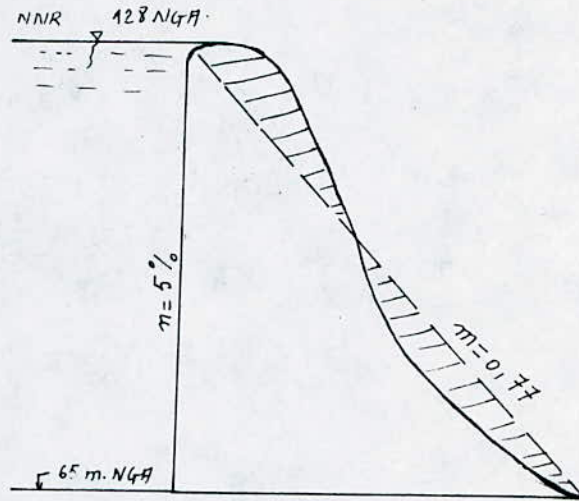
$K_g \approx 0,6$

$K_r \approx 1,54$

$$K_r = \frac{\sum M_{stabilisants}^t}{\sum M_{renversants}^t} \gg R ; \text{ STABILITE AU RENVERSEMENT, } R = 1.5$$

$$K_g = \frac{\frac{\sum H}{\sum V} - \text{tg } \alpha}{1 + \frac{\sum H}{\sum V} \cdot \text{tg } \alpha} \ll g ; \text{ STABILITE AU GLISSEMENT, } g = 0.75$$

-104-
CHOIX DU PROFIL DE CALCUL



RETENUE VIDE + SEISME H = 18 m

Forces	Intensité (t/ml)		Bras de Levier par rapport au point B	Intensité	Moment/B.	Intensité (tm/ml)	
	F_H	F_V				Stabilisant	Renversant
$P = \frac{1}{2} (n+m) \gamma_b H_b^2$		3905,50	$\frac{1}{3} (n+2m) H_b$	33,39	$\frac{1}{6} (n+m) (n+2m) \gamma_b H_b^3$	130404,64	
$S = \frac{1}{2} m_s (n+m) \gamma H^2$		92,99	$\frac{2}{3} (n+m) H_b$	34,44	$\frac{1}{3} m_s (n+m) \gamma H^2 H_b$		3202,57
$P_e = P \cdot K_s \cdot \alpha$	97,64		$\frac{1}{3} H_b$	21	$\frac{1}{2} P \cdot K_s \cdot \alpha H_b$		2050,44
	97,64	3812,51				130404,64	5253,06

$K_g \approx 0,025$

$K_r \approx 24,82$

Dans tous les cas, la stabilité au glissement et au renversement est assurée.

$K_r > R = 1.5$ et $K_g < q = 0.75$.

-o- / - CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE -o-

- DE LA VARIANTE N° 4 -

A (appel des dimensions du barrage / :

Hauteur $H_b = 63$ m

Longueur en crête $L = 136,00$ m

-Calcul du volume du corps du barrage/ :

-Le calcul se fait de la même façon que la variante n°3, en faisant 5 coupes transversales à partir de la vue en plan du barrage (voir planche n° -11- /.

-Pour chaque coupe transversale, le volume est calculé à partir de la formule suivante:

$$V_I = A \cdot I \cdot L_{app} \quad \text{Avec}$$

A_I : surface occupée par le béton dans la I(émé)coupe transversale.

V_I : volume du béton de la I(émé)coupe transversale .

L_{app} : distance entre deux(02)milieus de coupes transversales.

/ / ES calculs sont donnés par le tableau suivant :

Longueurs en (m)	Longueurs appliquees en (m)	A_I : surface en(m ²)			v_I : volume en (m ³)		
		Excavation des Alluvions	Excava des gres	Beton	Excavation des Alluvions	Excavation des gres	Beton
$l_{0-1}=16$	25	0,00	15	125	0	345	2875
$l_{0-2}=30$	30	727,50	0	1250	21825	0	37500
$l_{0-3}=30$	27,50	727,50	0	1250	2006,25	0	34375
$l_{0-4}=25$	20	0,00	47,5	640	0	950	12800
$l_{0-5}=15$	17,50	0,00	48	610	0	840	7175
$l_{0-6}=20$							
				somme	41831,25	2135	94725

EVALUATION DES COUTS :

-Coût du béton armé:

volume : $v = 96860 \text{ m}^3$, $C = 96860 \cdot 2645 = 256,19 \text{ M DA}$.

Avec: le prix unitaire du béton armé = 2645 DA/ m^3

-Calcul du produit injecté :

volume : $v = 41831,25 \text{ m}^3$, $C = 41831,25 \cdot 1800 = 75,30 \text{ M DA}$.

Avec: le coût unitaire du coulis du ciment = 1800 DA/ m^3

-Coût des travaux d'excavation :

-Le volume du matériau excavé : (grés sur les versants + alluvions sur le lit de l'oued).

$v = 43966,25 \text{ m}^3$

coût : $C = 43966,25 \cdot 30 = 1,32 \text{ M DA}$

Avec le coût unitaire des travaux d'excavation = 30 DA/ m^3

TABLEAU RECAPITULATIF DES COUTS :

DESIGNATION	COUT ; M . DA
BETON ARME	256,19
PRODUIT INJECTE	75,30
TRAVAUX D'EXCAVATION	1,32

-o- / VANTAGES ET INCONVENIENTS DES -o-
-o- VARIANTES N° 3 ET 4 -o-

1°) /-) vantages/:

a) - Du fait de la faible pente des parements, l'axe du barrage sera choisi dans la gorge la plus serrée possible, ce qui économisera le volume du matériaux constituant le barrage.

b) - Du fait de la rusticité de son béton le barrage poids résiste bien à la poussée de l'eau .

c) - Le barrage pente peut être long que l'on veut, rectiligne, polygonal ou légèrement incurvé pour s'adapter au rocher .

-Il est formé d'une succession de plots séparés par des joints ;

ce qui facilite sa mise en oeuvre.

e) -Il faut signaler aussi que le barrage poids "DEVERSOIR" a un avantage important, car il permet lui d'évacuer le débit de crue

2°) /-) nconvenients/:

a) - Le barrage en béton du fait de l'épaisseur, exerce des pressions intenses sur le sol de fondation d'ou nécessite de réaliser ce type d'ouvrage sur des fondations de bonne qualité.

b) - L'importance des sous-pressions qui s'exercent sous son emprise nécessite de réaliser un système de drainage efficace.

c) - Toute la masse du béton du barrage poids n'est pas adaptable aux contraintes exigées pour la stabilité du barrage.

d) -Le coût élevé du béton et les moyens mis pour sa mise en oeuvre rend le prix de réalisation d'un barrage en béton plus onéreux que les autres types de barrages.

e) - Nécessité de réaliser une galerie de drainage dans laquelle seront collectés les eaux qui ont pu s'infiltrer dans le corps du barrage évacuées ensuite vers l'aval .

/OUT DES OUVRAGES ANNEXES/:

I)Ouvrages annexes communs aux deux (02) premières variantes :

- Les ouvrages annexes communs aux(02) premières variantes sont:
 - I-1 : Evacuateurs de crues
 - I-2 : Dérivation provisoire
 - I-3 : Prise d'eau
 - I-4 : Vidange de fond

(I.1) /= vacuateursde crue/:

-Deux (02) évacuateurs de crue sont prévues .

-Le 1^o est un évacuateur en puits(forme Tulipe)

-Le 2^o le second est un évacuateur latéral (type Greager)

-Ces deux évacuateurs permettent d'évacuer la crue du projet qui est $Q_0,000I = 5100m^3./s$

-Coût des deux évacuateurs(

-Le coût total de chacun des deux(02) évacuateurs ont été donnés, ces coûts comprennent le coût de(l'excavation, travaux nécessaire)

-Coût de l'évacuateur en puits :

$$-C = 44 \text{ M DA}$$

-Coût de l'évacuateur latéral (type Greager).

$$C = 34 \text{ M DA}$$

(I.2) Ouvrages de dérivation (dérivation provisoire):

I.2.1 Crue de dérivation : $Q = 1000m^3/s$ (Centennale)

I.2.2 Structure proposée:une galerie de diamètre de 11 m et d'une longueur de 400 m sous l'appui gauche du barrage principal. est prévue .

Le coût total de la dérivation provisoire(galerie de diamètre 11 m en béton armé).+(travaux nécessaires)est :

$$C = 112 \text{ M DA}$$

I.3. / prise d'eau / :

-Quatre(04) prise sont prévues à des niveaux appropriés, chacune de ces prises d'une capacité de 20 m³/s, sera relié séparément à la galerie de vidange par une conduite de 2 m de diamètre .

Coût total : C = 12,50 M DA .

I.4. / vidange de fond / :

-La vidange de fond sera assurée par la galerie de dérivation provisoire à l'intérieur de laquelle deux conduites de diamètre égale à 2 m lui, sera aménagé à cet effet .

/ (debit de vidange égal à 29 m³ / s .
(100 M m³ en 40 jours)

- Prix total = (prix des conduites + installations nécessaires) .

Coût total : C = 8,5 M DA .

20) / Coût des ouvrages annexes de la variante n°4 :

2.1: Evacuateur de crue .

-L'évacuateur du debit de crue est assuré par le barrage lui même puisque il constitue lui même le deversoir, donc le coût de l'évacuateur de crue ne sera pas pris en compte dans le coût des ouvrages annexes .

2.2. Dérivation provisoire :

2.2.1 . Crue de dérivation

Q = 1000 m³/s (Centennale)

2.2.2 Structure proposée:

une galerie en béton de diamètre II m et d'une longueur de 70 m dans le corps du barrage principal est prévue .

Coût total de la dérivation provisoire:

(Galerie de II m en béton armé + travaux nécessaires) est :

C = 70 M DA

2-3:

prise d'eau/

-quatre(04)prises sont prévues à des niveaux appropriés
chaque de ces prises d'une capacité de 20 m³/s, sera relié sépa
rément à la galerie de vidange par une conduite de 2 m de diamètr
Coût total C = 12,50 M DA .

2-4 : (/idange de fond/ :

- La vidange de fond sera assurée par la galerie de deriva
à l'intérieur de laquelle deux conduites de diamètre égale à 2 m
chaque lui sera aménagé à cet effet .

(/) (100 M_m en 40 jours)
debit de vidange égale à 29 m³/s

-Le prix total = (prix des conduites + installationsnécessaires)
Coût total : C = 8,5 M DA


30) /Coût des ouvrages annexes de la variante n°3 :


3.1 Evacuateur de Crue : même type d'évacuateur de Crue que pour
variantel et 2 est prévue C = 34 M DA .

3.2 Ouvrage de dérivation : Même type d'ouvrage de dérivation que
pour la variante (4) est prévue C = 70 M DA .

3.3 Prise d'eau : Même type d'ouvrage de prise que pour la variante
No 1 et No 2 est prévue. C = 12,50 M DA .

3.4. Vidange de fond : Même type d'ouvrage de vidange de fond que
pour la variante No 4 est prévue C = 8,5 M DA .

4. -o-  OUT DU BATARDEAU -o-
-o-o-o-o-o-o-o-

eux batardeaux, l'un à l'amont d'une hauteur de 14m, l'autre à l'aval d'une hauteur moins importante sont prévus.

-La retenue formée à l'amont aurait 14m environ de profondeur et son volume représenterait environ 10 millions de m³.

-Le matériau constituant les batardeaux sera de la marne argileuse disponible en quantité suffisante dans le site.

Prix du Batardeau a été évalué à :

$$C = 0,7 \bar{M} \text{ DA}$$

5. 7) IGUE DE COL / :

- La présence d'une dépression au niveau de la rive gauche de l'oued nécessitera la construction d'un barrage auxiliaire qui va être situé en aval de l'axe du barrage principal.

- Ce site repose entièrement sur des marnes de Cartenien, qui malgré leur résistance faible à moyenne constitueront un sol de fondation approprié pour un barrage en remblai de faible hauteur, à partir des marnes excavées et de leur produits d'altération .

- Cette digue de col sera nécessaire pour les quatres variantes choisies, c'est pour celà qu'on devra ajouter son prix aux prix de chacune des variantes.

5.1 8) ARRAGE SECONDAIRE / :

- Fondation !

/))atériaux argilites très peu résistants .

- Etanchéité :

Bonne .injection de collage .nécessaire entre le noyau et les fondations.

Fouilles: 5m sous le noyau, 1m sous les appuis .

Digue:

Noyau : Marnes superficielles sur argilités altérées.

Recharges : Matériaux (conglomérats, alluvions, de terrasse provenant des excavations de l'évacuateur auxiliaire).

Filtres : Alluvions de rivière traitées: une zone de 3m en amont et deux zones de 3m en aval du noyau.

Tapis : Couche de 1m d'alluvions de rivière traitée.

Tip-rap : Couche de 1m de roche de carrière résistante à l'usure.

5.2 Protection du talus aval:

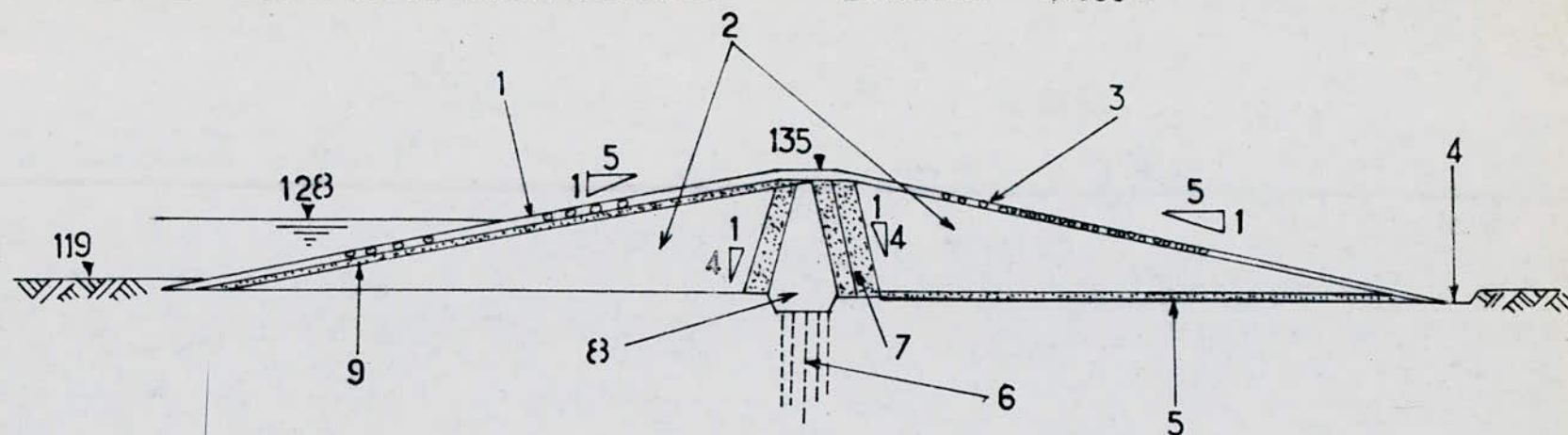
- Couche de 0,5m de galets alluvionnaires .

