



MICROFICHE N°

50270

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

J. FIGARD

Barrage de prise sur
l'Oued Kr-Rabia

-0-

Etude en Canal vitré

-0-

Note sur les annes du
projet Administration.

Déc. 1948

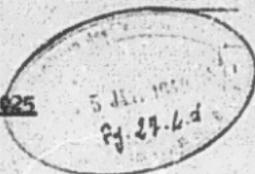
Tu-10





ATELIERS NEYRET-BAVLIEN & PICCARD-PICTET
SYNDICAT D'ASSURANCE SUISSE

863-JED/AR-12.925



Monsieur FERRONT
Ingénieur en Chef
Chef du Service des A.N.S.
Direction des F.P.S.

TUNIS

13 Janvier 1925

Tunis

Monsieur l'Ingénieur en Chef,

Nous vous adressons ci-joint la note Nu-10 relative à l'étude
systématique du projet Administration du barrage de l'Oued er-Rabia.

Cette note donne en conclusion le profil du barrage que nous
comptons soumettre aux essais, compte tenu des enseignements qu'ont
apportés les études du premier seul déversant.

Espérant avoir votre accord sur ce point, nous vous prions d'agréer,
Monsieur l'Ingénieur en Chef, l'expression de nosse considération
distinguée.

L'Ingénieur Station d'Essais :

P.J. - 1 rapport.

E. Piccard

BARRAGE DE PRISE SUR L'OUESSER-BEKIA

Etude en canal vitré

Note sur les essais du projet Administration

-O-O-O-O-O-

Décembre 1948

JRD/AB - Fu-10

CHAPITRE I.- GENERALITES - (page 1)

CHAPITRE II.- LA SIMILITUDE - LE MOUDE. (page 3)

CHAPITRE III.- LES ESSAIS DU PROJET ADMINISTRATION.

I) Essais d'établissement du seuil

Détermination de la courbe $H=f(Q)$ à l'aval (page 5)

A) Essais du seuil sans remblaiement amont (page 6)

B) Essais du seuil avec remblaiement amont (page 10)

II) Essais d'affouillement

A) Etude de la tenue des banquettes amont (page 13)

B) Etude de l'affouillement aval :

1) débits inférieurs à 50 m³/sec. (page 15)

2) débits compris entre 50 et 600 m³/sec. environ (page 15)

3) débits supérieurs à 600 m³/sec. (page 17)

CHAPITRE IV.- CONCLUSIONS

Programme des recherches (page 18)

CHAPITRE X. - GENERALITES -

Le barrage de 4m,50 de hauteur et de 80m. de longueur établi sur l'oued er BEHIA (vers Bou-Ficha) a pour but une surélévation du plan d'eau à l'amont aux fins d'alimentation de deux prises latérales, espacées d'un débit maximal de 60 m³/sec. lors du passage des crues, l'excédent de ce débit passant sur le seuil déversant.

Ces ouvrages - Barrage et Eprises - sont fondés sur un terrain très argileux, dans une grande résistance aux effets destructeurs de l'eau à forte vitesse. Aussi est-il normal d'essayer de se prémunir contre les dégâts possibles dus aux affouillements, en particulier à l'aval immédiat de l'ouvrage. L'Administration nous a demandé de vérifier sur modèle si le projet de barrage tel qu'il était prévu convenait, particulièrement à ce dernier point de vue, et éventuellement d'apporter les modifications nécessaires au passage des crues dans des conditions correctes pour l'ensemble des ouvrages.

Notre note Tu-6 d'Avril 1948 présentant l'avant-projet du modèle réduit mettait l'accent sur l'intérêt qu'il y aurait pour un tel problème d'envisager un modèle d'ensemble du barrage et des deux prises d'eau, modèle qui aurait permis non seulement l'étude du barrage proprement dit, mais aussi l'étude des prises au point de vue alimentation, dévasement, restitution dans les canaux R.D. & R.S. De plus la position de l'ouvrage à l'aval immédiat du confluent de deux oueds fait que l'alimentation du barrage n'est pas parfaitement symétrique, les vitesses d'approche n'étant pas normales au seuil déversant. Ce phénomène peut influencer ^{en} particulier sur la courbe hauteur-débit de l'ouvrage et sur l'allure des affouillements à l'aval immédiat du coursier, particulièrement au droit des ancrages rive gauche et rive droite.

Les Ingénieurs de l'Administration nous demandaient néanmoins de
ter nos études et de réaliser une tranche de barrage en canal vitré,
ant pertinemment qu'il pourrait y avoir de légères divergences entre
sultat des essais et le comportement des faits naturels, liés au
de l'alimentation parfaitement normale du seuil sur modèle.

Nous pensons toutefois qu'en première approximation, les essais pour-
être extrapolés à la nature sans risque de fortes erreurs. En ce qui
erne les affouillements par exemple nous nous sommes placés dans des
itions certainement défavorables par rapport aux conditions naturel-
de telle sorte que nous pouvons sans risque d'erreurs sensibles
ocer des résultats d'ordre qualitatif seulement évidemment.

La présente note expose le résultat de la première tranche des es-
portant sur l'étude systématique du projet retenu par l'Administra-
en ce qui concerne :

l'étalonnage du seuil (établissement de la courbe hauteur-débit)
compte tenu des conditions d'écoulement dans l'oued à l'aval de
l'ouvrage.

le comportement du lit à l'aval immédiat du coursier et l'étude
succincte des risques d'affouillement de la banquettes en terre
tassée prévues à l'amont immédiat du seuil déversant.

Ces deux séries d'essais ont été effectuées indépendamment l'une de
l'autre, car elles ne présentent aucun phénomène d'interaction.

En conclusion nous donnerons le programme des études de la seconde
tranche d'essais que nous envisageons, portant en particulier sur la mo-
délisation du profil du coursier aval et éventuellement du profil en
long du barrage.

ooo

./.

CHAPITRE II.- LA SIMILITUDE - LE MODELE.

Comme l'indiquait notre note Fu-7, le modèle est réalisé en similitude de FROUDE, c'est-à-dire en maintenant constant le facteur :

$$F = \frac{V}{\sqrt{gh}}$$

dénoté nombre de FROUDE. La considération des équations générales de l'hydrodynamique montre en effet que si théoriquement le nombre de FROUDE ci-dessus et le nombre de REYNOLDS :

$$R = \frac{Vh}{\nu}$$

doivent rester constants sur modèle et dans la nature (ce qui conduirait d'ailleurs à l'impossibilité d'une similitude avec le même fluide), par contre l'expérience indique qu'à partir d'une certaine valeur limite dénommée "nombre de REYNOLDS critique" (toujours assez faible pour qu'il soit dans la grande majorité des cas largement dépassé sur modèle) le coefficient λ de perte de charge de la formule :

$$h = \lambda \frac{V^2}{2g}$$

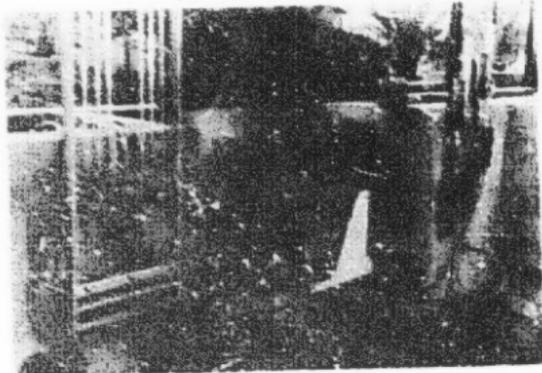
garde une valeur sensiblement constante quel que soit R. Les pertes de charge sur modèle et dans la nature sont donc toutes deux fonction uniquement du $V^2/2g$ de l'écoulement (pertes de charge à la BORDA) et suivent la même loi à condition que soit seulement respectée la condition de FROUDE :

$$\frac{V}{\sqrt{gh}} = c^{te}$$

L'échelle du modèle a été prise égale au 1/10 compatible avec les dimensions du canal vitré existant.

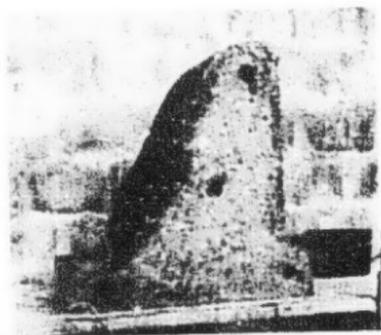
Le barrage est représenté sur une largeur de 6m.40m, 60 modèle = largeur du canal), le seuil étant convenablement disposé par rapport à la partie vitrée pour que l'on puisse observer à la fois l'écoulement sur le seuil et le comportement du lit à l'aval.

./.



14 - 13.- Vue d'ensemble de l'installation.

15 - 22.- Seuil en béton après démolage



18 - 32.- Les gabarits de troussage.

Les échelles sont alors pour les diverses grandeurs en cause :

- longueurs, hauteurs piéométriques	λ	= 1/10
- vitesses	$\lambda^{1/2}$	= (1/10) ^{1/2} = $\frac{1}{3,16}$
- débits par mètre linéaire	$(\lambda)^{3/4}$	= $\frac{1}{31,6}$
- débits totaux	$\lambda^{5/4} \times \frac{6}{80}$	= $\frac{1}{4213}$

Un volet secteur en extrémité du canal sert au réglage du plan d'eau aval.

Deux prises de pression permettent d'enregistrer avec précision, par lecture à deux pointes de mesures Jeyrpic, les niveaux à l'amont et à l'aval du seuil.

Enfin disposées convenablement dans l'axe du seuil, cinq prises de pressions reliées à des tubes de mesure permettent d'enregistrer les pressions ou dépressions le long du parement aval.

Le seuil, construit en béton, a été exécuté par trousseage entre deux profils en tôle entretoisés de telle manière à ce qu'une fois démoulé il soit de la largeur du canal à quelques millimètres près, nécessaires pour la mise en place, l'étanchéité entre le seuil et les parois étant réalisée soit au mortier, soit au ciment prompt.

Une fois en possession du dernier plan de l'Administration donnant le profil du seuil, nous avons complété la construction du seuil précédent par l'adjonction du coursier aval à l'aide d'un gabarit de trousseage présentant le profil définitif. Ce travail a été réalisé le seuil étant en place dans le canal.

Les photos et le plan joints montrent l'ensemble de l'installation.

1°.- Essais d'étalonnage du seuil :

Aux fins d'établir la courbe hauteur-débit du seuil déversant, utile se serait-ce que pour la connaissance des conditions de fonctionnement des prises d'eau et du régime de l'Oued, nous avons fait des mesures systématiques du plan d'axe amont en fonction des débits et ceci en respectant la courbe hauteur-débit de l'Oued à l'aval.

Ces essais d'étalonnage ont été faits dans deux conditions différentes quant aux conditions de remblaiement à l'amont immédiat du seuil déversant.

Le projet comporte en effet une succession de banquettes en terre tassée plus ou moins inclinées sur l'horizontale, l'une de ces banquettes prolongeant horizontalement le seuil à l'amont sur une distance de 2m.

A priori, l'existence de cette dernière bannette a des chances de modifier assez notablement l'allure de la ligne d'eau sur le seuil, donc l'allure de la courbe hauteur-débit.

Afin de chiffrer cet écart les essais ont été faits :

- sans aucun remblaiement à l'amont (seuil en béton seul),
- avec remblaiement amont identique au projet prévu.

Enfin pour ces deux séries d'essais des mesures systématiques de pressions et dépressions ont été faites dans les tubes de mesures prévus à cette fin.

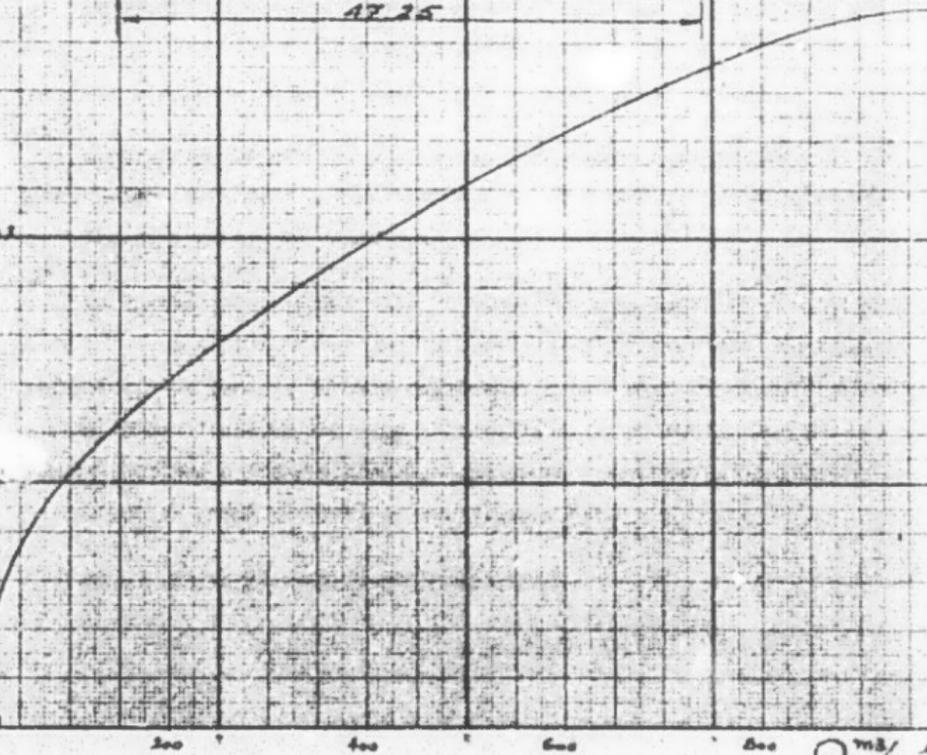
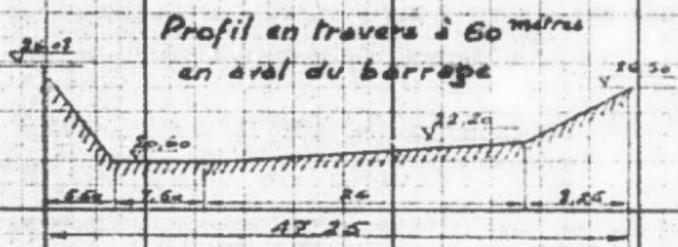
Détermination de la loi hauteur-débit de l'Oued à l'aval.

Nous consacrerons quelques lignes au sujet de cette courbe.

BARRAGE sur l'Oued. El. REBIR

Courbe HAUTEUR, DEBIT calculée
à l'aval de l'ouvrage

d'eau
plan
du
du
du
Hauteurs



Q m³/Sec.

Pour l'établir, en l'absence de renseignements suffisants sur les caractéristiques de l'oued, nous sommes partis de la formule de MANNING donnant la vitesse moyenne de la section en fonction de la pente du fond, du rayon hydraulique de la section considérée, et d'un coefficient "n" caractérisant la rugosité des berges et du fond :

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

Le coefficient "n" a été pris égal à 0,025 ce qui semble correct pour des cours d'eau présentant les caractéristiques de l'oued er REBIA.

La pente a été prise égale à 0,0016 valeur indiquée dans la note technique accompagnant le projet de l'Administration.

Le profil en travers type ayant servi comme section de calcul est figuré sur le schéma ci-contre. Il correspond sensiblement au profil en travers situé à 60 m/ à l'aval de l'ouvrage.

A partir de la cote 26 environ le débordement commence. Nous en avons tenu compte dans l'établissement de la courbe par un aplatissement de celle-ci à partir de cette cote.

La courbe jointe traduit le résultat des calculs. Il ne faut évidemment pas trop s'illusionner sur la précision d'une pareille courbe, mais néanmoins nous pensons qu'elle représente grosse-moitié les conditions d'écoulement de l'oued. En tous cas la formule de MANNING est plus généralement employée à l'heure actuelle que toute autre. Une seule indétermination réside quant au choix du coefficient "n".

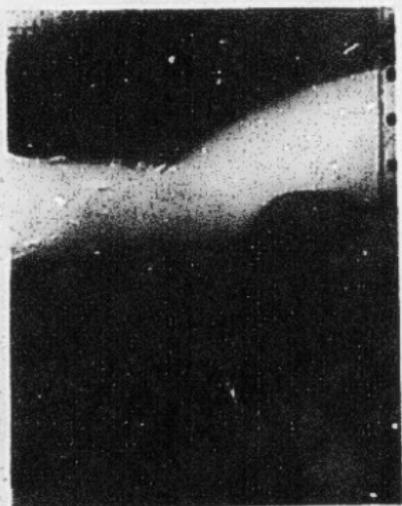
A).- Hauteur du seuil sans remblaiement amont.

La "pelle" du déversoir - distance de la crête déversante au fond du lit - est alors de 5m,50 environ.

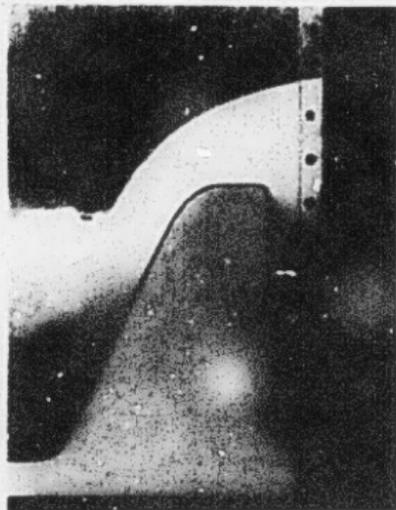
Ecoulement sur le seuil sans remblaiement.-



19-14- Passage de 50 m/s



19-15 - Passage de $Q = 650$ m/s
(la lame déversante a
détaché du seuil)



19-16 - Passage de 550 m/s
(la lame déversante
adhère au seuil)

Le tableau ci-après donne les mesures faites pour des débits progressivement croissants de 20 à 1000 m³/s. (crue maximum envisagée).

Une colonne donne le coefficient de débit du seuil dans la formule :

$$Q = m L \sqrt{2g} H^{3/2}$$

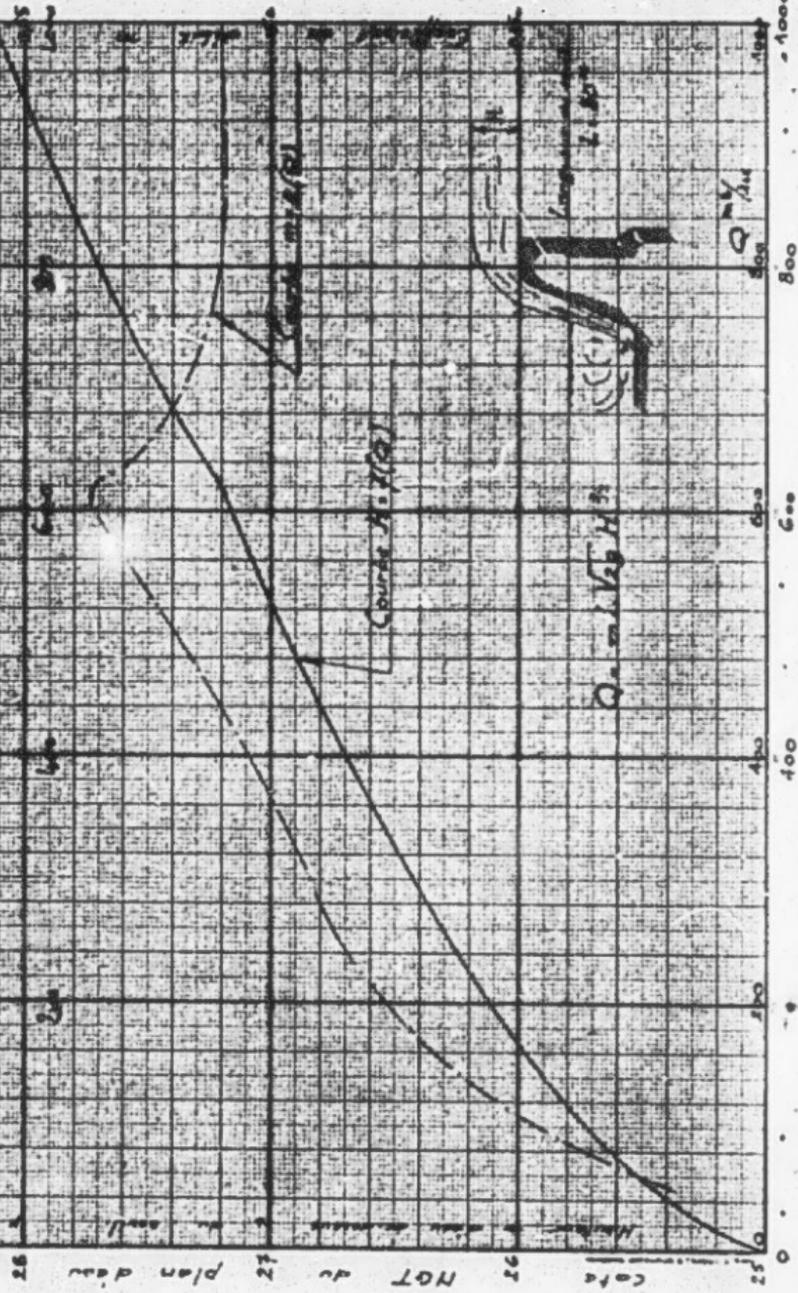
- Q = Débit total,
- m = coefficient de débit,
- L = largeur déversante (prise égale à 90 m.),
- H = hauteur d'eau loin à l'amont du seuil.

Nous y avons fait figurer également l'enregistrement des pressions le long du parement aval, pressions rapportées à la pression atmosphérique.

Enfin une colonne donne les vitesses MOYENNES des lames déversantes au droit du parement amont.