5.3 Conception de la digue ; pentes: 5/1 en amont et aval .

Noyau :

- Pentes : 1/4
- Hauteur : cote du couronnement 135m,
- Niveau de la dépression: 119m .

BARRAGE AUXILIAIRE - COUPE DE LA PARTIE CENTRALE - ECHELLE 1:1000 -



- 1: Rip-rap- épaisseur: 1 m
- 2: Massif "Conglomérats ou alluvions de terrasse"
- 3: Protection de talus- épaisseur 0,5m "Galet de rivière"
- 4: Fossé de pied
- 5: Filtre épaisseur 1m "Alluvions de rivière"
- 6: Injection de collage
- 7: Filtres en 2 couches épaisseur 6m "Alluvions de rivière"
- 8: Noyau "Marnes ou argilites altérées"
- 9 Filtres épaisseur 0,7m "Alluvions de rivière"

5.4 TABILITE DE LA DIGUE DU COL/:

- Le calcul de la stabilité de la digue de col, se fait de la même manière que celui de la variante n°2. (Barrage en enchelement avec noyau argileux .

/__a stabilité de la digue de col sera vérifiée dans les cas suivants

- 1°) Fin de construction (Talus amont, Talus aval)
- 2°) Retenue normal (Talus aval)
- 3°) Vidange rapide (Talus amont)

- Avec le même procédé de calcul (détermination du cnetre de g glissement , détermination du coefficient de securité); que celui d barrage en enrochement avec noyau en argile déjà fait,

sans seisme : $K_s = \frac{\sum (N - pdl) \text{tg} \varphi_i + \sum C_i L_i}{\sum G_i \sin \alpha_i}$

avec seisme : $K_s = \frac{\sum (N - p l) \text{tg} \varphi_i + \sum C_i l}{\sum G \sin \alpha_i + \frac{I}{R} \sum a . G_i d_i}$

-Les résultats des calculs de l'étude de la stabilité sont récapitulés dans le tableau suivant.

DIFFERENTS CAS	SOLLICITATIONS	
	SANS SEISME	AVEC SEISME
FIN DE CONSTRUCTION TALUS AMONT	1,51	1,23
FIN DE CONSTRUCTION TALUS AVAL	1,48	1,20
RETENUE NORMALE	1,46	1,41
VIDANGE RAPIDE	1,23	-

5.5. COÛT DE LA DIGUE /:

Le volume des différents constituants du barrage auxiliaire ont été évalué par la même manière que les (04) variantes, ainsi que nous pouvons évaluer le prix nécessaire pour la constitution de la digue auxiliaire.

(voir tableau suivant)

VOLUME		PRIX UNITAIRE	COÛT EN Million.DA.
REMBLAI (m ³)	372000	40	14,85
NOYAU (m ³)	32000	48	1,55
FILTRE (m ³)	69000	106	3,3
RIP-RAP (m ³)	25000	96	1,2
GALETS (m ³)	12500	40	0,6
INJECTION de collage (m)	520	3500	1,8

Donc le prix total =

$$C = 23,3 \bar{M}.DA. = 23,3 \cdot 10^6 \bar{M}.DA.$$

-o-//- ABLEAUX RECAPITULATIFS DES COUTS-o-
-o-
-o- DES QUATRES VARIANTES (04)-o-
-o-

I) (_____ /ariante n° I /:

D E S I G N A T I O N	COUT. M . DA
MASQUE EN BETON	38,64
ENROCHEMENT	91,46
FILTRES	11,36
TRAVAUX D'EXCAVATION	3,37
INJECTIONS	0,70
EVACUATEUR EN PUIITS	44,00
EVACUATEUR LATERAL(type greager	34,00
OUVRAGES DE DERIVATION(galerie béton arme+	112,00
PRISE D'EAU _____ <u>travaux nécessaires</u>	12,50
VIDANGE DE FOND:conduits +installation nécessaire	8,50
BATARDEAU	0,7
DIGUE DE COL	23,30

2°) (/ variante n°2/ :

D E S I G N A T I O N	COUT M. DA
NOUVEAU(argile)	11,77
FILTRES	12,18
ENROCHEMENT	70,43
TRAVAUX D'EXCAVATION	3,37
RIP-RAP	1,69
PROTECTION DU TALUS AVAL(galets)	0,70
PAROI MOULEE	1,64 0,82
INJECTIONS	0,70
EVACUATEUR EN PUIITS	44,00
EVACUATEUR LATERAL(type greager)	34,00
OUVRAGES DE DERIVATION(galerie en béton armé+ travaux nécessaires+ batardeau)	112,00
PRISE D'EAU	12,50
EMIDANGE DE FOND	8,50
BATARDEAU	0,7
DIGUE DE COL	23,30

(/ariante n° 3 /:

D E S I G N A T I O N	COU T .M. DA
BETON ARME	492,50
PRODUIT INJECTE	6,56
TRAVAUX D'EXCAVATION	0,13
EVACUATEUR EN PUI TS	44,00
EVACUATEUR LATERAL (type greager)	34,00
OUVRAGES DE DERIVATION	70,00
PRISE D'EAU	12,50
- VIDANGE DE FOND	08,50
- BATARDEAU	0,70
DIGUE DE COL	23,30

(/ariante n4/

D E S I G N A T I O N	COU T .M. DA
BETON ARME	256,19
PRODUIT INJECTE	75,30
TRAVAUX D'EXCAVATION	1,32
EVACUATEUR DE CRUE	----
DERIVATION PROVISOIRE	70,00
PRISE D'EAU	12,50
VIDANGE DE FOND	8,50
BATARDEAU	0,7
DIGUE DE COL	23,30

TABLEAU DES COUTS TOTAUX DES QUATRES(04)VARIANTES :
-o-

n° de la variante	T Y P E D E B A R R A G E !	C O U T M. DA
n° 1	Barrage en enrochement avec masque de beton	380,53
n° 2	" " " " noyau argileux	326,66 337,48
n° 3	" Poids	692,49
n° 4	" Poids deversoir	447,81

Choix de la variante définitive/ :

-)e l'étude technico-économique, il ressort que la variante "BARRAGE EN ENROCHEMENT " avec noyau argileux, sera la la variante la moins chère ;

) Par conséquent, nous optons pour le choix de la réalisation d'un barrage en enrochement avec noyau argileux étanche.

(CHAPITRE IV)

— OUVRAGES ANNEXES —

/INTRODUCTION/:

- L'évacuateur de crue est un organe vital du barrage, il est destiné à permettre le passage des débits de crue sans que l'ouvrage ou ses fondations risquent d'être endommagés par submersion ou par affouillement et sans que le niveau du plan d'eau amont en période de crue, dépasse le niveau de retenue exceptionnelle; que ce soit un évacuateur de surface ou un évacuateur en charge, le but à atteindre est de conduire le débit de crue dans le lit de la rivière le plus économiquement et le plus sûrement possible.

1°) Choix de l'évacuateur de crue /:

- Dans notre cas vu la grandeur de la crue du projet qui est de $5100 \text{ m}^3/\text{s}$, il a été décidé de construire deux évacuateurs qui permettront de véhiculer ce débit.

- Le premier : évacuateur de crue en puits, le second est un évacuateur de crue latéral placé sur la rive gauche.

2°) /-VACUATEUR DE CRUE EN PUIITS /:

- Cet ouvrage à l'avantage d'être compacte et de pouvoir être combiné avec la dérivation provisoire. il est constitué essentiellement par un déversoir en puits à seuil déversant et un puits à diamètre ordinairement variable suivi par une galerie qui est dans notre cas, la galerie de dérivation provisoire. il est dimensionné par la crue dix millénaire ($Q_{10,000} = 2550 \text{ m}^3/\text{s}$, le déversoir circulaire fonctionne comme un déversoir latéral tant que le rayon R est suffisamment grand par rapport à la charge H, dans ce cas la contraction des filets liquides dans le puits ne gêne pas l'écoulement sur le seuil qui reste dénoyé, le fonctionnement de cet évacuateur est automatique car le niveau du seuil d'entrée du déversoir est à la cote du M.N.R.

-/___e laminage de la crue dix millenaire .

$Q_{0,0001} = 2550 \text{ m}^3 / \text{s}$; a donné une hauteur de la lame d'eau déversée maximale ,

$H_{dmax} = 5 \text{ m}$ pour une largeur du seuil égale à b

$b = 103,43 \text{ m}$ et qui est dans notre cas , le périmetre de la corolle ($b = 2 \pi R$)

Donc le debit maximal qui doit être évacué est donné par la formule ,

$$Q_{eva} = \mu \cdot 2 \pi R \sqrt{2g} H_d^{\frac{3}{2}}$$

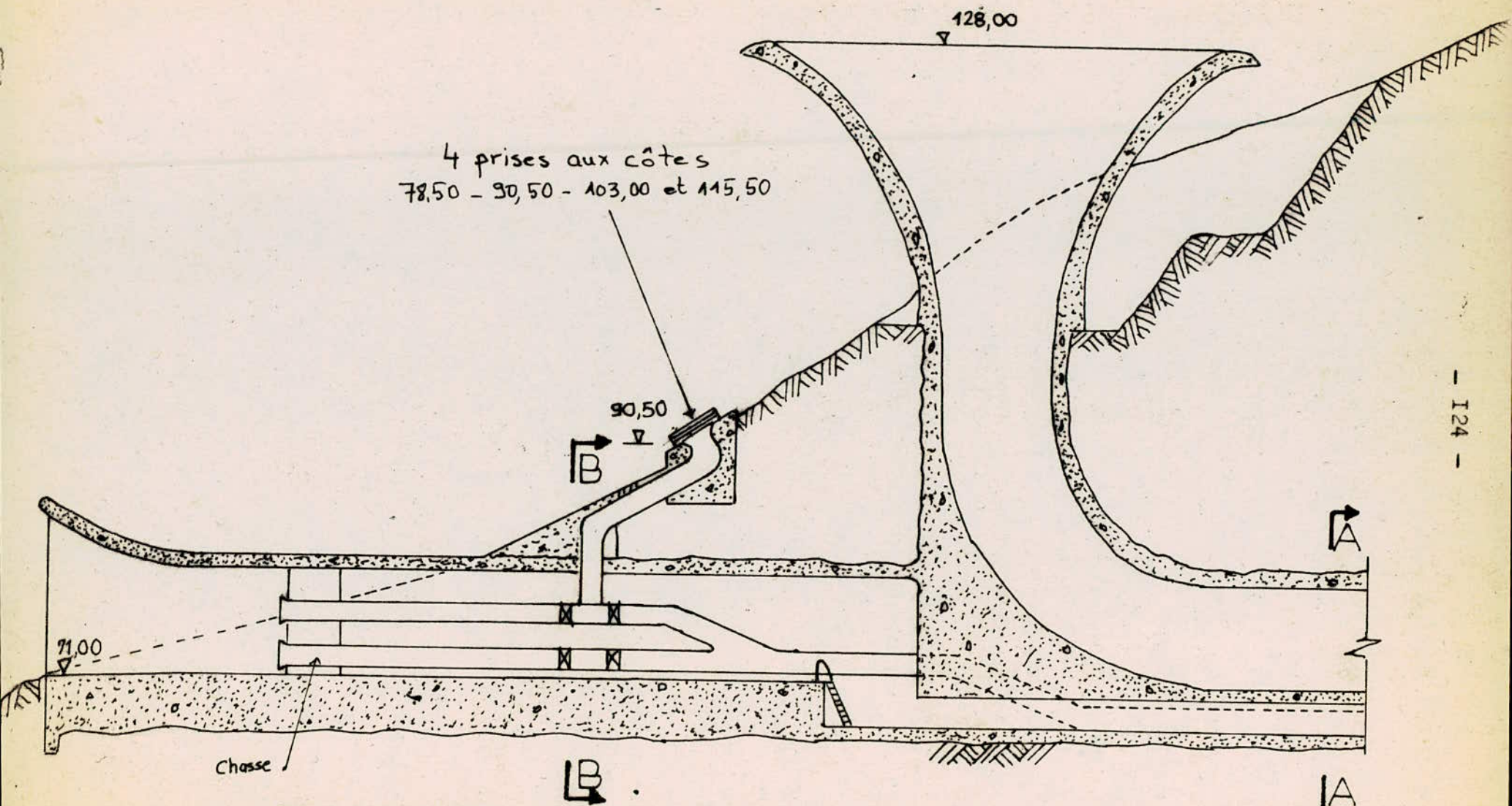
μ : coefficient du debit il est donné en fonction de $\frac{H}{R}$ s
(voir tableau annexe)

$$= 0,41$$

R : rayon de la corolle $R = \frac{b}{2\pi} = 16,46 \text{ m}$

pour $H_{dmax} = 5 \text{ m}$

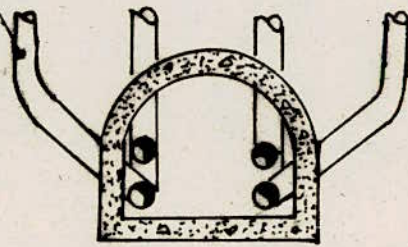
$$Q_{dmax} = 0,41 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 16,46 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 5^{\frac{3}{2}} = 2100 \text{ m}^3 / \text{s}$$



EVACUATEUR EN PUIS ET OUVRAGES D'ENTRÉE

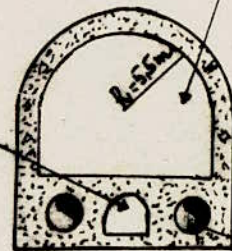
ECHELLE 1: 500

4 conduites de prises
diamètre, 2m



COUPE BB

Galerie d'accès



COUPE AA

Galerie de dérivation

2 conduites de sortie
diam. 2 m

ECHELLE 1:500

3.. -o- VACUATEUR DE CRUE -o-
LATERAL
-o-o-o-o-o-o-o- -o-o-

- L'évacuateur de crue est destiné à permettre le passage des débits de crue sans que l'ouvrage et ses fondations risquent d'être endommagés par submersion ou par affouillement et sans que le niveau du plan d'eau amont en période de crue dépasse le niveau de protection.

- L'ouvrage évacuateur comprend essentiellement :

- 1) Un déversoir assurant le guidage du débit.
- 2) Un canal trapézoïdal dans lequel le débit s'écoule.
- 3) Un dissipateur d'énergie.

3.1 - Choix et emplacement de l'évacuateur :

- L'étude topographique, géologique de la cuvette et du site nous a conduit à placer l'évacuateur de crue sur la rive gauche en raison du fait que la quantité du déblai est moins importante, de plus la longueur de l'évacuateur de crue est minimale ainsi que la pente du terrain est douce, ce qui diminue le volume du terrassement.