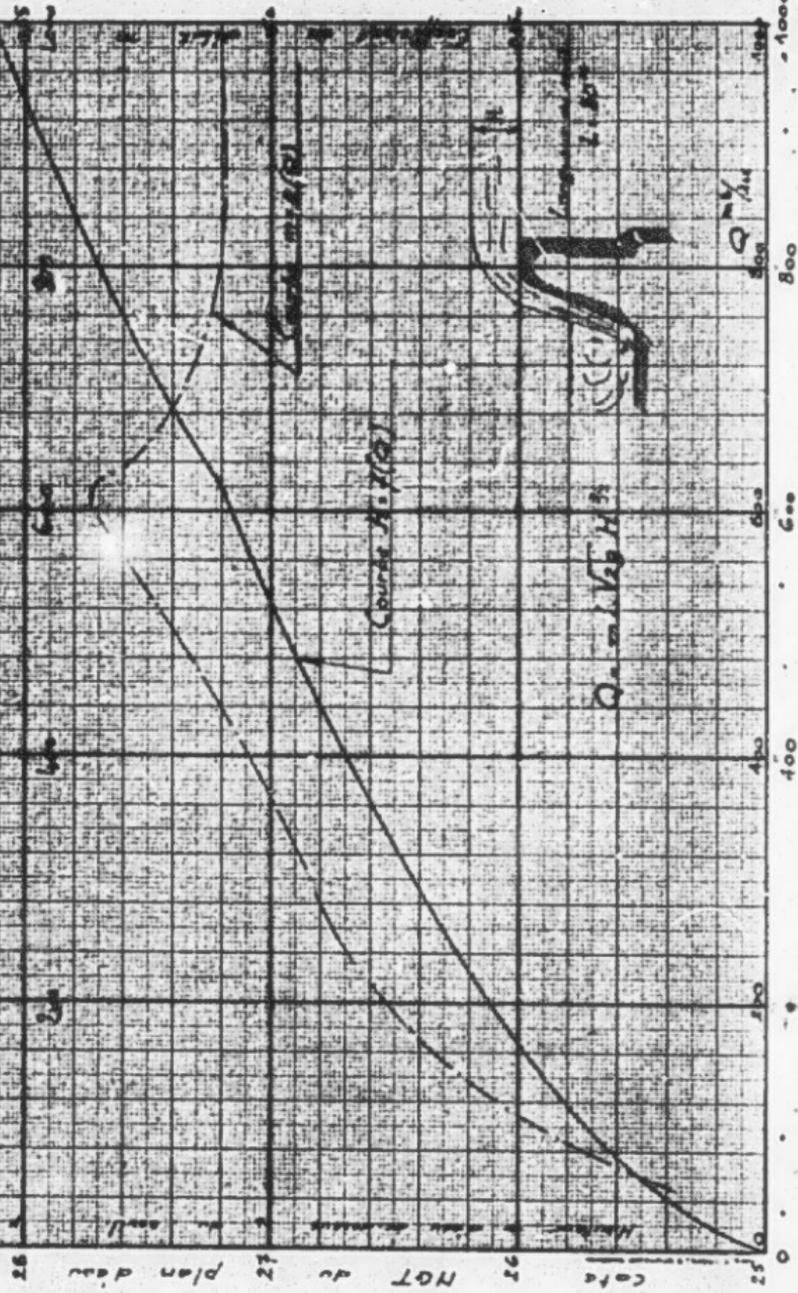
ARRIVÉE SUR L'OUÏDO ET RÉGION

Carte de l'ouest de la région de l'ouest de l'Algérie



ARRIAGE SUR L'OUVERTEUR DE REBIA

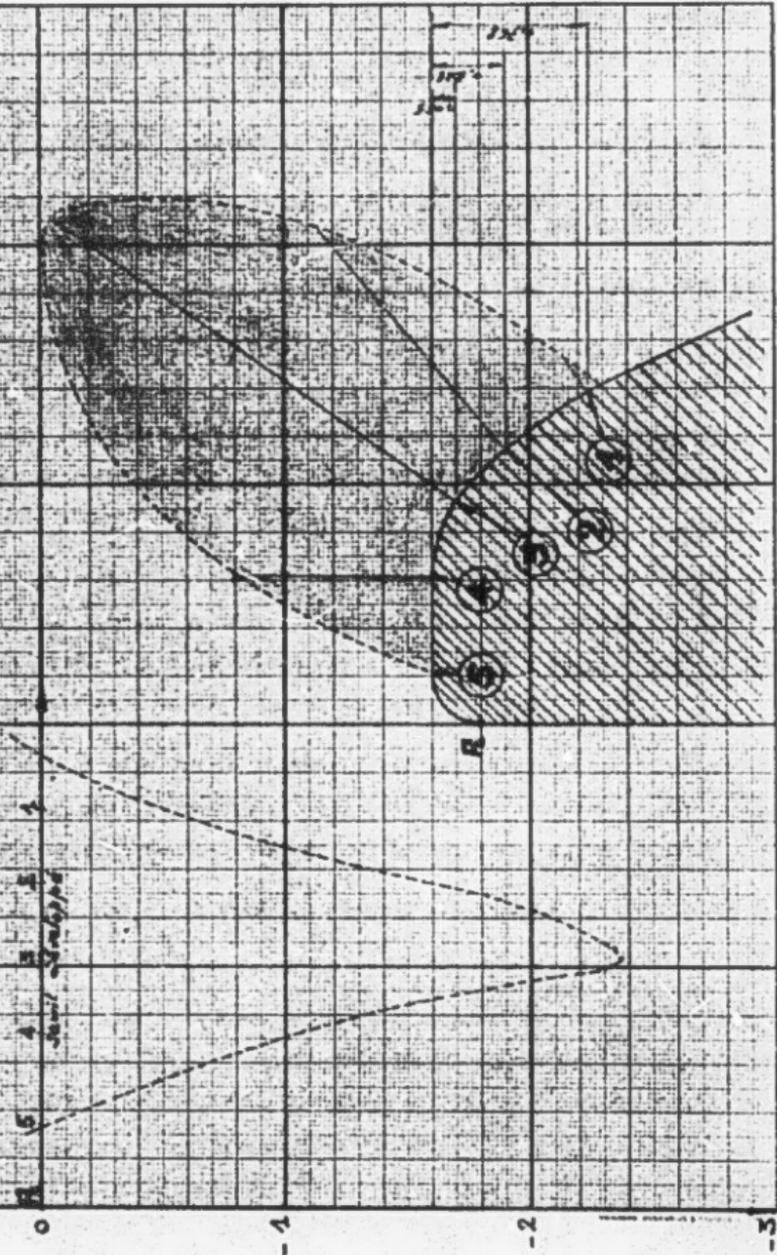
Chaque mètre de l'axe des abscisses correspond à 100m



Q m ³ /sec	profondeur d'eau loin à l'amont du seuil Ha	profondeur d'eau amont cote HP	coeff. de débit n	vitesse au droit du pare- ment a- mont m/s	PRISE N° 1 Δ pm	PRISE N° 2 Δ pm	PRISE N° 3 Δ pm	PRISE N° 4 Δ pm	PRISE N° 5 Δ pm
20	0.27	25.27	0.413		+0.040	+0.128	+0.025	+0.135	+0.230
43,5	0.43	25.43	0.430		+0.013	+0.085	-0.015	+0.190	+0.335
98	0.54	25.54	0.409	1.43	-0.005	+0.055	-0.065	+0.220	+0.395
82	0.66	25.66	0.430		-0.015	+0.015	-0.125	+0.235	+0.440
138	0.778	25.778	0.452	1.94	-0.058	-0.045	-0.195	+0.240	+0.475
125	0.84	25.84	0.458		-0.100	-0.200	-0.270	+0.200	+0.490
158	0.965	25.965	0.470	2.30	-0.125	-0.220	-0.370	+0.200	+0.540
175	1.030	26.03	0.472		-0.170	-0.340	-0.450	+0.160	+0.560
200	1.12	26.12	0.476	2.55	-0.175	-0.345	-0.535	+0.160	+0.570
225	1.205	26.205	0.482	2.63	-0.250	-0.520	-0.680	+0.050	+0.550
245	1.27	26.27	0.483	2.77	-0.265	-0.525	-0.765	+0.065	+0.570
275	1.36	26.36	0.490	2.91	-0.320	-0.680	-0.890	0	+0.530
298	1.43	26.43	0.491		-0.360	-0.775	-1.030	-0.080	+0.510
325	1.525	26.525	0.487		-0.405	-0.920	-1.210	-0.170	+0.460
350	1.59	26.59	0.492	3.26	-0.435	-0.990	-1.380	-0.260	+0.480
375	1.68	26.68	0.485		-0.485	-1.160	-1.570	-0.360	+0.395
396	1.72	26.72	0.495		-0.455	-1.160	-1.540	-0.375	+0.370
418	1.765	26.765	0.503		-0.480	-1.250	-1.710	-0.455	+0.310
450	1.84	26.84	0.508		-0.480	-1.340	-1.900	-0.530	+0.280
500	1.96	26.96	0.514	3.82	-0.430	-1.460	-2.150	-0.710	+0.265
550	2.05	27.05	0.528	4.04	-0.275	-1.505	-2.360	-0.885	+0.090
600	2.15	27.15	0.536	4.16	-0.240	-1.690	-2.570	-1.205	0
700	2.44	27.44	0.518	4.26	+1.490	+0.935	-0.450	-0.205	+0.310
800	2.70	27.70	0.508	4.31	+1.820	+1.500	+0.420	+0.110	+0.520
900	2.915	27.915	0.510	4.50	+1.995	+1.585	+0.610	+0.265	+0.575
1000	3.12	28.12	0.510	4.67	+2.090	+1.675	+0.890	+0.325	+0.635

BARRAGE SUR L'OUED EL FERHA

Dépendance relative à l'altitude sur le pourcentage R_{rel}
pour $Q = 600 \text{ m}^3/\text{s}$
Seuil sans remblaiement R_{rel}



Δp (m)

Seuil sans remblaiement

R

-1

-2

-3

De ce tableau nous déduisons :

- la courbe hauteur à l'amont du seuil-débit, complétée par la courbe donnant la variation du coefficient de débit en fonction du débit.
- les courbes des pressions aux différents points du parement aval, également en fonction des débits.
- enfin pour le débit critique de 600m³/s environ la courbe des maxima des dépressions à craindre le long du parement aval.

Quelques remarques s'imposent à l'examen de ces diverses courbes.

On peut noter que le coefficient de débit atteint des valeurs élevées (0.536 POUR 600 m³/s), du fait des dépressions qui règnent le long du parement aval. Ces dépressions atteignent une valeur maximum gravitant autour de la valeur 2.60m (7,73 m en pression absolue) au droit approximatif de la prise N°3.

Ce fait tient à ce que pour une hauteur d'eau donnée à l'amont - le profil du seuil s'écarte assez notablement du pur profil Creager pour lequel la pression atmosphérique règne tout le long du parement aval, profil conduisant à un coefficient de débit de 0.49.

Par ailleurs, la courbe hauteur-débit montre une discontinuité marquée vers 625 m³/s, discontinuité que l'on retrouvera pour le même débit dans les courbes donnant la valeur des pressions le long du parement aval.

Cette discontinuité tient au fait du décollement de la lame déversante du seuil.

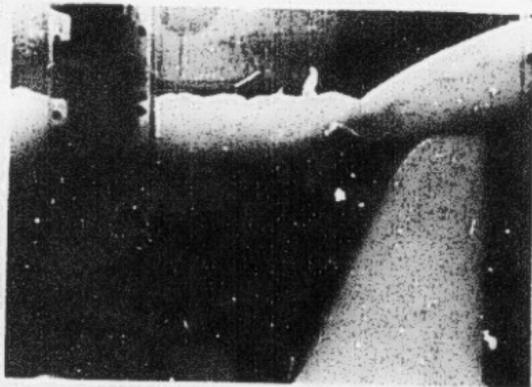
En effet jusqu'à ce débit (625m³/s) la lame déversante suit exactement le profil du seuil jusqu'à l'extrémité du coursier aval. Brutalement si le débit augmente légèrement, du fait de la dépression assez forte régnant sur le parement aval, la lame quitte la paroi en un point visible sur les photos jointes, la dépression décroît, un rouleau d'eau morte tourbillonnaire ./.

Écoulement sur le seuil avec remblaiement amont



16-31.- Passage
le parallélisme

de $Q = 5000 \text{ m}^3/\text{s}$ Remarquer
de la surface libre et
du seuil



18-36.- $Q = 600 \text{ m}^3/\text{s}$
Remarquer les profils différents de lames déversantes correspondant à la lame
appliquée au seuil (à gauche) ou venant de se coller au seuil (à droite)

18-34.- $Q = 625 \text{ m}^3/\text{s}$

prend naissance entre la lame - dont le point d'impact se trouvera dès lors rejeté au delà de l'extrémité du coursier - et le parement aval, le plan d'eau aval devient suffisamment haut pour réagir sur le niveau amont, et ce dernier croît plus vite qu'auparavant, conduisant corrélativement à la décroissance du coefficient de débit.

Enfin la courbe donnant les maxima des dépressions à craindre le long du parement aval peut servir à la détermination de la composante horizontale de l'effort supplémentaire dû à la dépression, composante qui s'ajoute à la poussée hydrostatique et nuit à la stabilité de l'ouvrage.

B) Essais du seuil avec remblaiement amont :

Nous avons essayé de réaliser les essais au point de vue stabilité et cohésion.

Pour ce faire nous avons soigneusement tassé du sable d'océan au profil donné par les plans Administration. Malheureusement comme nous l'expliquerons dans les pages suivantes (voir paragraphe "affouillements") pour les débits relativement faibles (de l'ordre de 50 m³/s) les affouillements sont tels que les banquettes s'affondrent complètement, laissant le seuil entièrement déchaussé à l'amont.

Pour se trouver dans des conditions qui nous semblent plus conformes à ce qui se passera dans la nature (nous supposons que la banquette précédant immédiatement le seuil ne sera pas détériorée, ce que l'expérience a déjà confirmé, au barrage d'Hannan-Sousse par exemple) nous avons recouvert ~~soigneusement~~ la banquette amont, horizontale à la cote du seuil, d'une mince couche de ciment prompt, afin de pouvoir faire des mesures sans être obligé de remettre en état la dite banquette à chaque essai.

BARRAGE SUR L'OUED EL-DEBIA

Charte de nivel avec remblaiement de l'aval

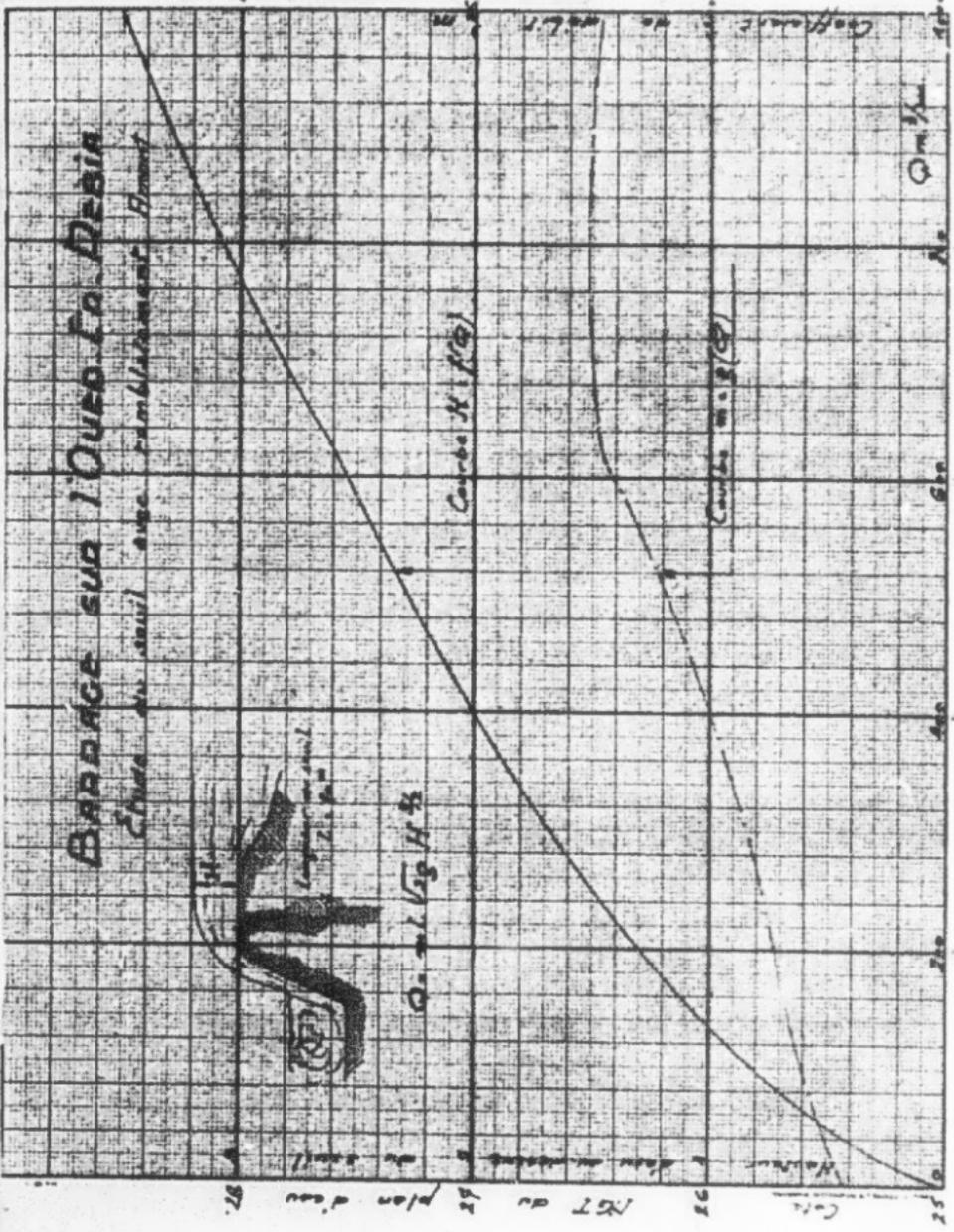


Q. de l'ég. H. 1/2

Curve H. (1/2)

Curve H. 3/4

NOTA: Le plan d'eau de l'aval est représenté par une ligne continue et le plan d'eau de l'amont par une ligne pointillée.



Q. m³/s

H.

50

40

30

25

Charte de nivel de l'aval

Le tableau ci-dessous donne le résultat de ces mesures faites dans les mêmes conditions que précédemment.

Q m ³ /s	hauteur d'eau loin à l'amont du seuil H _a	plan d'eau amont cote H ₀	Coeff. de débit μ	Piteuses au droit du parement aval μ/s	PRISE N° 1 Δp_m	PRISE N° 2 Δp_m	PRISE N° 3 Δp_m	PRISE N° 4 Δp_m	PRISE N° 5 Δp_m
50	0.50	25.50	0.398	2.08	-0.030	-0.025	-0.060	+0.120	+0.280
100	0.82	25.82	0.379	2.55	-0.090	-0.160	-0.280	+0.090	+0.390
150	1.065	26.065	0.381	2.98	-0.160	-0.330	-0.520	+0.020	+0.460
200	1.285	26.285	0.386	3.25	-0.250	-0.520	-0.800	-0.080	+0.530
250	1.50	26.50	0.384	3.44	-0.350	-0.750	-1.100	-0.280	+0.600
300	1.675	26.675	0.390	3.60	-0.450	-0.970	-1.410	-0.270	+0.640
400	2.00	27.00	0.398	3.89	-0.600	-1.420	-1.990	-0.500	+0.890
500	2.29	27.29	0.406	4.37	-0.570	-1.750	-2.570	-0.750	+0.690
600	2.53	27.53	0.421	4.66	-0.400	-1.940	-2.990	-0.990	+0.640
700	2.79	27.79	0.425	4.61	+1.620	+1.205	-1.120	-0.215	+1.015
800	3.05	28.05	0.424	4.79	+1.925	+1.450	-0.370	+0.110	+1.240
900	3.32	28.32	0.425		+2.070	+1.640	-0.145	+0.215	+1.370

NOTE.- l'essai pour 1000 m³/s n'a pu être fait, le plan d'eau amont, bien supérieur à ce qu'il était pour l'essai précédent, conduisant à des débits par dessus les nappes d'entourage du bassin d'amenée des eaux à l'amont du canal.

Comme précédemment nous déduisons de ces mesures :

- La courbe hauteur à l'amont du seuil-débit, ainsi que la courbe donnant le coefficient de débit au seuil en fonction du débit.
- Les courbes des pressions et dépressions le long du parement aval en fonction du débit.
- Enfin pour le débit critique toujours voisin de 600 m³/s la courbe des maxima des dépressions le long du parement aval.

./.

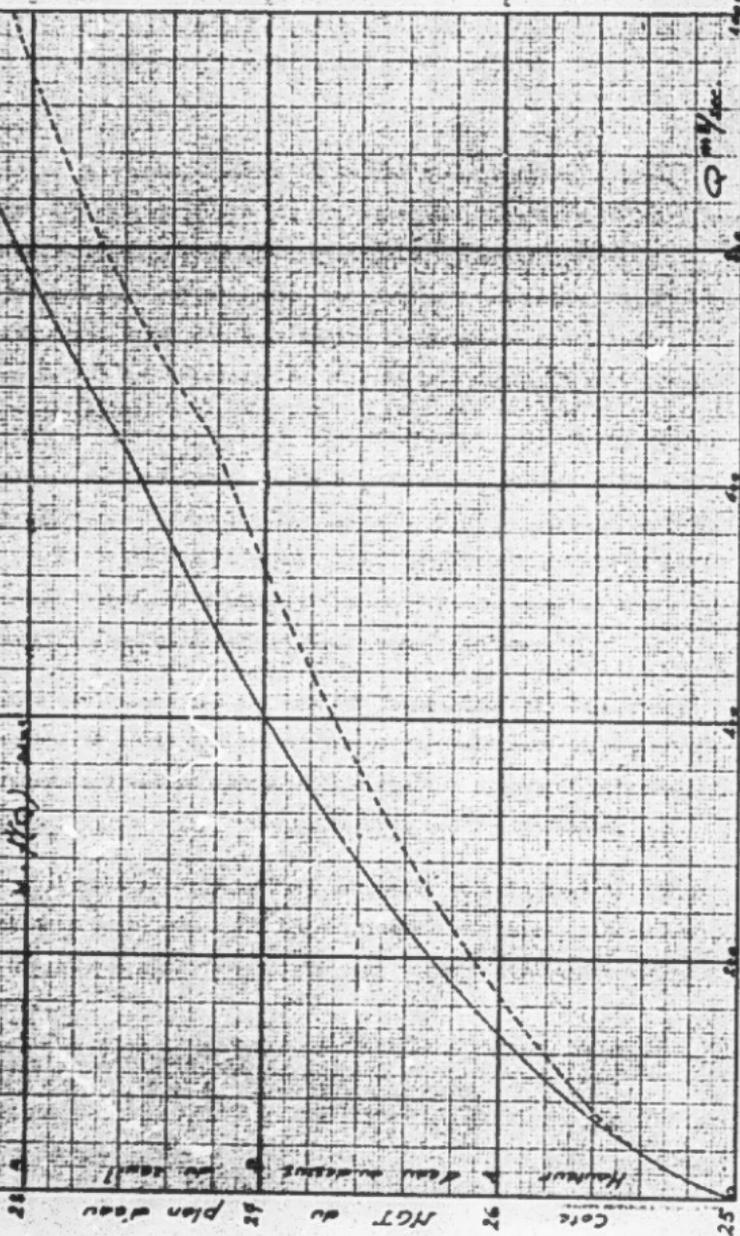
BARRAGE SUR l'OUED F. O. FERRIN

Cote de l'eau au barrage

N. (19) m

Cote du plan d'eau
N. (19) m

Q m³/sec.



En comparant ces mesures aux précédentes on remarque que le prolongement de la crête du seuil à l'amont par une partie horizontale a modifié assez sensiblement les résultats.

En effet en ce qui concerne la courbe hauteur-débit, l'influence du seuil plat amont se manifeste par une diminution sensible du coefficient de débit (qui n'atteint plus qu'au maximum 0.425 au lieu de 0.536) ce qui, toutes choses égales par ailleurs, correspond à une augmentation sensible du plan d'eau amont comme le montre le graphique récapitulatif ci-contre sur lequel sont portées les courbes hauteur-débit relatives aux deux séries d'essais.

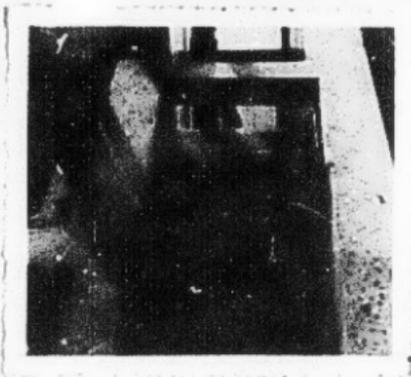
Quant aux dépressions, le parement aval supporte dans ce cas jusqu'à 3,00 m de dépression avant que la lame ne décolle, du fait du guidage de la veine fluide à l'amont. En effet, les filets liquides sont horizontaux sur une bonne longueur à l'amont de la courbure du seuil et n'ont pas à épouser un profil amont à faible rayon comme précédemment.

On note que malgré des dépressions importantes sur le parement aval le coefficient de débit n'atteint même pas la valeur qu'il a pour un seuil Creager (à pression atmosphérique en tous points du parement aval) soit 0.49 du fait de l'influence majeure du seuil plat amont.