- L'évacuateur de crue est consolidé avec deux murs encastrés ces murs assurent la stabilité de l'ouvrage et protègent la rive qui risque d'être endommagé par submersion ou par affouillement.

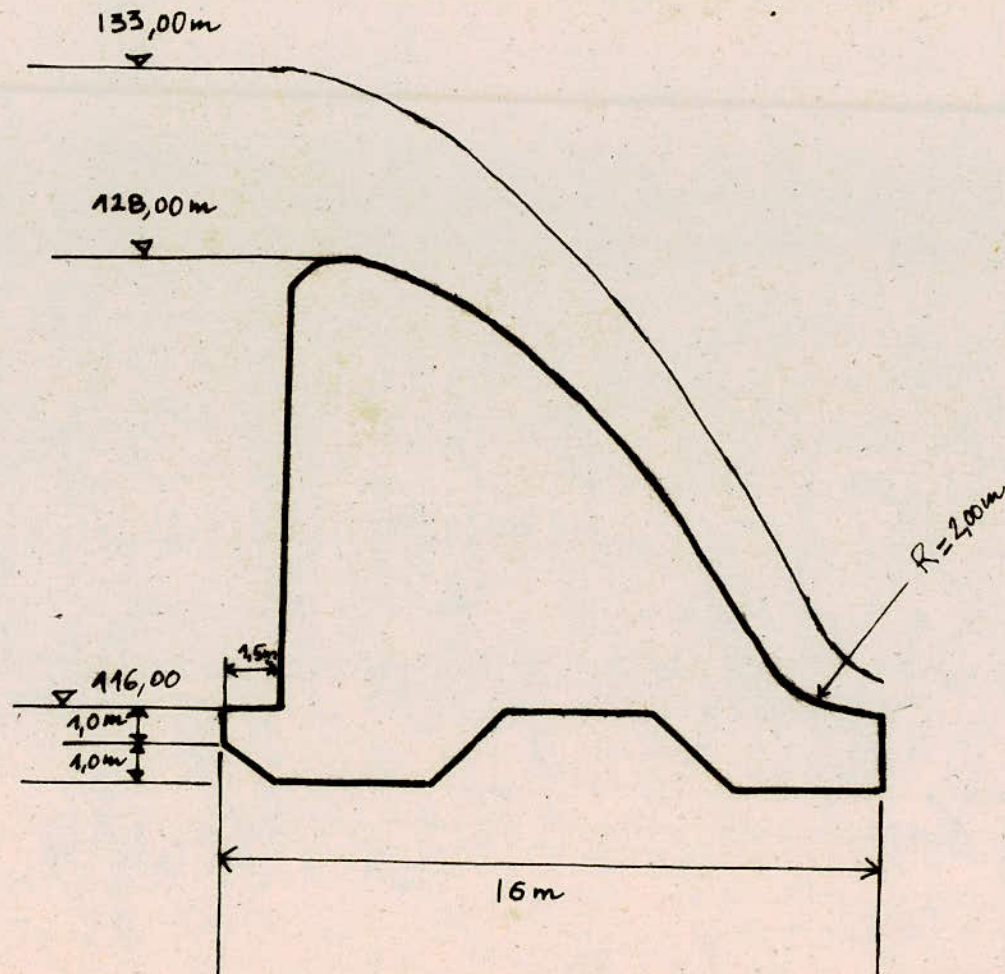
3.2 Profil du Deversoir:

- Le déversoir sera à profil pratique de type Greager, ce profil est obtenu d'après le profil type qui correspond à une charge d'eau de 1m, en multipliant les coordonnées X et Y du profil par la valeur de la charge qui est dans notre cas égale à 5m.

-o- \sphericalangle COORDONNEES DU PROFIL -o-

P R O F I L POUR H = 1,0 m		P R O F I L POUR H = 5,0 m	
X	Y	X _I	Y _I
0,0	0,126	0,0	0,63
0,1	0,036	0,5	0,18
0,2	0,007	1,0	0,035
0,3	0,000	1,5	0,00
0,4	0,006	2	0,03
0,6	0,06	3	0,3
0,8	0,146	4	0,73
1,0	0,256	5	1,28
1,2	0,393	6	1,965
1,4	0,564	7	2,82
1,7	0,873	8,5	4,365
2,0	1,235	10	6,175
2,5	1,980	12,5	9,9
3,0	2,824	15	14,12

PROFIL DE L'EVACUATEUR DE CRUE LATERAL



ECHELLE 1/200

3.3 - TABILITE' DU DEVERSOIR :

-)urant l'exploitation du barrage l'évacuateur de crue est soumis à plusieurs sollicitations et pour cela nous prévoyons son comportement pour plusieurs cas de charge, mais dans la présente étude nous vérifions seulement la stabilité contre le glissement, le renversement, le soulèvement.

- Stabilité contre le glissement :

$$K_g = \frac{\text{forces stabilisatrices}}{\text{forces d'entraînement}} = \frac{f \cdot (G - W)}{P}$$

G : poids de l'ouvrage par metre lineaire

W : pression de l'eau d'infiltration

P : poussée de l'eau sur le parement amont

f : coefficient de frottement = $0,65 \div 0,75$

$$G = \frac{1}{2} \cdot \gamma_b \cdot b \cdot h_1 \quad \gamma_b = 2,4 \text{ T/m}^3$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \gamma \cdot h \cdot b$$

α_f^p : coefficient de réduction des souspressions.

$$P = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2$$

γ_b : poids spécifique du béton ($\gamma_b = 2,4 \text{ t/m}^3$)

b : base de l'ouvrage (b = 16 m)

h : hauteur totale du tirant d'eau (h = 17,0 m)

: 0,7 valeur en moyenne ; $\alpha = 0,6$

et pour cela on trouve $h_I = 12,0 \text{ m}$; $K_g = 1,44$

)onc la stabilité contre le glissement est assurée par les forces stabilisatrices qui sont plus grandes que les forces d'entraînement.

3.4. TABILITE CONTRE LE RENVERSEMENT :

$$k_v = \frac{\text{Moments stabilisants}}{\text{Moments renversants}}$$

/)/ous aurons :

$$k_v = \frac{\frac{2}{3} \cdot b \cdot G}{\frac{1}{3} \cdot ph + \frac{2}{3} \cdot w \cdot b}$$

3.5. TABILITE CONTRE LE SOULEVEMENT :

$$k_s = \frac{\text{Forces dirigées vers le bas}}{\text{Forces dirigées vers le haut}} = \frac{G+F}{w}$$

P_I : Poids de l'eau se trouvant sur le déversoir.

$P_I = p_I \cdot h$, b_I : largeur de la console à la base du déversoir.

$$P_I = 1,5 \cdot 17 = 25,5 \text{ t} , \quad k_s = 3,13 .$$

()ans tous cas la stabilité est assurée, donc il y aura aucun changement à prévoir dans l'évacuateur.

- Le coursier est conçu en béton, sa section est trapézoïdal sa longueur et sa pente sont déterminées suivant la carte topographique à l'échelle.

3.6. E DISSIPATEUR D'ENERGIE :

- Afin de protéger le pied aval de l'ouvrage évacuateur, contre les affouillements un déflecteur (saut de sky) est prévu, qui sera disposé à la partie inférieure du coursier.

-o-(-) DERIVATION PROVISOIRE -o-
-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

- /) Pour faciliter les travaux de construction du barrage, et éviter la submersion du chantier, il est nécessaire de prévoir la dérivation des eaux de l'oued .

- Dans notre cas la galerie aura à évacuer un débit de 1000 m³/s . (Crue de dérivation)

- Cette galerie servira à la fin de la construction pour l'évacuation de crue en puits, c'est pour cela qu'elle a été dimensionnée par le débit de crue du projet qui a donné un diamètre de 11m pour la galerie ;

il sera placé aussi sous la galerie, 2 conduites de 2m, de diamètre qui serviront pour la vidange de fond, entre ces deux conduites sera construite une galerie d'accès qui servira à d'éventuelles visites ou travaux.

-En outre elle sera équipée d'un batardeau de 15m ; de haut à l'amont et d'un autre moins important à l'aval qui seront détruits après la construction du barrage .

- (vidange de fond) /:


- La vidange de fond est destinée à assurer les fonctions suivantes:

- Abaisser le niveau de la retenue pour rendre la visite et l'entretien du barrage et de ces ouvrages annexes.
- Evacuer des vases accumulées au fond de la retenue .
- Vider rapidement la retenue en cas d'accident.

- Laisser passer le débit courant de la rivière ou une petite crue éventuelle pendant la construction du barrage.

- La vidange de fond sera assurée par la dérivation provisoire dans laquelle 2 conduites de ^{2m} diamètre lui seront aménagés à cet effet.

- En outre, ces deux conduites seront placées de part et d'autre de la galerie d'accès et seront placées sous la galerie de dérivation provisoire.

-  RISES D'EAU :

- Quatre(04) prises sont prévues à des niveaux 78,50,90,50m, 103,00m,115,50m, chacune de ces prises d'une capacité de $20 \text{ m}^3/\text{s}$, sera reliée séparément à la galerie de vidange par une conduite 2,0 m de diamètre .

- Toutes les prises seront équipées de grilles, les conduites traverseront la chambre des vannes situées entre l'entrée de la galerie de dérivation et le coude à la base de l'évacuateur .

-Deux conduites de 2 m de diamètre véhiculeront l'eau jusqu'à l'extrémité aval sous la galerie de l'évacuateur, les conduites se termineront à l'extrémité aval par deux vanne d'un diamètre, de 1200 mm;

Les grandes vannes auront chacune une capacité de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ environ .

- La petite vanne aura une capacité de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ et sera utilisée pour la régulation des lâchages de moindre importance.

() HAPITRE V

 - CONCLUSION -

(Conclusion) :

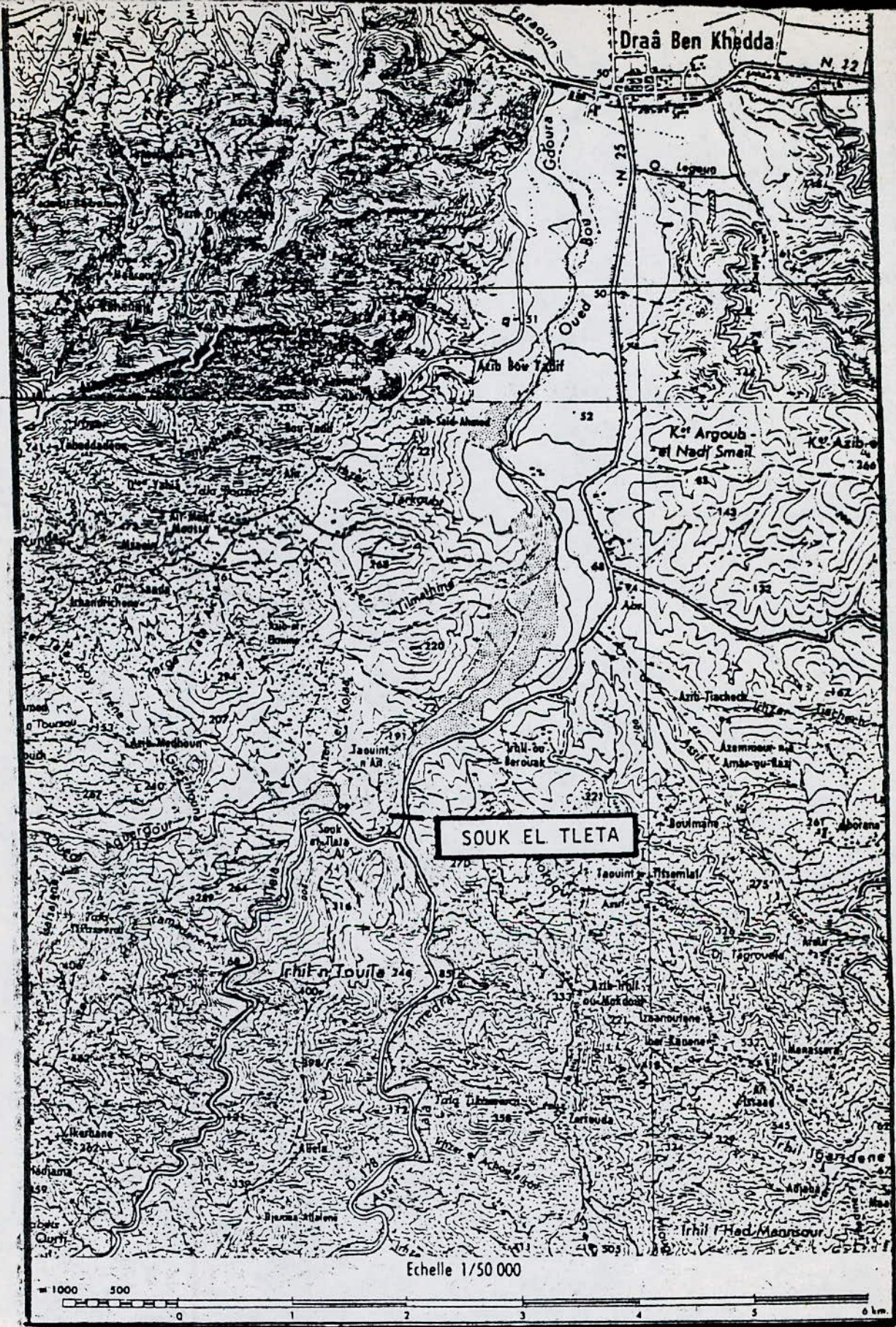
- () ans le cadre de ce projet de fin d'étude, nous avons étudié quatre variantes du barrage de SOUK-EL-TLETA, sis dans la région de DRAA-BEN-KHEDDA (WILAYA DE TIZI-OUZOU).

- /) / ous avons trouvé que le choix d'un barrage en enrochement avec noyau argileux est la solution la plus économique, pour la réalisation d'un barrage dans le site de SOUK-EL-TLETA.

- Une fois réalisé, ce projet contribuera sans aucun doute au développement agricole et aux besoins urbains de la région d'ALGER-SEBAOU .

- BIBLIOGRAPHIE -

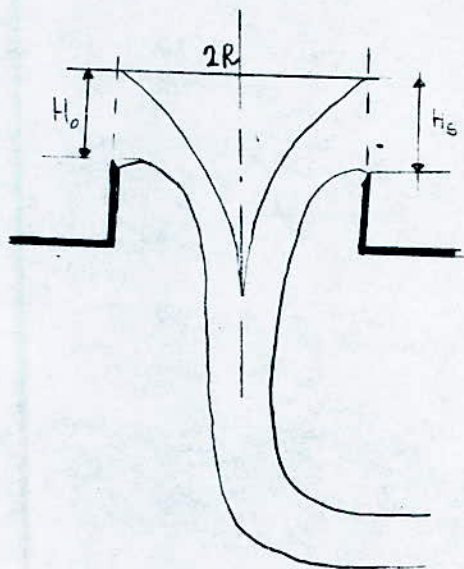
- Cours de barrage en T.P 82. D^r Ben Blidia.
 - Cours de barrage De M^r. Bel bachir.
 - LES barrages en terre CH.MALLET et F.PACQUANT, (edition Eyrolles 1951)-
 - Les barrages en terres compactee pratiques americaine (GAUTHIER.VILLARS Edition 1957)
 - Barrages reservoirs TOME II .HENRI.VARLET (Edition Eyrolles 1966)
 - ENP, DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE .
 - Projet de fin d etude -
 - Optimisation du barrage D'el agrement w. de jijel (Promotion juin 1987)
 - Etude de faisabilite du barrage colonel bougara sur Loued Nahr Oussal (Promotion I janvier 1984)
 - Etude de faisabilite d'un barrage sur Loued Kebir (Est) Annaba (Promotion juin 1986)
-

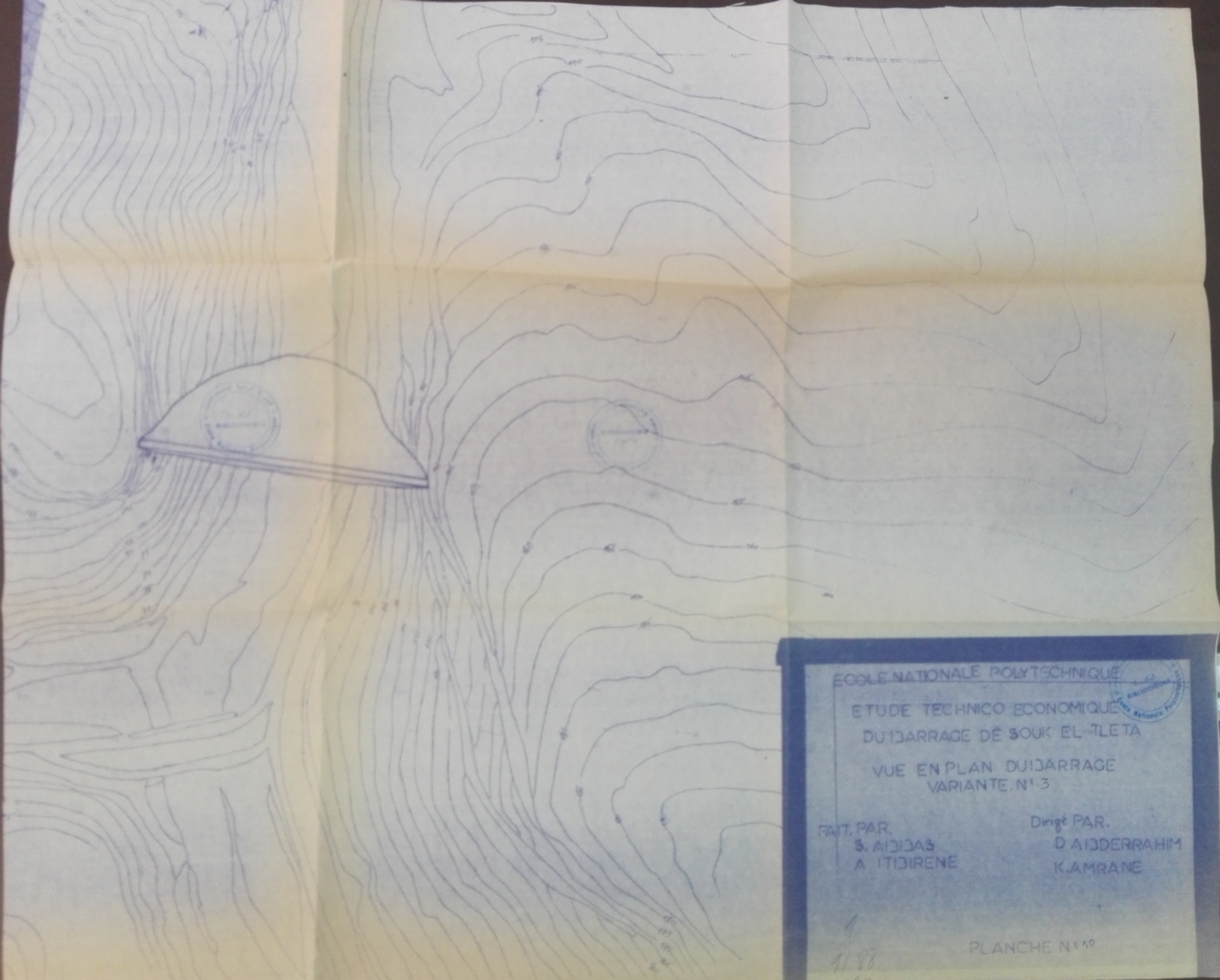


SOUK EL TLETA - PLAN DE LOCALISATION

171 - Déversoirs en puits. Valeurs de E/H_s et de μ (1)

H_0/R	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	0,90	1,00
E/H_s	0,095	0,088	0,082	0,072	0,060	0,072	0,072	0,065	0,059	0,048
μ	0,415	0,414	0,410	0,404	(2) 0,393	0,446	0,446	0,444	0,440	0,434





ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
ETUDE TECHNICO ECONOMIQUE
DUIBARRAGE DE SOUK EL-TLETA
VUE EN PLAN DUIBARRAGE
VARIANTE N° 3

FAIT PAR.
S. AIDJAS
A ITJIRENE

Dirigé PAR.
D AIDERRAHIM
K.AMRANE

1
1/88

PLANCHE N° 10

SECTION-1-1

SECTION-2-2

SECTION-3-3

SECTION-4-4

SECTION-5-5

SECTION-5-5

SECTION-7-7

SECTION-8-8

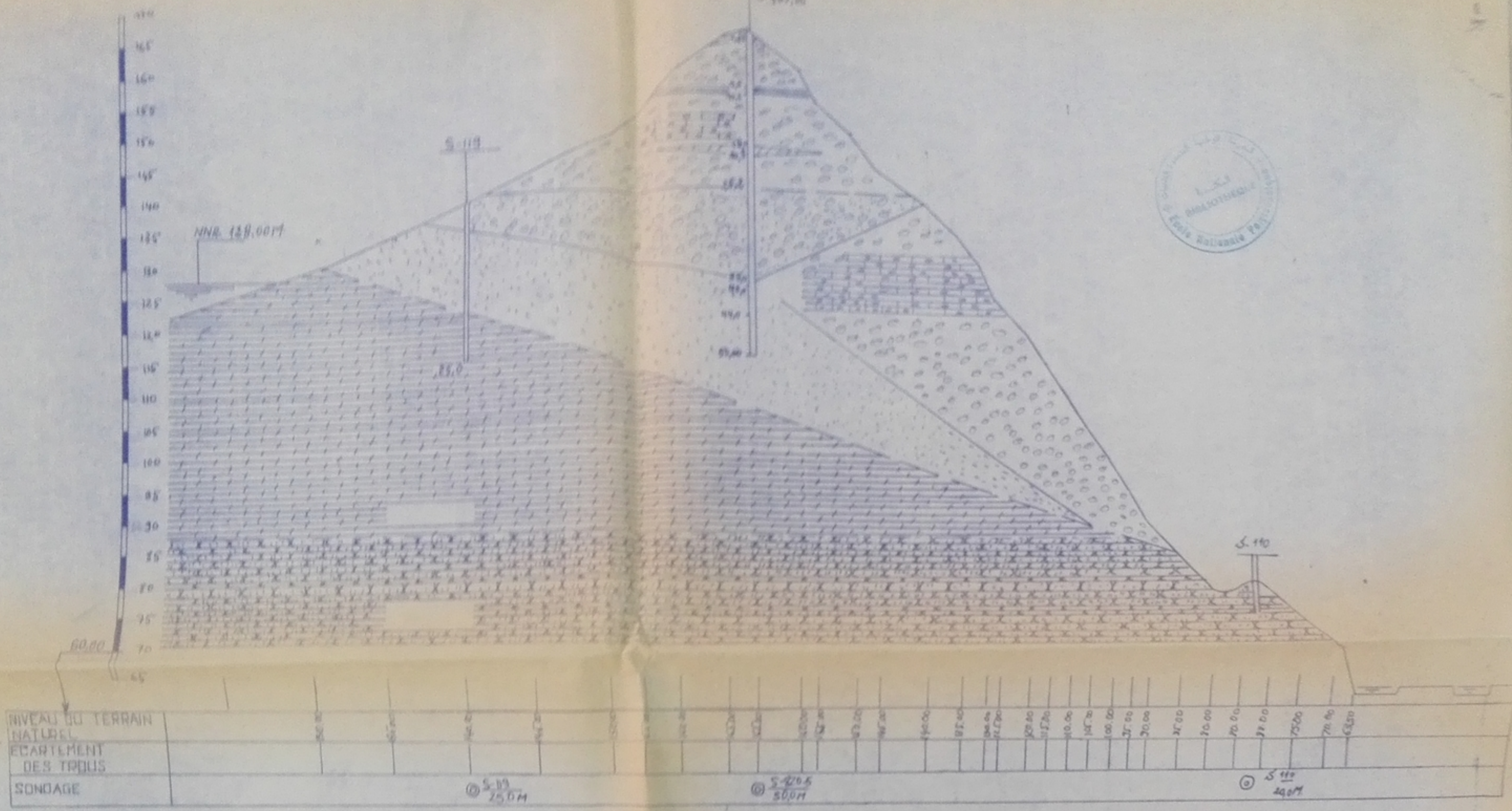
105.00
100.00
95.00
90.00
85.00
80.00
75.00
70.00
65.00

COUPES TRANSVERSALES

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE PROJET DE FIN D'ETUDES
 ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DU BARRAGE SOUK EL TLETA
 COUPE PAR L'AXE DU BARRAGE ET COUPES TRANSVERSALES
 FAIT PAR ABBAS-S. ET IBIRENE-A.
 Dirigé D. A. ABDRAHIM KAMRANE
 PLANCHE N° 83

1/88
-3-





SOUK EL TLETA COUPE GEOLOGIQUE
RIVE DROITE

Legende

I annexe graphique 44, feuille 1, 2

- ⊙ S-119-1 Sondage perfore anterieurement
- ⊙ S-110 / 60 Sondage à exécuter
Numérateur correspond au numéro de sondage dénominateur correspond à la profondeur programmée

Zones d'emprunt.

- pour des graviers et galets
- pour des sols argileux
- pour des pierres



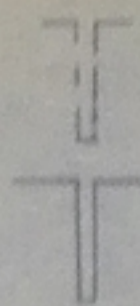
1188
-4-

- Depots des alluvions recentes
- depots éluviales et deluviales récents
- Conglomérat d'écarts de galets et de sable
- Zone d'altération des argilites argileux
- Argilites du Miocène
- Zone d'altération des grès du Miocène
- Zone de dispersion de sable, argile caillouteuse, cailloux
- Zone d'une altération intensive grès très fissurés de faible résistance
- Zone des grès peu altérés grès moyennement résistants

Zones d'altération des schistes Protéroïques

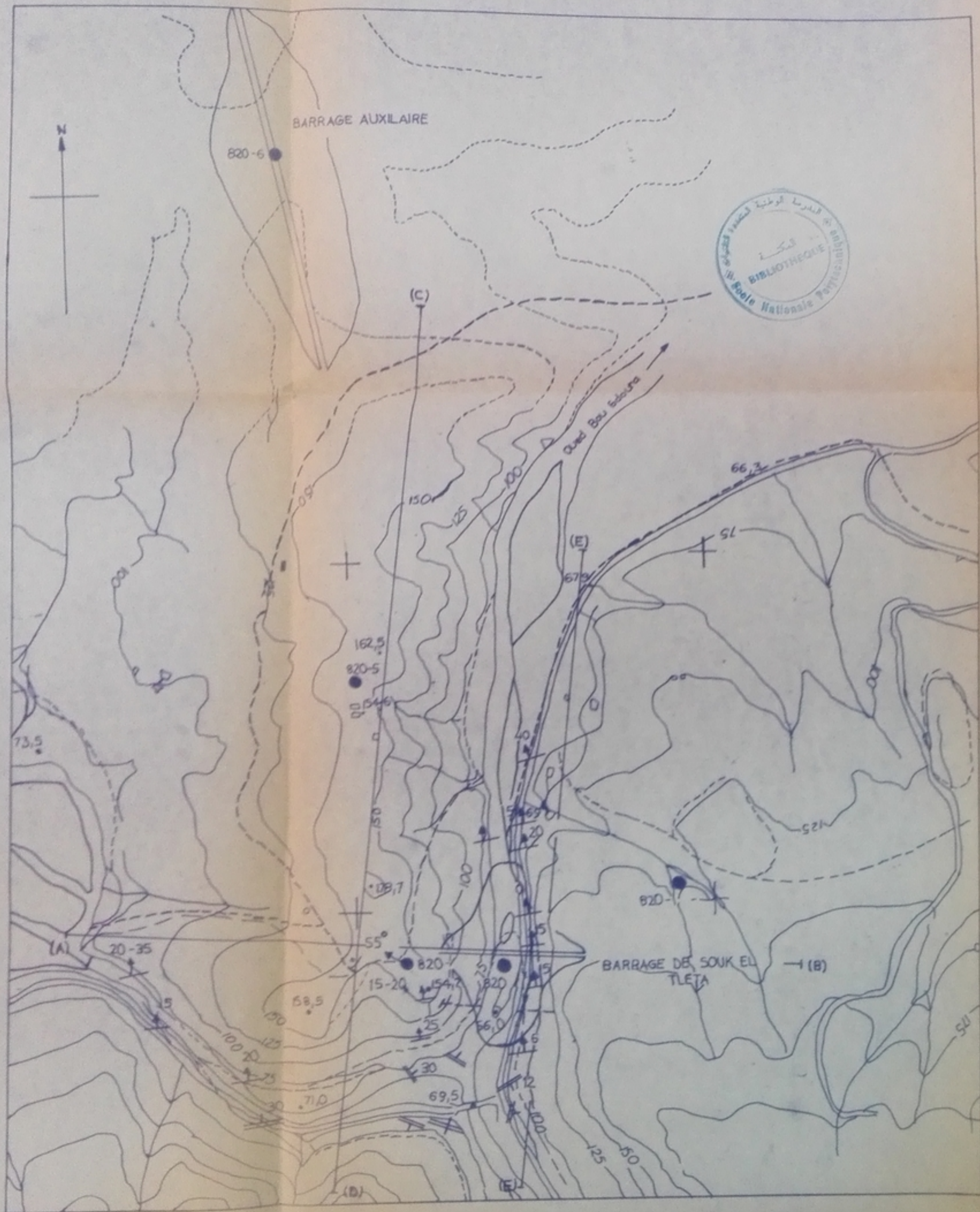
- Zone de dispersion, sable, argiles caillouteuses, Blocs
- Zone d'une fissuration importante schistes très fissurés, peu résistants
- Zone présomptive des schistes faiblement fissurés

Sondages perfores anterieurement
emplacés sur le profil.