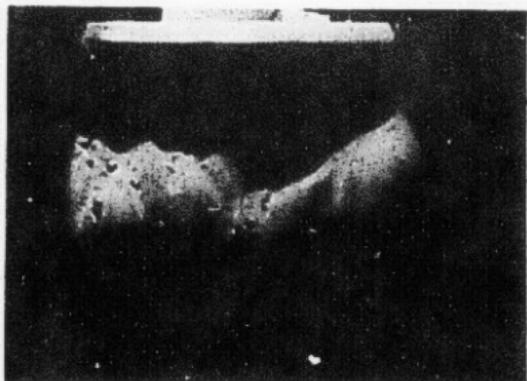
Le décollement a toujours lieu néanmoins au voisinage de 625 m³/s plus exactement entre 600 à 625 m³/s puisque les photos jointes ont été prises à 600 et 625 m³/s et montrent deux modes d'écoulement différents sur le seuil.

Il faut noter d'ailleurs que ce phénomène de décollement de la lame déversante est aussi fonction du niveau aval puisque pour un essai fait à 625 m³/s et un plan d'eau artificiellement maintenu 3 centimètres-mètre plus bas qu'il ne devrait l'être d'après la courbe hauteur-débit le

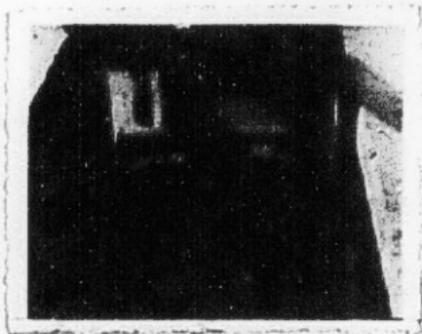
Etude de la forme des banquettes amont



15 - 31.- Allure de la Banquette amont précédant le seuil avant l'essai.



16 - 6.- Après passage de 50 m³/s pendant 1 heure 1/2 modèle. (sable tassé sur toute la hauteur du seuil).



16 - 2.- après passage de 50 m³/s pendant 1 h. (couche de sable de 5 cm d'épaisseur sur un lit de gravier de 4/15)

décollement n'avait pas lieu. Néanmoins, malgré l'indétermination dans laquelle on se trouve au sujet de la correspondance exacte hauteur-débit à l'aval, il est manifeste qu'à partir d'un certain débit le phénomène aura lieu et que les problèmes auxquels il donne lieu, en particulier au point de vue risques d'affouillements à l'aval (voir plus loin), se poseront plus ou moins rapidement.

II.- Essais d'affouillements :

Nous nous permettons à nouveau d'insister sur le fait qu'en ce qui concerne les affouillements nous ne sommes en mesure de fournir que des renseignements d'ordre qualitatif, la similitude absolue dans ce domaine n'étant pratiquement pas possible. Néanmoins on cherche à réaliser sur modèle des conditions plus défavorables que les conditions naturelles, en particulier au point de vue cohésion des matériaux, et l'on est en droit alors de prévoir les zones dans lesquelles il y a risque de creusement ou de remblaiement et quelle sera l'importance relative de ces phénomènes.

A).- Etude de la tenue des banquettes amont :

Comme nous l'avons dit (page 10) nous avons réalisé en sable tassé fortement les banquettes amont prévues au projet Administration et nous avons fait doucement monter le niveau afin de laisser dégager l'air inclus et de ne pas détruire le massif par un apport d'eau brutal, faussant les résultats de l'essai.

Un seul essai a pu être fait à 50 m³/s. En effet, devant le réchauffement du seuil dont les photos montrent l'importance, il ne s'aurait plus intéressant de poursuivre les essais dans ces conditions. Aussi avons nous continué les essais relatifs à l'étude des affouillements aval en revêtant la banquette d'une mince couche de ciment.

./.

Néanmoins cet essai apporte des enseignements et montre en particulier que si l'on tient à réaliser les banquettes prévues elles devront être soigneusement damées et encaillonnées en surface pour éviter leur désagrégation rapide. D'autre part, sur modèle, les débâissements étaient particulièrement importants au voisinage des coins formés par le seuil et les parois du canal où des courants ascendants plus violents peuvent prendre naissance. Dans la nature, l'ancrage des banquettes sur les berges devra être soigné bien que le drainage prévu dans la masse même du remblaiement et non réalisé sur modèle ait probablement une influence favorable sur ce phénomène.

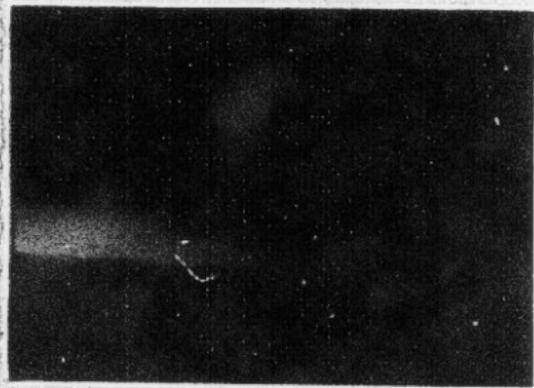
B).- Etude de l'affouillement aval :

Pour cette étude nous avons fait volontairement abstraction des gabions qui doivent se trouver à l'aval immédiat du coursier en béton sur une longueur de 20m., afin de se trouver dans des conditions plus défavorables sur modèle du point de vue affouillements. Ayant également en vue la suppression éventuelle de ces gabions par une forme de coursier adéquate prolongée, si nécessaire, de quelques mètres par une protection complémentaire, nous avons voulu en quelque sorte étalonner le profil du radier prévu au projet afin d'y rapporter les essais que nous ferons par la suite.

Nous avions commencé par disposer à l'aval du coursier de la pierre ponce en grains de 1 à 4 mm. Mais ce matériau particulièrement léger et sans aucune cohésion résistait mal au moindre tourbillon et était très rapidement entraîné à l'aval. Aussi pour avoir une consommation de matériau moindre nous sommes-nous contentés de sable d'usé arasé à l'aval à la cote 20.25 m., cote d'extrémité du coursier en béton.

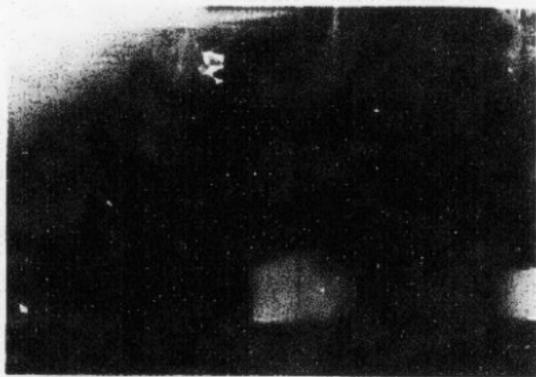
Pour exécuter ces essais nous avons procédé de façon aussi semblable

Etude de l'affouillement aval



15-26.- Etat initial.
(avant passage des crues)
sable d'aval arasé à la
cote 20,25

19- Passage de
Q= 17 m³/s
lit à sec à
l'aval.



que possible aux conditions naturelles. Pour les faibles débits en particulier, nous avons supposé le lit à sec ^{à l'aval} alors qu'un remplissage artificiel de la partie aval du canal était opéré lors d'essais à fort débit.

Nous pouvons classer les essais quant aux effets produits à l'aval en 3 catégories :

- faibles débits arrivant sur un lit à sec à l'aval (inférieurs à 50 m³/s),
- débits compris entre 50 & 600 m³/s environ,
- débits supérieurs à 600 m³/s/

1) Étude des affouillements aux faibles débits (lit à sec à l'aval en début d'expérience).-

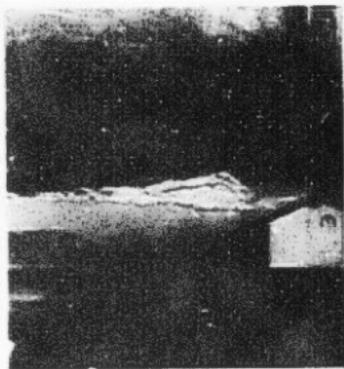
La lame d'eau épouse la forme du redan en extrémité du coursier et vient creuser le pied immédiat de ce dernier en le déchaussant. Le sable est repoussé à l'aval et forme un talus à forte pente amont. Au fur et à mesure de l'augmentation du débit ce creusement augmente engraisant l'aval tant le talus aval.

Si le débit se stabilise à une faible valeur (les photos jointes sont faites pour 17,5 m³/s) une forme d'équilibre s'établit, le radier restant déchaussé.

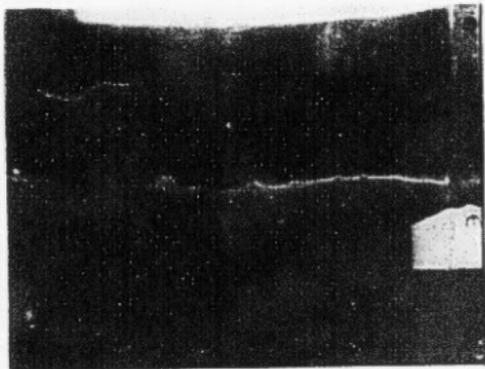
Ce cas est donc en principe défavorable puisqu'il conduit à un déchaussement du radier mais nous pensons néanmoins que ce creusement restera assez faible pour ne pas influencer sur la stabilité d'ensemble de l'ouvrage.

2) Affouillements pour les débits compris entre 50 & 600 m³/s :

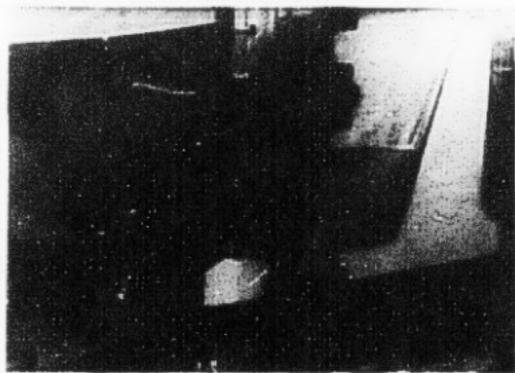
Dès que le débit atteint 50 m³/s et si l'on maintient à l'aval le niveau correspondant à ce débit, du sable est ramené de l'aval par un



19- 4

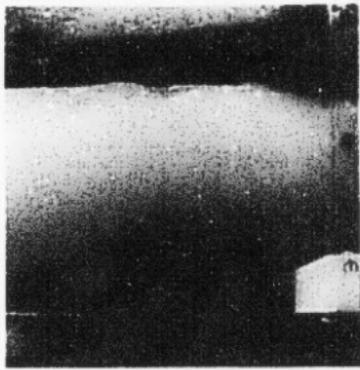
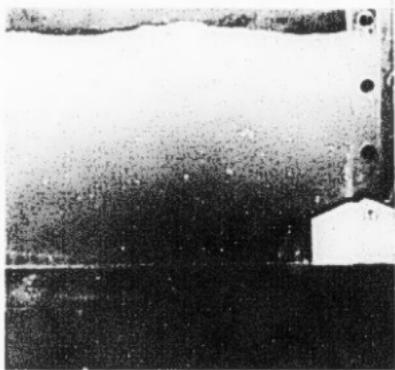


19 - 6



16 -32 .- Passage de 50 m³/s sur le seuil .-

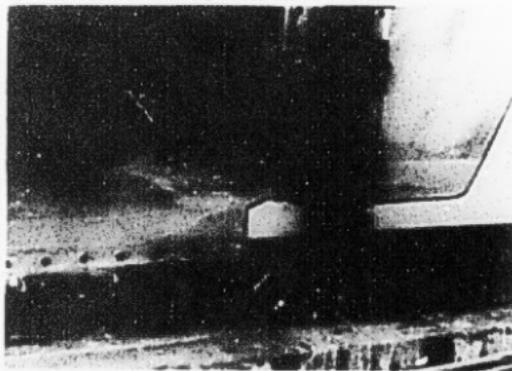
Etude de l'Affouillement aval



19-11-

Evolution du phénomène pour Q croissant de 17.5 à 40 m³/s

19-12



16-27

AVAL du coursier après passage de 50 m³/s pendant 1 h modèle.



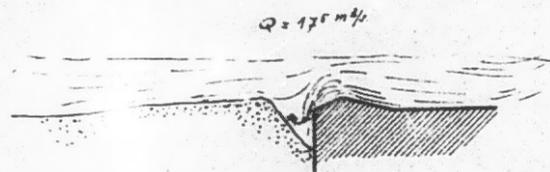
16-29

BARRAGE SUR L'OUED-ER-REBIA

Allure des affouillements en fonction des différents débits

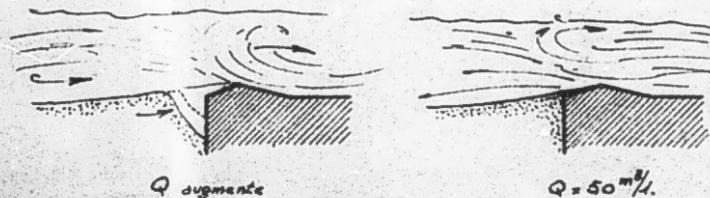
1°

$$Q < 50 \text{ m}^3/\text{s}$$



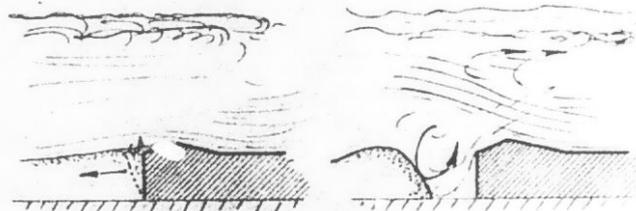
2°

$$Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$



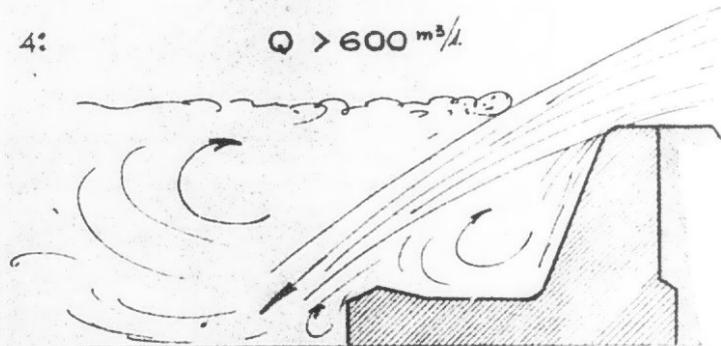
3°

$$50 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 600 \text{ m}^3/\text{s}$$



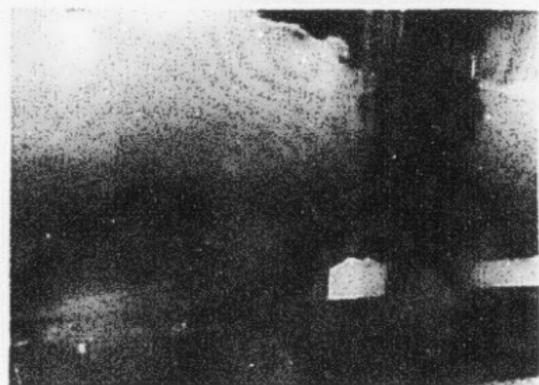
4°

$$Q > 600 \text{ m}^3/\text{s}$$

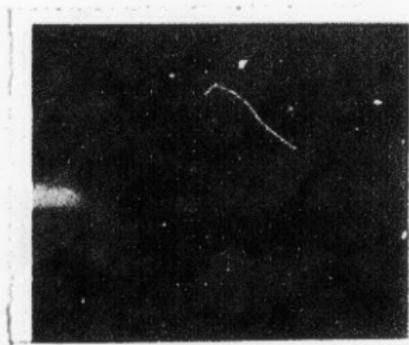


Etude de l'affouillement aval

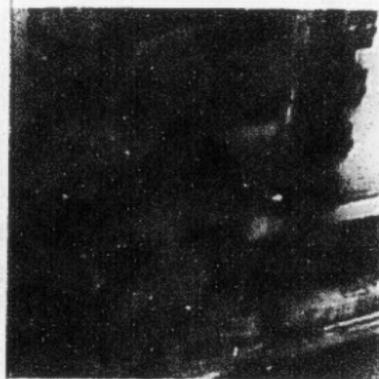
$Q = 250 \text{ m}^3/\text{sec.}$



16-33.-



17-1.-

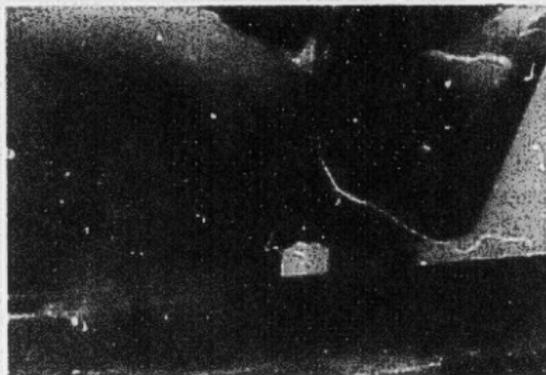


17-2.-

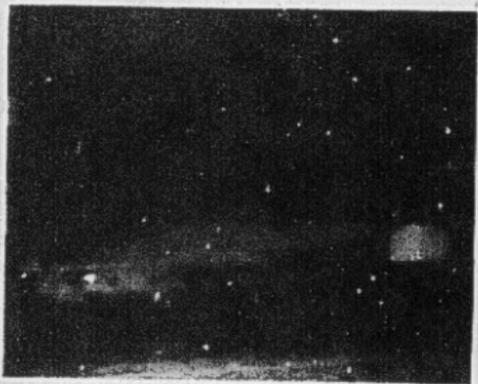
Vues de l'affouillement aval.

Etude de l'affouillement aval

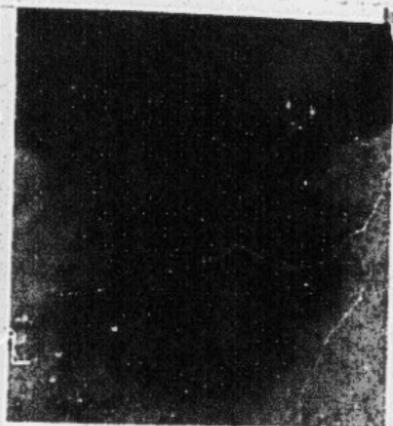
Q = 400 m³/s



17-4.-



17-5



17-7

Vue de l'affouillement aval

rouleau tourbillonnaire et engraine progressivement le talus formé précédemment. Ce dernier progresse vers l'amont jusqu'à atteindre l'extrémité du coursier et le remblaiement à lieu jusqu'à la crête du redan, du sable recouvrant même la partie aval de ce dernier. Ceci s'explique par le fait que la lame décollant au crête du redan, le rouleau d'eau tourbillonnaire peut alors apporter du sable de l'aval vers l'amont jusque sur la partie aval du redan, zone qui n'est pas balayée par la veine fluide.

Les photos jointes ainsi que le croquis illustrent la progression du phénomène.

Si l'on fait encore croître le débit en maintenant les conditions aval convenables, il y a toujours apport de sable de l'aval vers l'amont mais le pied immédiat du radier tend petit à petit à être déchaussé. Si l'on veut simplifier le phénomène on peut dire que la progression du talus de sable est l'inverse de ci-dessus et que ce dernier a de plus en plus tendance à être repoussé vers l'aval.

Les photos prises à divers débits montrent la progression du phénomène. On remarque qu'à 570 m³/s le pied du radier est entièrement déchaussé mais que néanmoins il reste un massif de sable quelque peu à l'aval.

Ceci tient probablement au fait que nous de dispositions sur modèle qui que d'une tranche affouillable de 0,13m (1m,3 nature). Si le fond du canal avait été plus bas, ménageant plusieurs décimètres de matériau affouillable on aurait observé un creusement au pied du radier peut-être de l'ordre de 20 ou 25 cm. Ce que l'on observe sur la photo n'est donc probablement qu'une vue fragmentaire de l'affouillement, occupé par un plan horizontal matérialisé par le fond du canal à la cote 19 environ (cette explication n'est qu'une première approximation car le fond solide du canal modifie l'allure des tourbillons dans la zone comprise entre le paraffou

lle
./.

Etude de l'affouillement aval

Q = 570 m³/sec.



17 - 19.- Le pied du coursier est entièrement déchaussé. (on aperçoit les tubes de caoutchouc liant les prises de pression du parement aval aux tubes de mesure).

aval, le fond du canal et le massif de sable à l'aval, et réagit d'autant sur le comportement du matériau affouillable).

3) Débits supér. jusq. à 600 m³/s. :

Dès l'amorce du décollement de la veine fluide du seuil, le point d'impact de cette dernière se trouve en dehors du courcier et il est évident qu'à partir de ce moment le réchauffement du radier ne peut que s'accroître à grande vitesse. Il n'est évidemment pas possible de fixer l'importance des creusements mais on se doute de celle-ci quand on considère d'une part les vitesses de la veine fluide, d'autre part la nature alluvionnaire du fond et enfin l'orientation de la veine fluide par rapport à l'horizontale, orientation favorable à l'érosion.

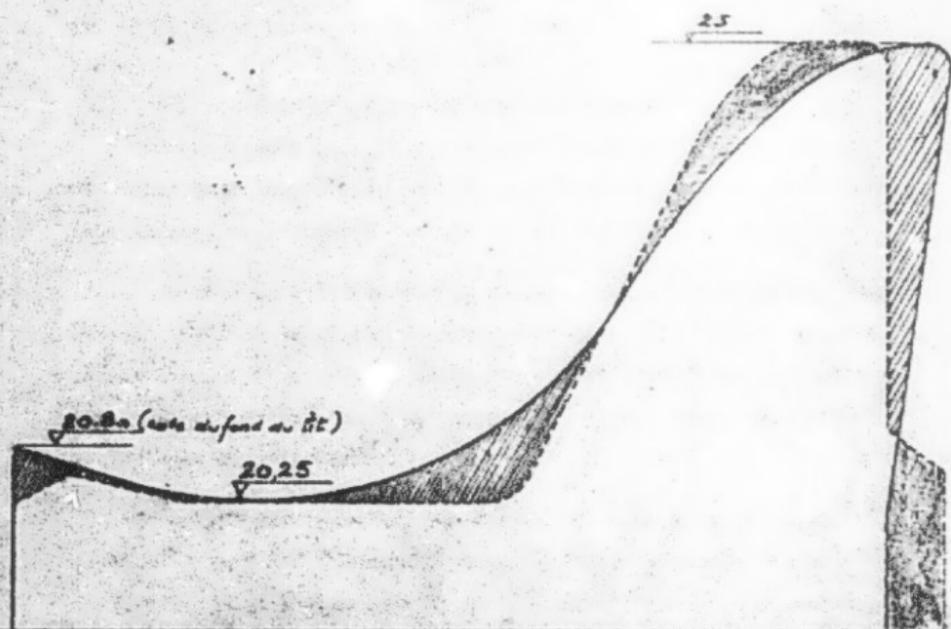
oOo

BARRAGE SUR L'OUED-ER-REBIA

AVANT-PROJET DU PROFIL
A SOUMETTRE AUX ESSAIS

Echelle : $\frac{1}{50}$

----- Seuil prévu au projet
———— Seuil à soumettre aux essais



CHAPITRE IV... CONCLUSION - PROGRAMME DE RECHERCHES.

Nous pensons, par les diverses séries d'essais effectués, avoir attiré l'attention des Ingénieurs de l'Administration sur quelques points principaux concernant l'étude de ce seuil déversant.

- la valeur des dépressions à craindre le long du parement aval, dont il faut tenir compte du point de vue de la tenue du béton (on mit en effet qu'une irrégularité locale dans la réalisation d'une paroi en béton soumise au passage d'un fluide à grande vitesse peut donner naissance au phénomène de cavitation locale entraînant la désagrégation rapide du béton. Ce phénomène est d'autant plus vite atteint que la pression absolue qui règne en ce point est faible) et éventuellement de la stabilité de l'ouvrage.