Se trouvent le long de la coupe



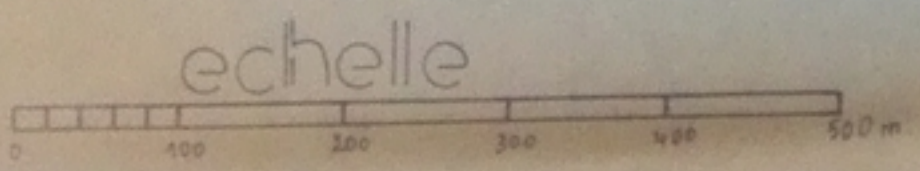


- RECENT
 ALLUVIONS : graviers
 Sables, limons, argiles
- PLIOCENE
 Conglomerats
- MIOCENE
 Marnes de Cartennien
 (argilites gris)
- PALAEOZOIQUE
 Schistes
 métamorphiques
 Grès, poudingues
- ↗ Roches sédimentaires
 ↘ schistes
 Sondage ● 820.3
- (A) cm (B)



1188

-5-

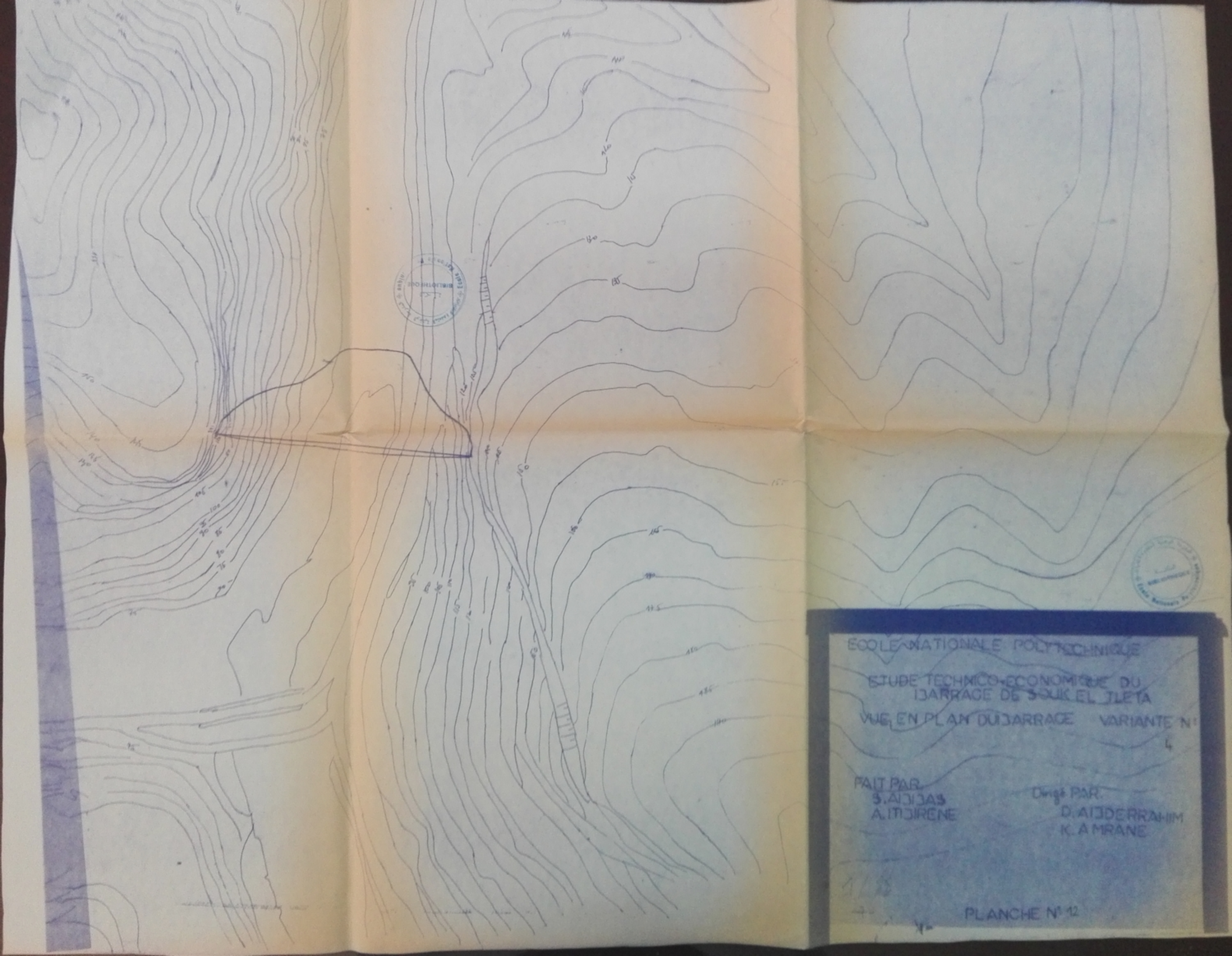


site-820
 carte Géologique
 échelle 1:5000
 souk el Tleta
 PLANCHE N°2



1:50,000
De Cartog

1/98

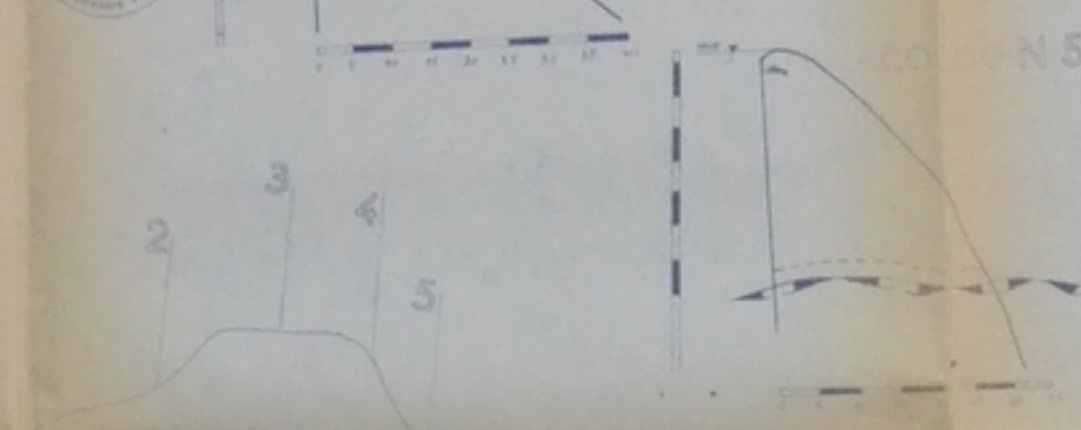
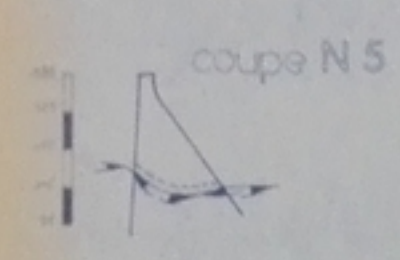
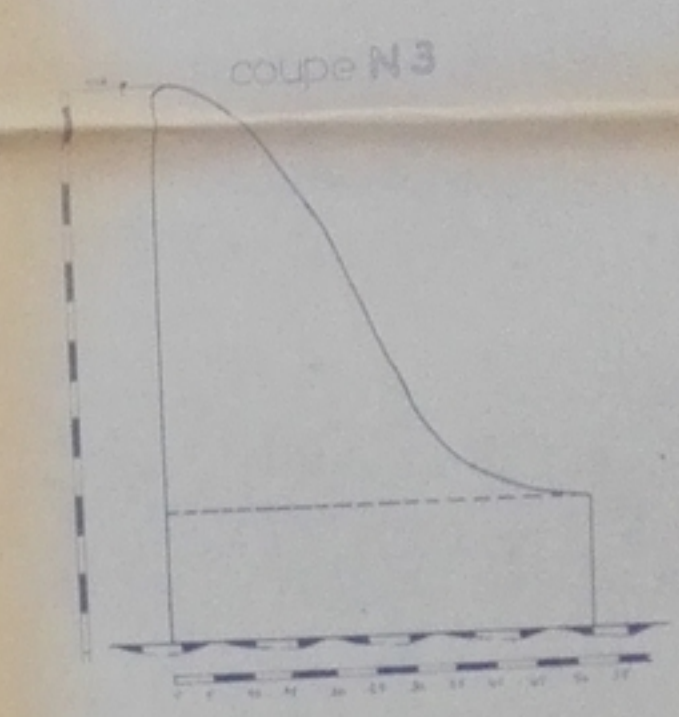
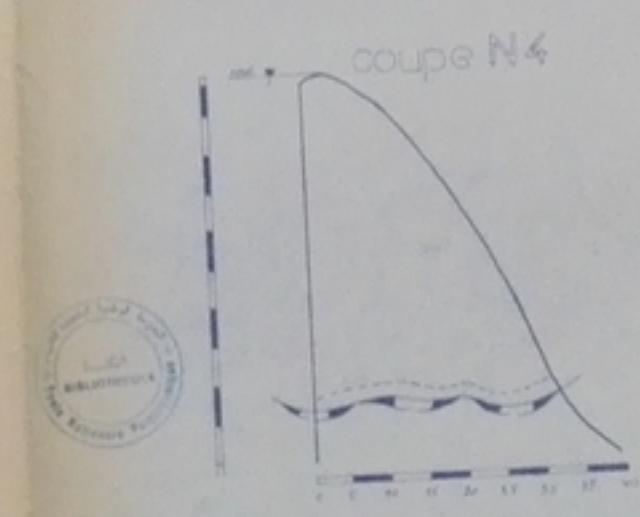
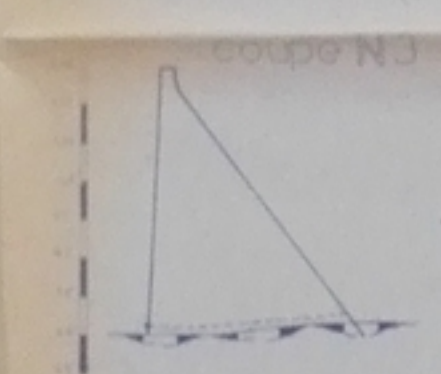
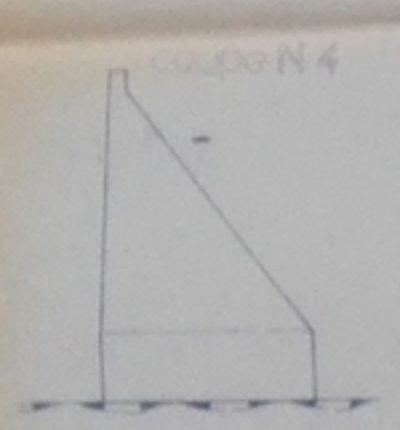
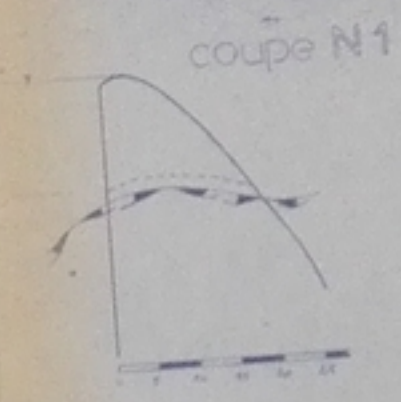
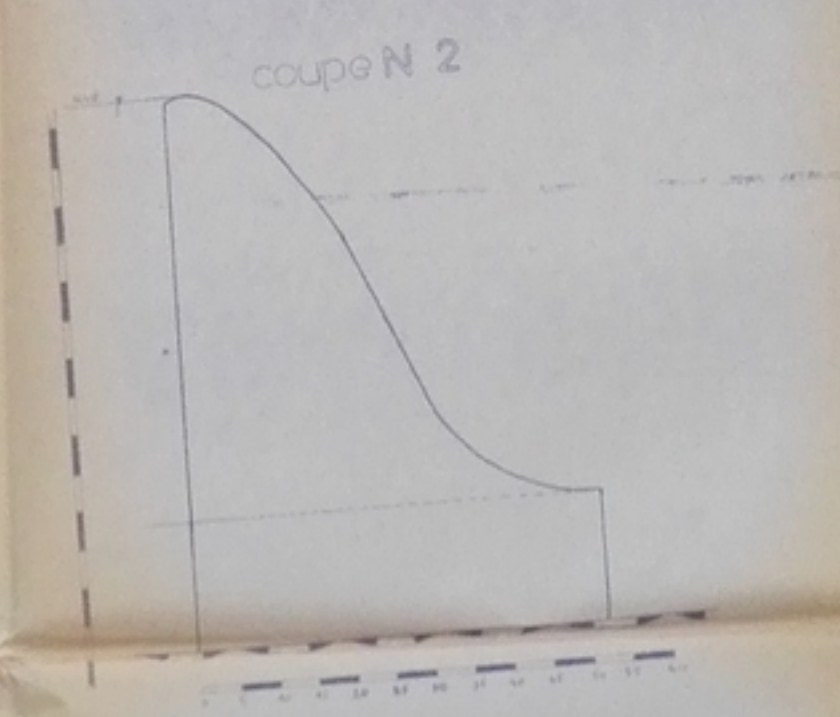
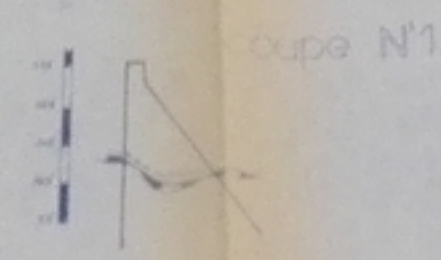
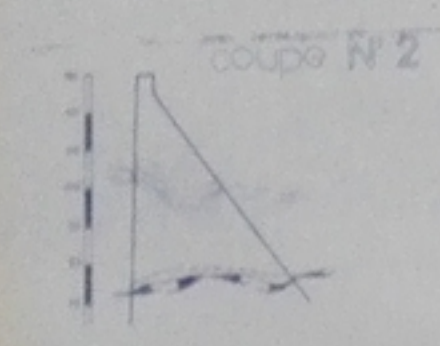


ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
ETUDE TECHNIQUE-ECONOMIQUE DU
BARRAGE DE SOUK EL JLETA
VUE EN PLAN DU BARRAGE VARIANTE N° 4

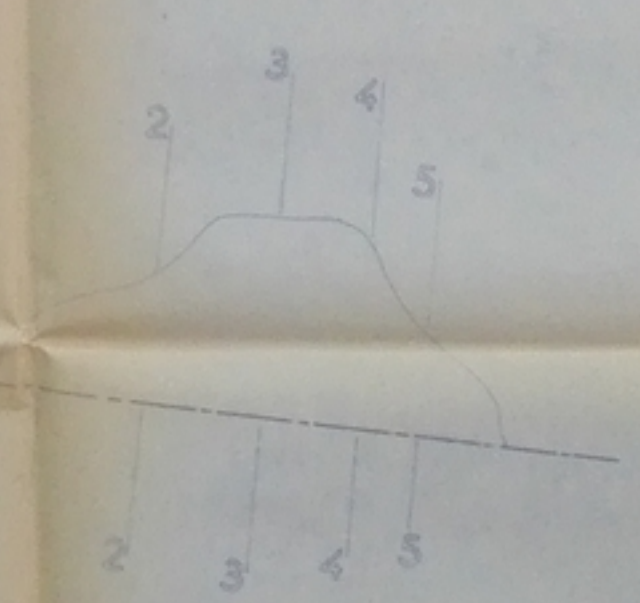
FAIT PAR
S. AIDJAS
A. ITJIRENE

Dirigé PAR
D. AIDERRAHIM
K. A MRANE

1/8
PLANCHE N° 12



echelle 1/1000



vue en plan du barrage

1/88

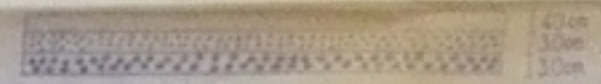


école national polytechnique
 projet de fin d'études
 étude technico-économique du
 barrage soul el tieta
 fait par :
 abbas. s
 ibrahim. c
 dirigé par
 M^r D. abdennahim
 M^r Amrane
 Planche N° 12

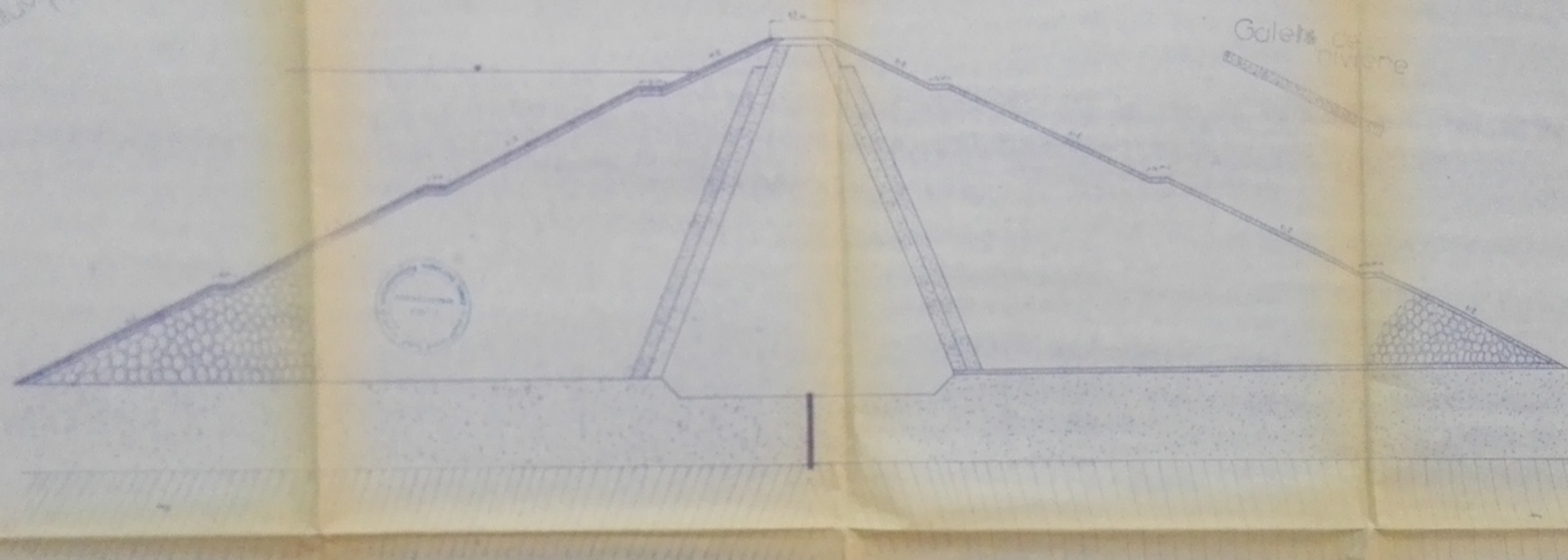
COUPE TYPE DU
BARRAGE

DETAIL DU TARIS FILTRANT

R. Q. REP.
ALUMONS de
riviere



Galets de
riviere



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
PROJET DE FIN D'ETUDE
ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DU BARRAGE
- SOUK EL TLETA -
COUPE TYPE DU BARRAGE

DIRIGE PAR M^r D. AYOUBI
M^r AMINE

1188
-3-

FAIT PAR M^r L. SAS-S.
MUREN-A-

PLANCHE N° 13

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
ÉTUDE TECHNO ÉCONOMIQUE
DU BARRAGE DE SOUK EL TLETA
VUE EN PLAN DU BARRAGE
VARIANTE N°1

FAIT PAR
S. AICHAS
A. ITJIRENE

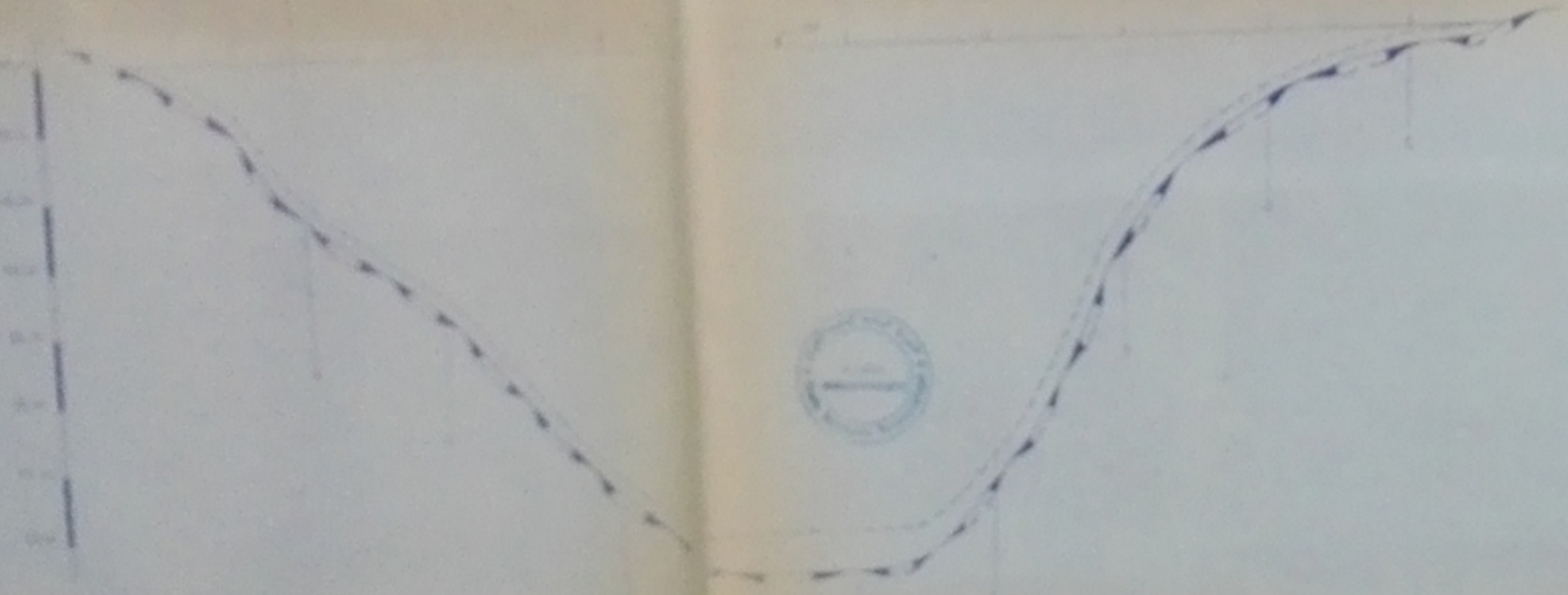
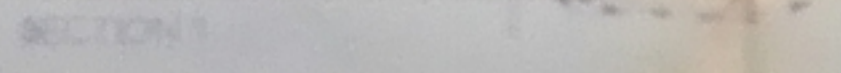
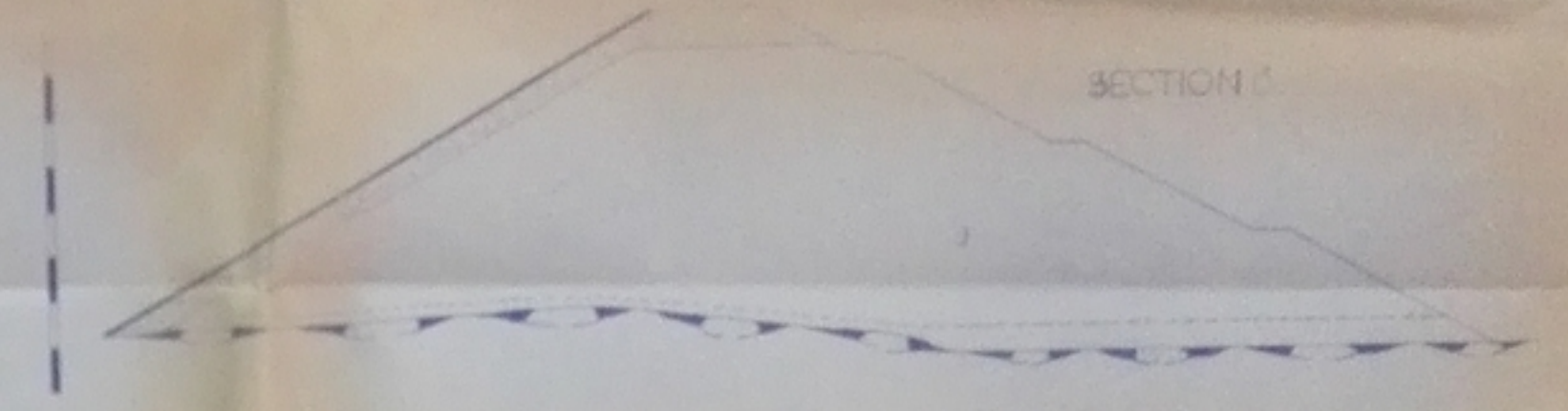
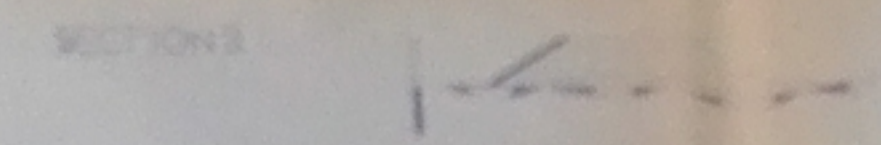
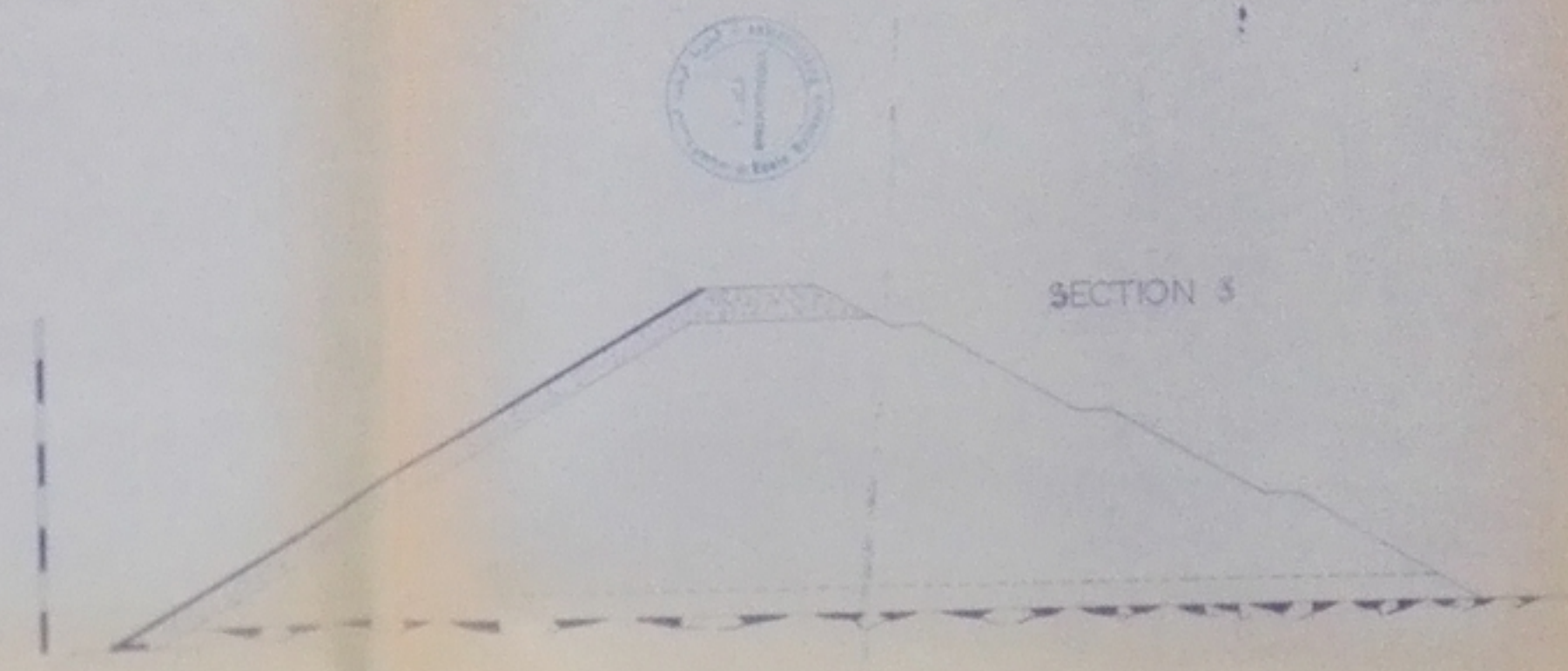
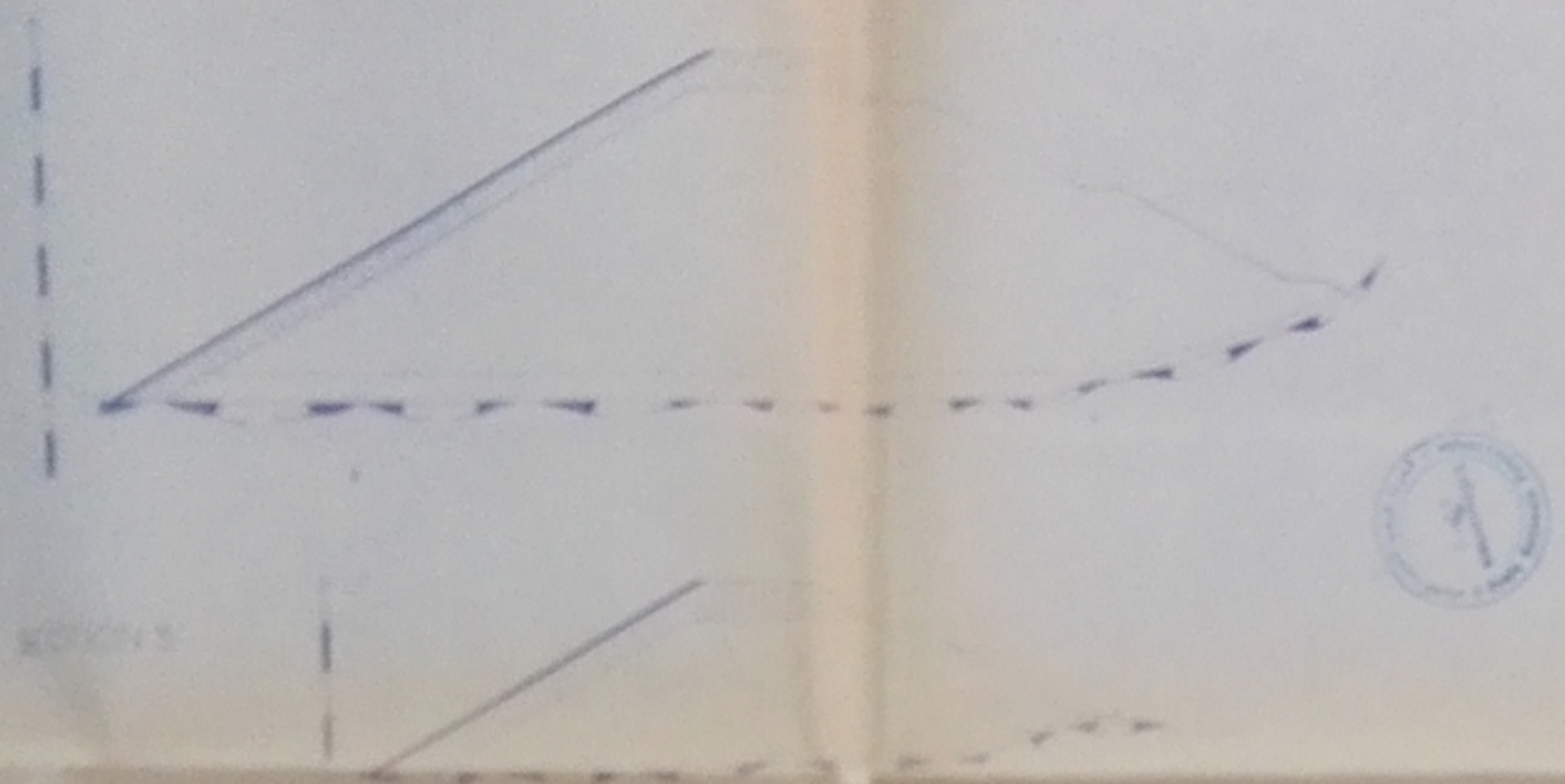
Dirigé par
D. AIDDEKRAM
K. AMRANE