- les risques d'affouillement aval que présente le profil actuel surtout au delà de 600 m³/s, car l'on peut admettre que le déchaussement du radier pour les faibles débits (inférieurs à 50 m³/s) étant faible, la stabilité de l'ouvrage aux faibles débits n'est pas menacée.

Nous nous permettons donc de suggérer une modification de forme du parement aval et de la cuvette de restitution qui, tout en diminuant les dépressions, évitera tout au moins repoussera au delà de 1000 m³/s les risques d'affouillement, sans apporter pour cela des complications de Génie Civil supplémentaires.

Le profil sur lequel s'orienteront les essais futurs serait du type de celui figuré sur le croquis joint, inspiré du seuil Creager avec cuvette courviligne et à contre-pente (nous avons vérifié sommairement la stabilité du profil proposé). On peut évidemment objecter à ce profil qu'il aura un coefficient de débit inférieur au précédent et que la cuvette aval s'envasera.

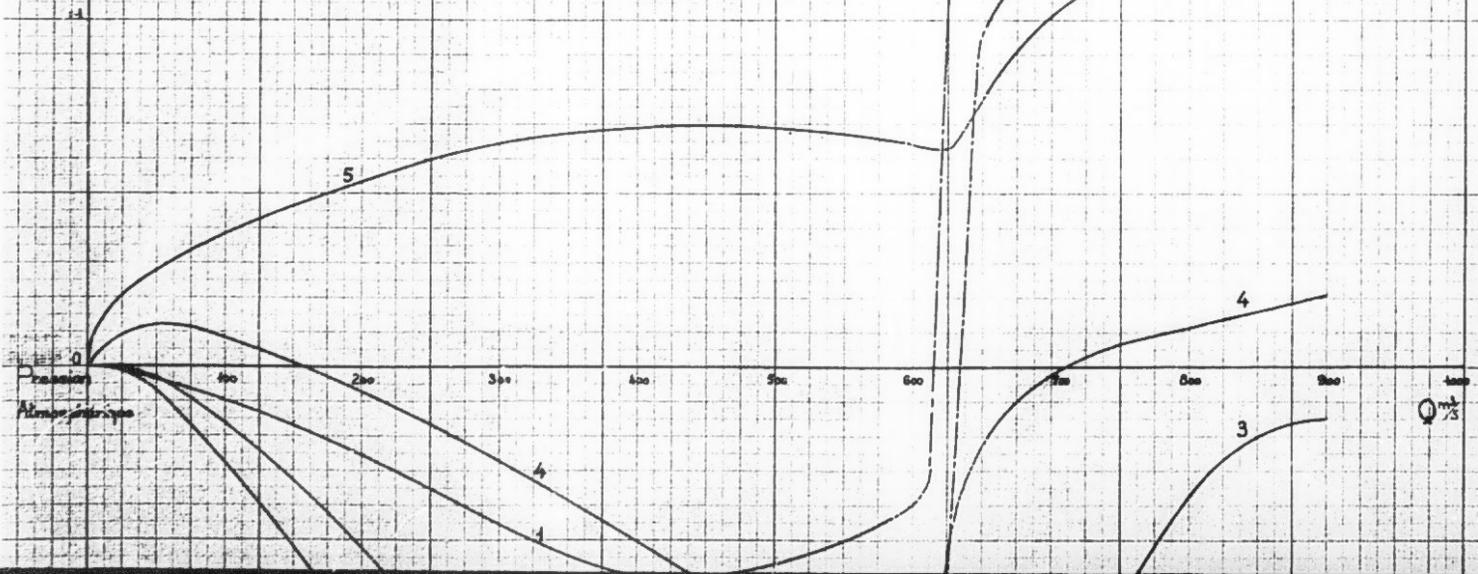
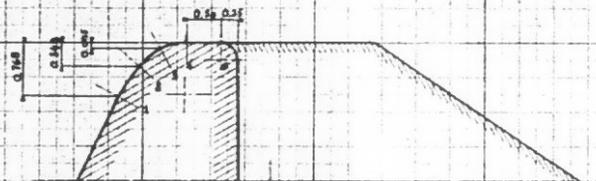
Nous répondrons à cela, d'une part qu'en se moque un peu de la valeur du coefficient de débit, n'étant pas dans le cas présent à quelques centimètres près sur la valeur du plan d'eau amont, d'autre part que le dévasement de la cuvette s'opérera certainement dès le passage de la moindre crue, ce qui, d'ailleurs pourra se vérifier sur modèle.

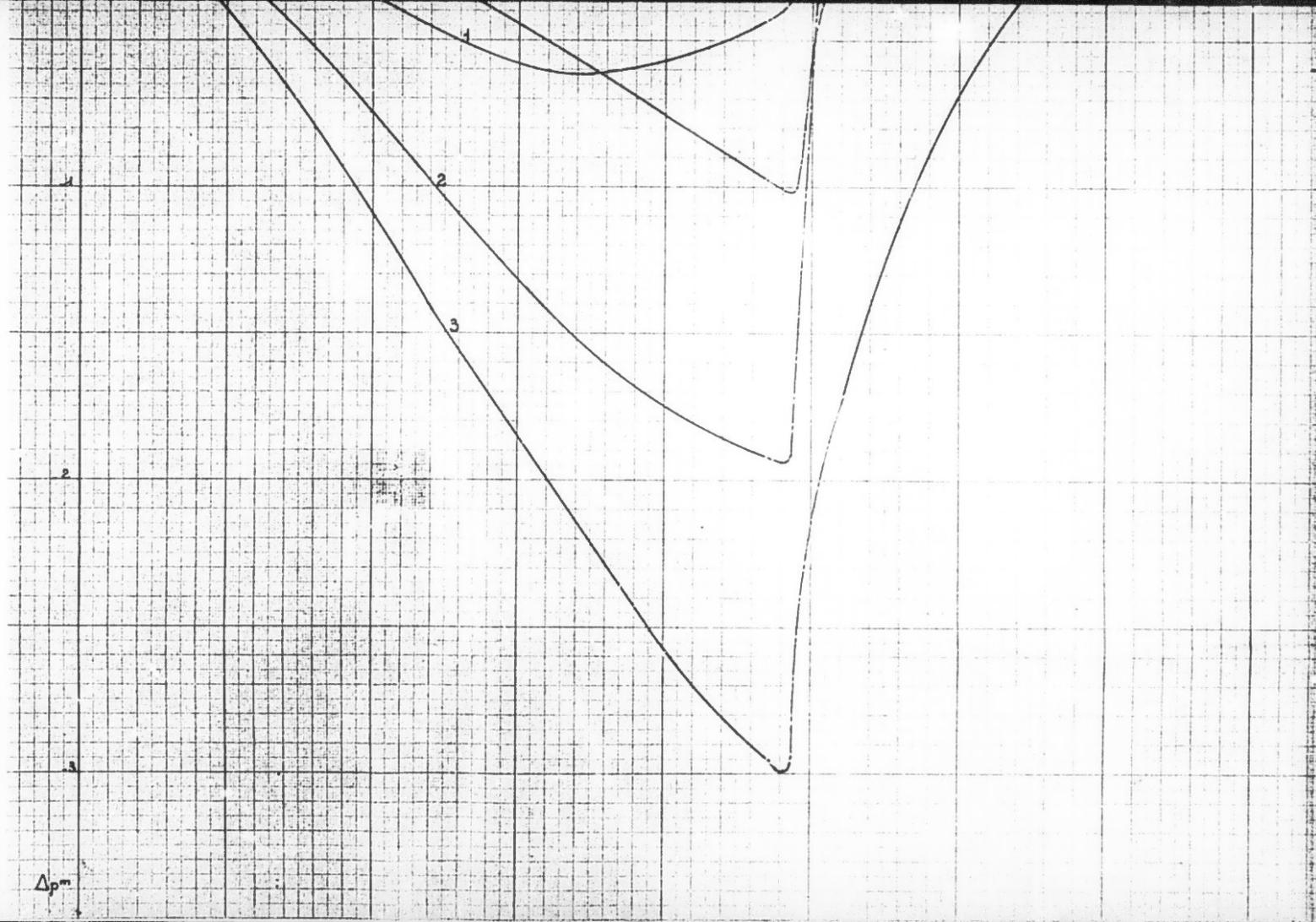
47

Barrage sur l'Oued Er Rébia

Courbes des pressions le long du
parement aval

Seuil avec remblaiement



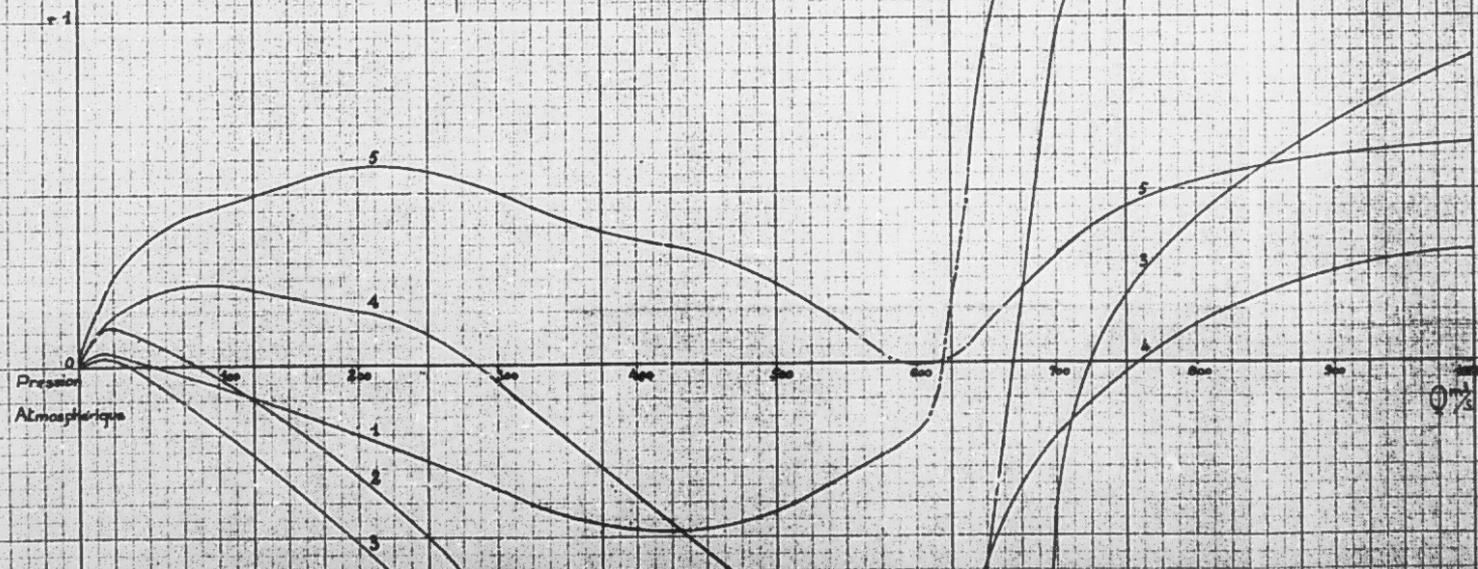
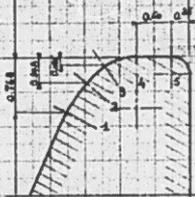