PLANCHE N°1





ESCUE NACIONAL POLITÉCNICA
 CENTRO TECNOLÓGICO NACIONAL DE
 CARRANDE DE S. J. L. UTA
 VUE EN PLAN DEL DARRAGE - 1980/81 N
 DIBUJO
 1-1-1981
 2-1-1981
 DIBUJO
 D. G. G. G. G.
 L. G. G. G. G.
 PLANO Nº 1



COUPE TRANSVERSALES

ETUDE TECHNIQUE - ECONOMIQUE - DU BARRAGE
 - SOUK EL TLETA -

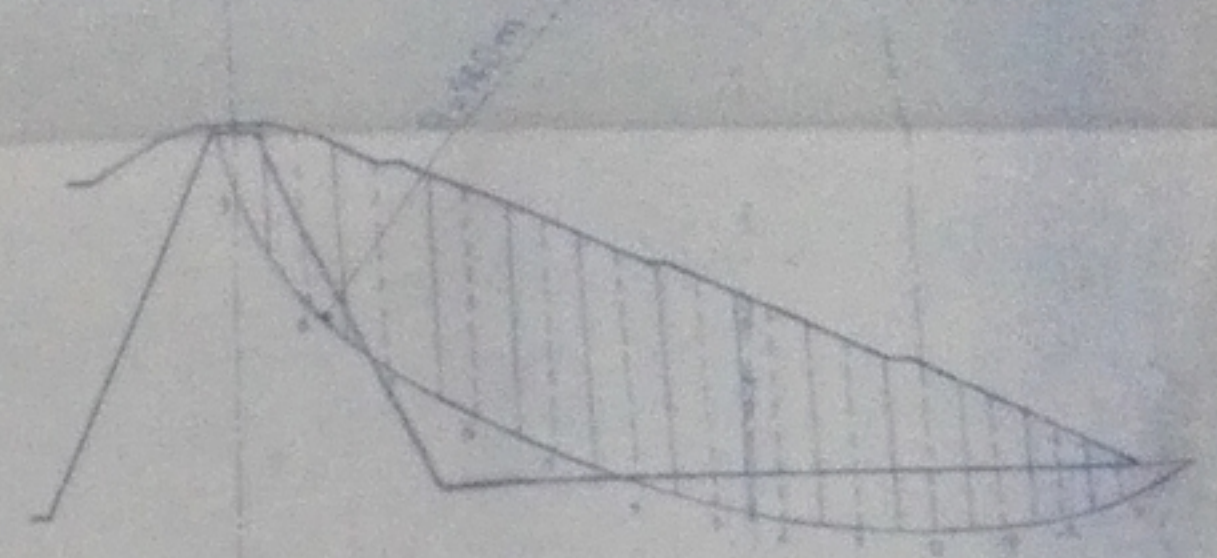
COUPE PAR L'AXE DU BARRAGE
 ET COUPES TRANSVERSALES
 FAIT PAR ABIBAS-S et ITIBIREME-A
 Dirigé par M^r G. A. ABDRAHIM ET KAMRANE
 PLANCHE N° 5

1/27

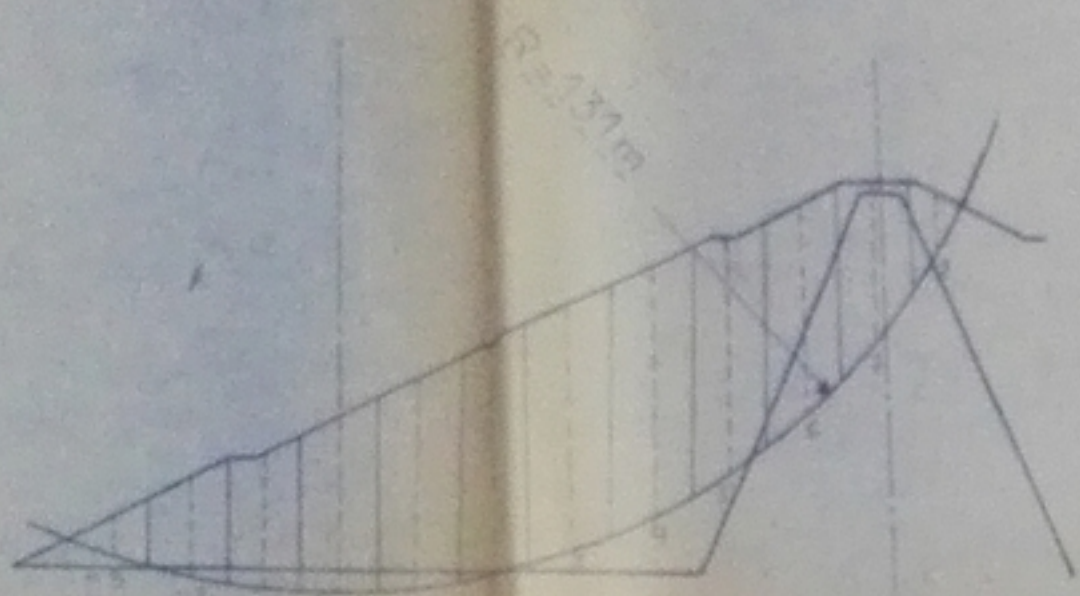
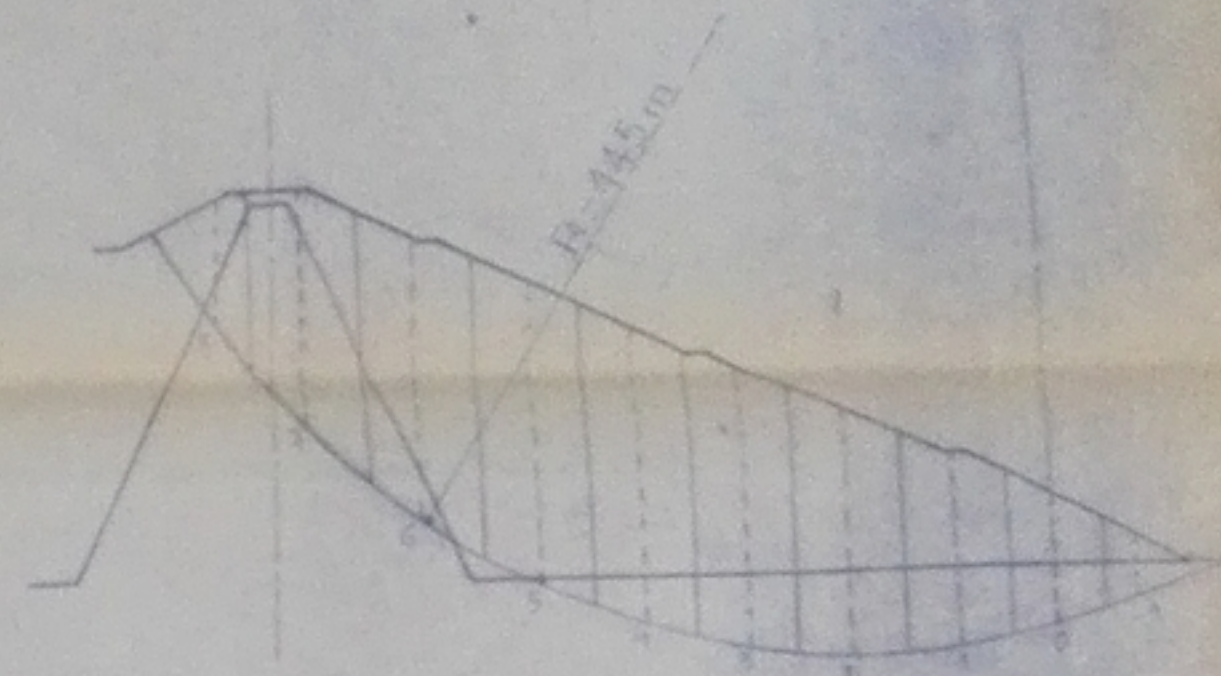
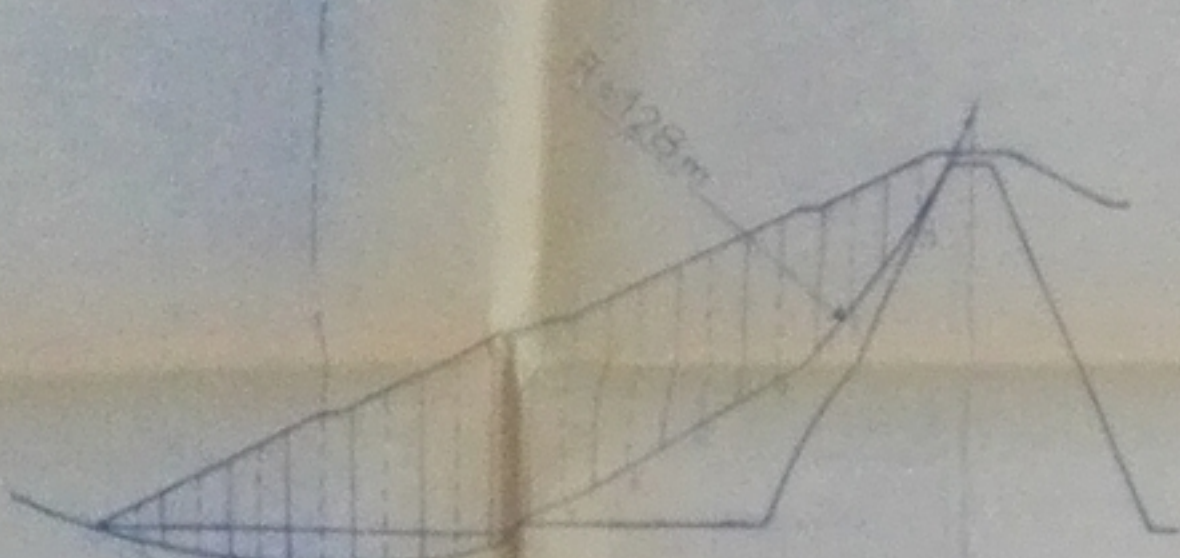
CERCLES DE GLISSEMENT
STABILITE DES TALUS

TALUS AVAL FIN DE CONSTRUCTION

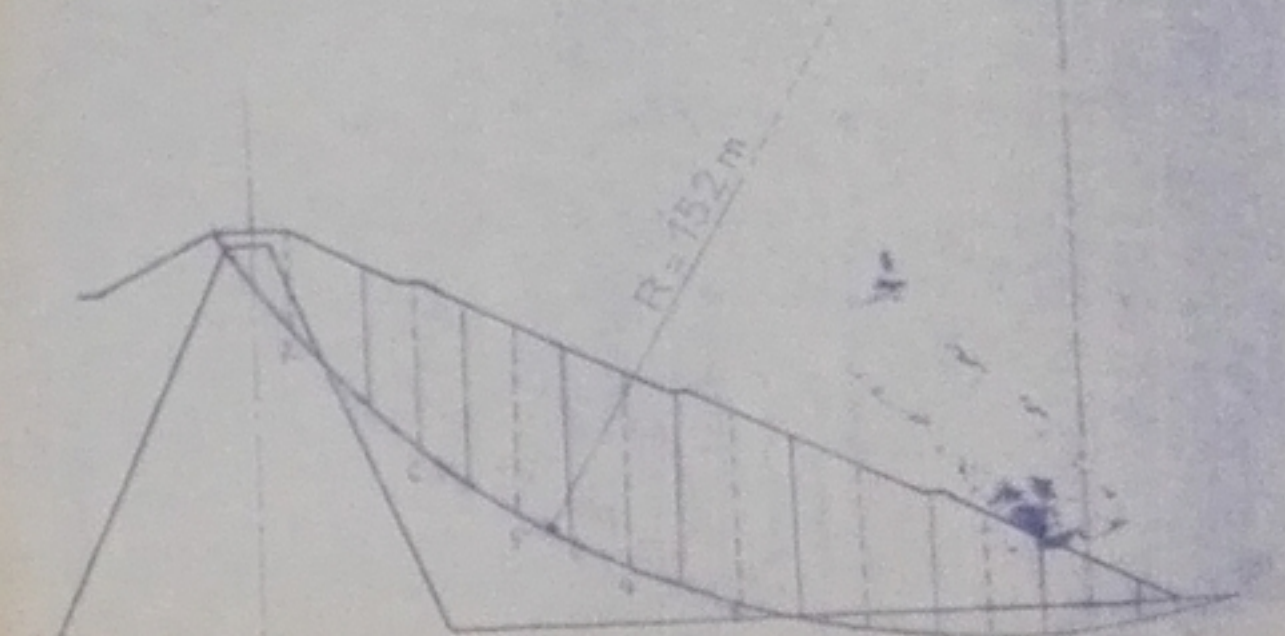
TALUS AMONT FIN DE CONSTRUCTION



RAYON (m)	SANS SEISME	AVEC SEISME
140	2.14	1.52
145	2.27	1.67
152	2.74	2.09

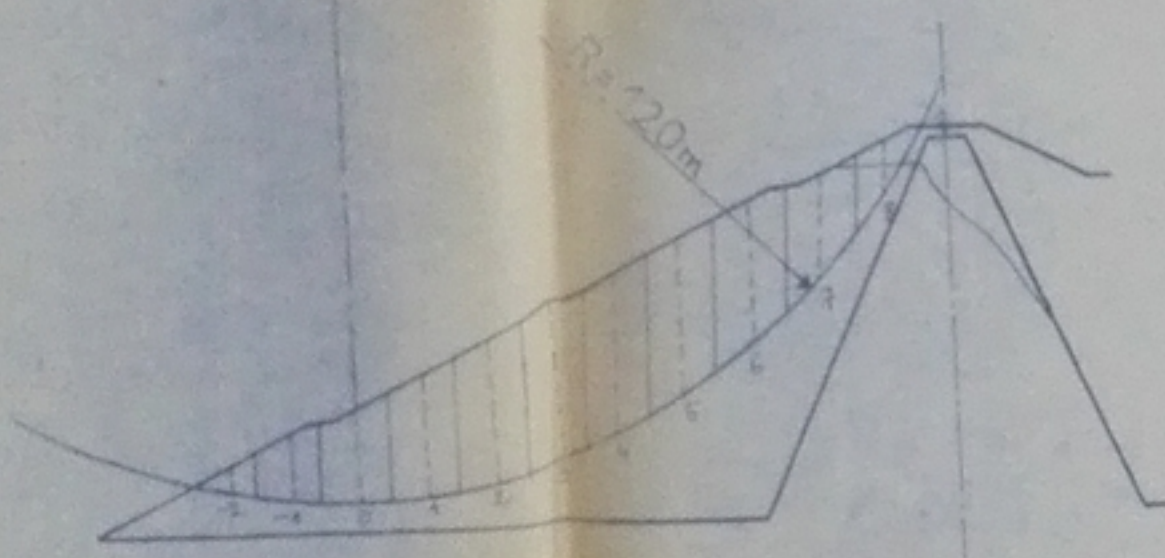


RAYON (m)	Ks	
	SANS SEISME	AVEC SEISME
120	2.18	1.58
128	2.56	1.74
131	2.83	1.80

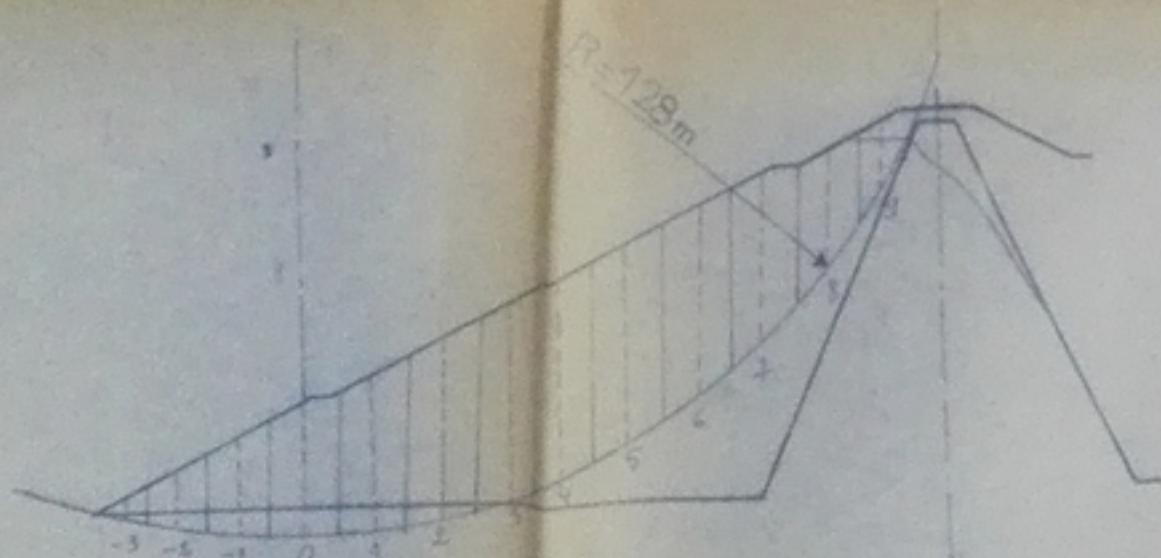
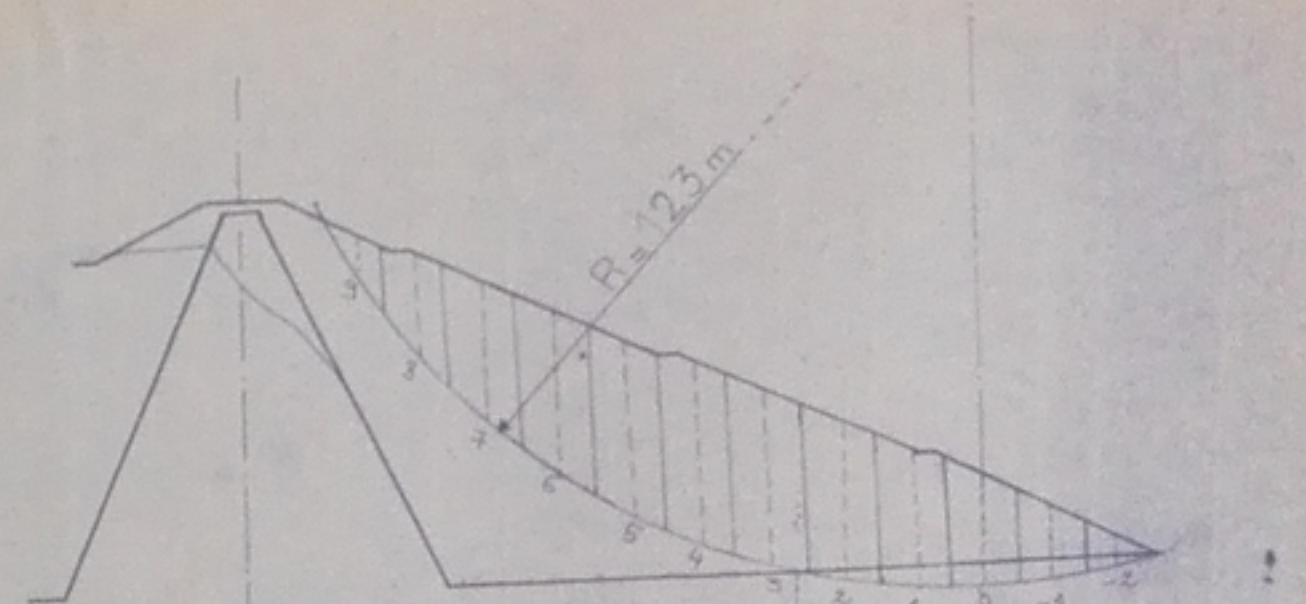


TALUS AMONT VIDANGE RAPIDE

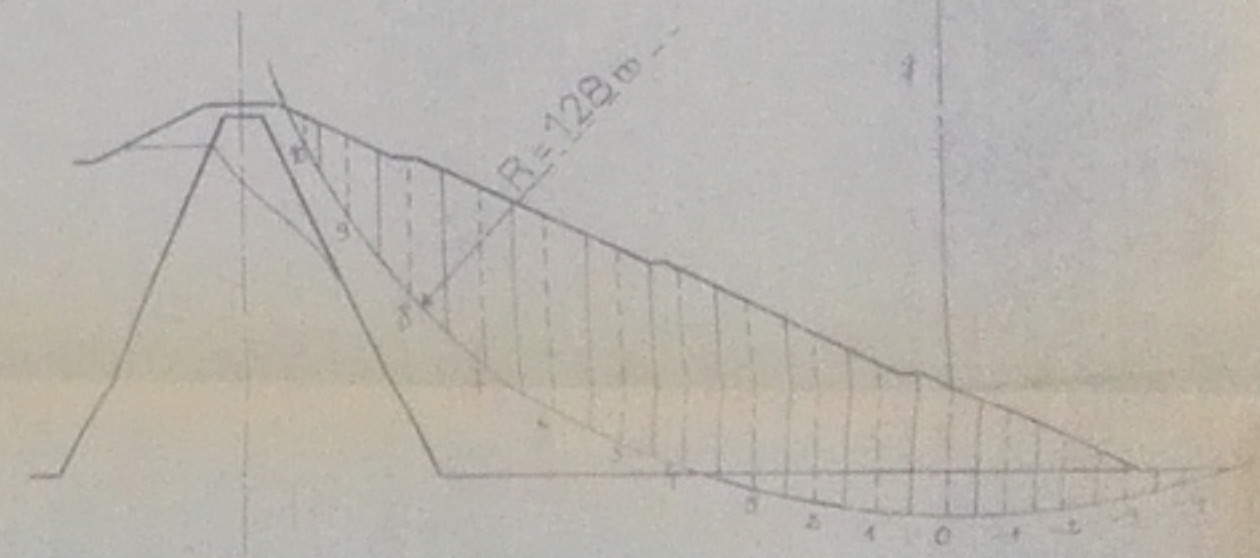
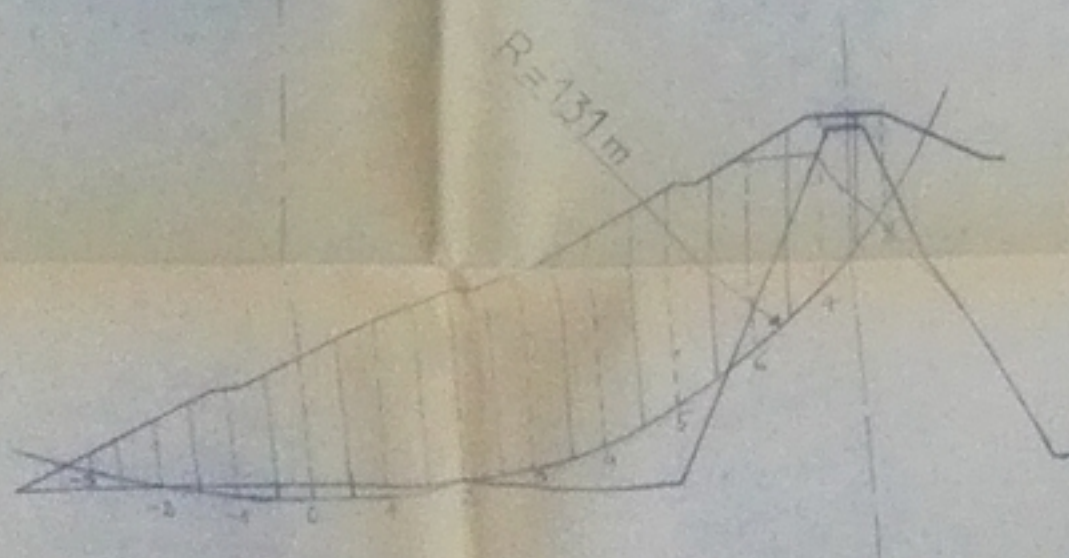
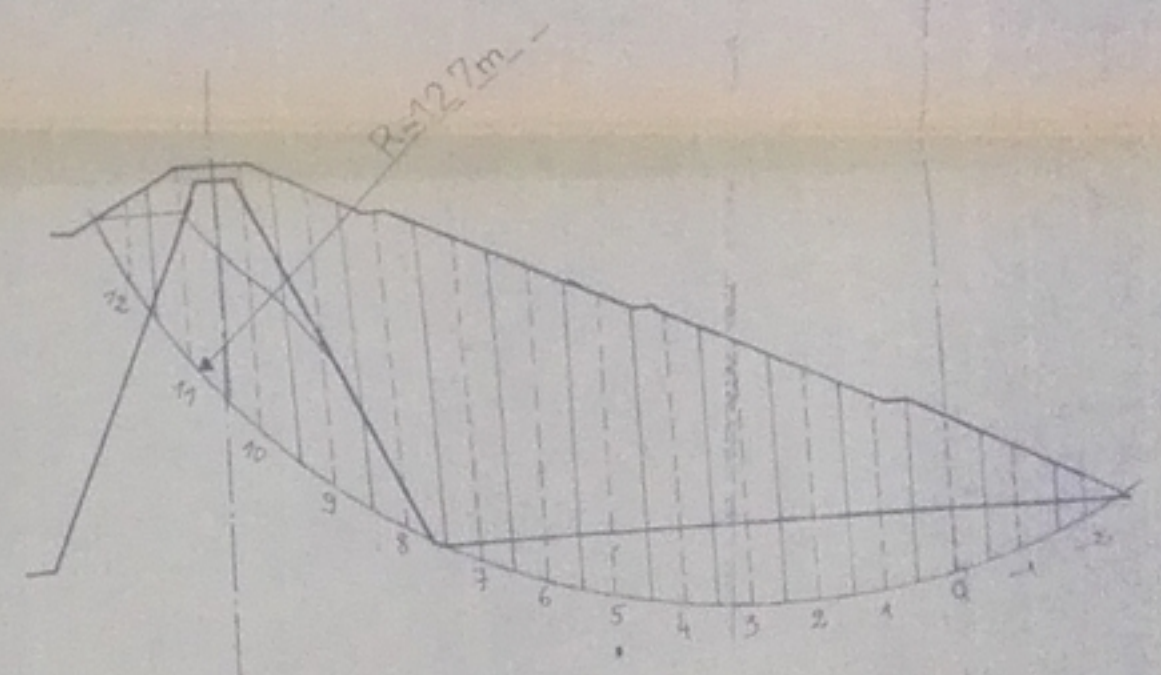
TALUS AVAL FONCTIONNEMENT NORMAL



RAYON (m)	Ks	
	SANS SEISME	AVEC SEISME
123	1.95	1.45
127	1.55	1.19
128	2.87	2.02



RAYON (m)	Ks	
	SANS SEISME	AVEC SEISME
120	1.24	-
128	1.30	-
131	2.38	-



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
STABILITE DES TALUS
FAIT PAR A. ITBIRENE - S. ABBAS
DIRIGE PAR M. D. ABDERRAHIM - M. AMPANE