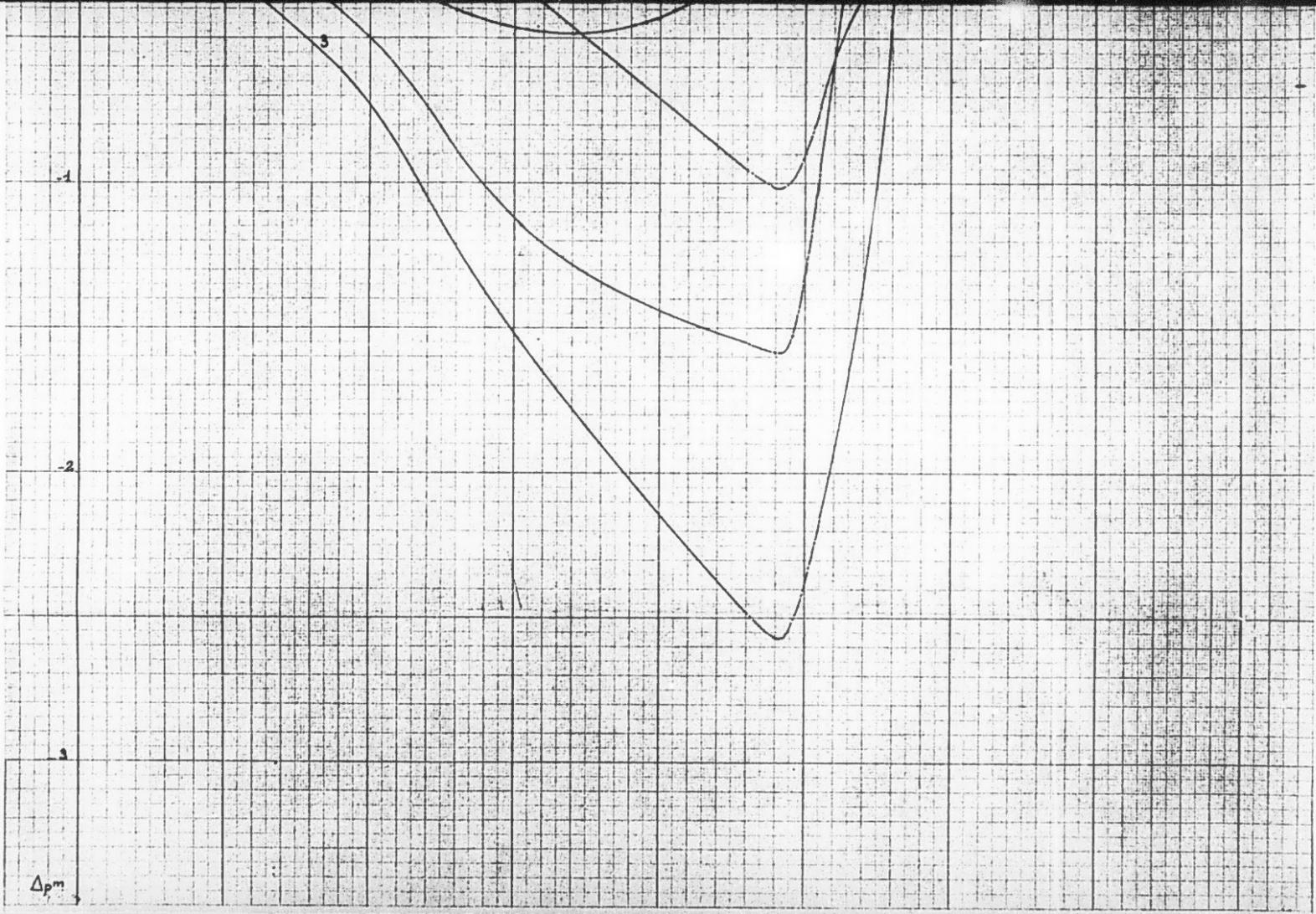
Δp

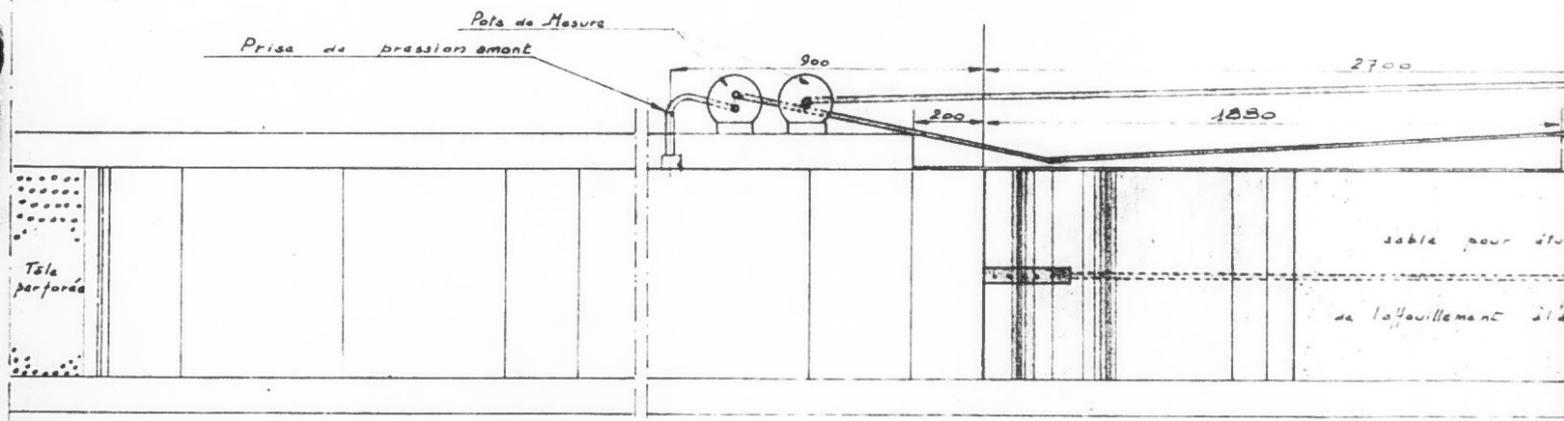
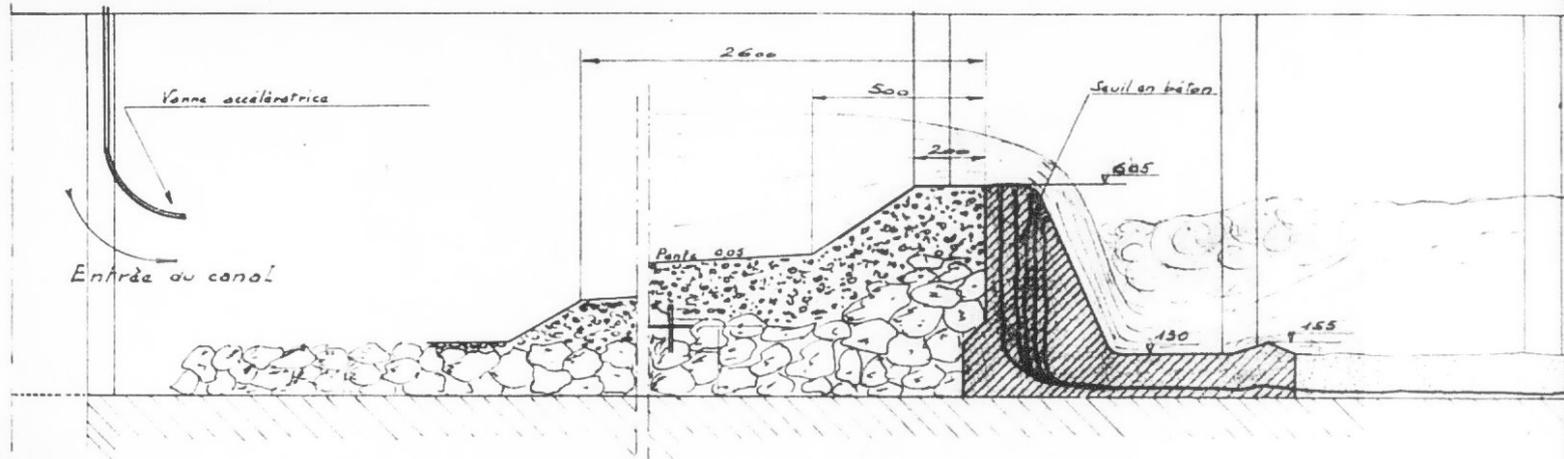
Barrage sur l'Oued Er Rébia

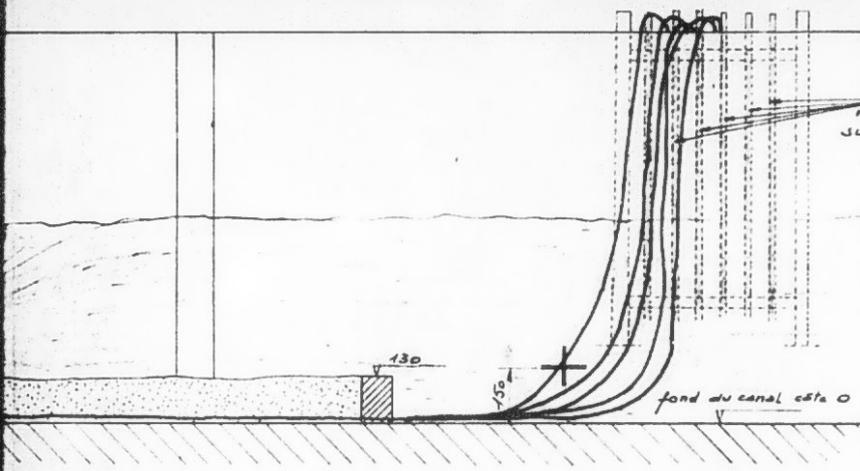
Courbes des pressions le long du parament Aval

Seuil sans remblaiement

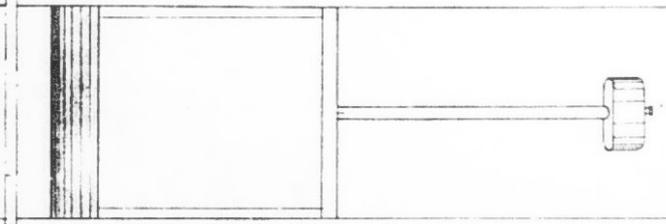
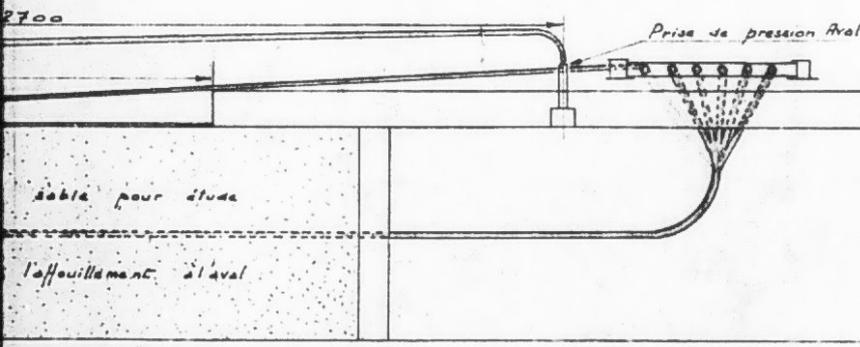
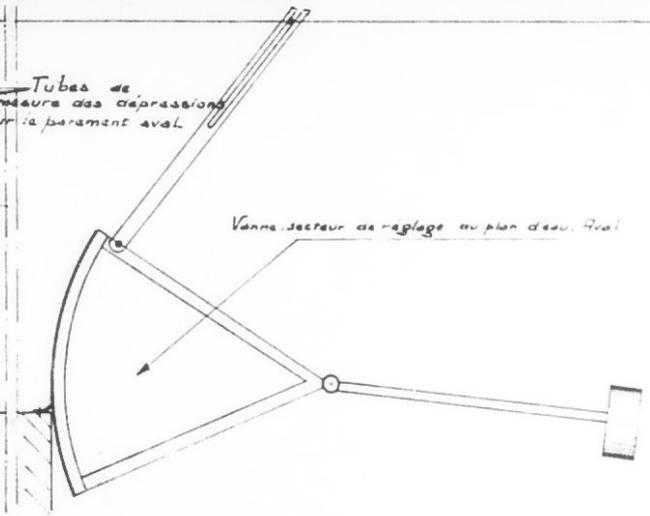








Tubes de mesure des dépressions sur le parament aval



BARRAGE SUR
L'OUED ER-REBIA

PLAN D'INSTALLATION

Echelle $\frac{1}{10^2}$

FIN

.. **48** ..

VUES