

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Guide de dimensionnement d'un barrage déversoir.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : P 627.88 MIH

APA Citation (توثيق APA):

Mihoubi, Mustapha Kamel (1999). Guide de dimensionnement d'un barrage déversoir [polycopie pédagogique]. ENSH.

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم لإنتاج لأساتذة باحثي المدرسة

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (طروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب...) بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا .

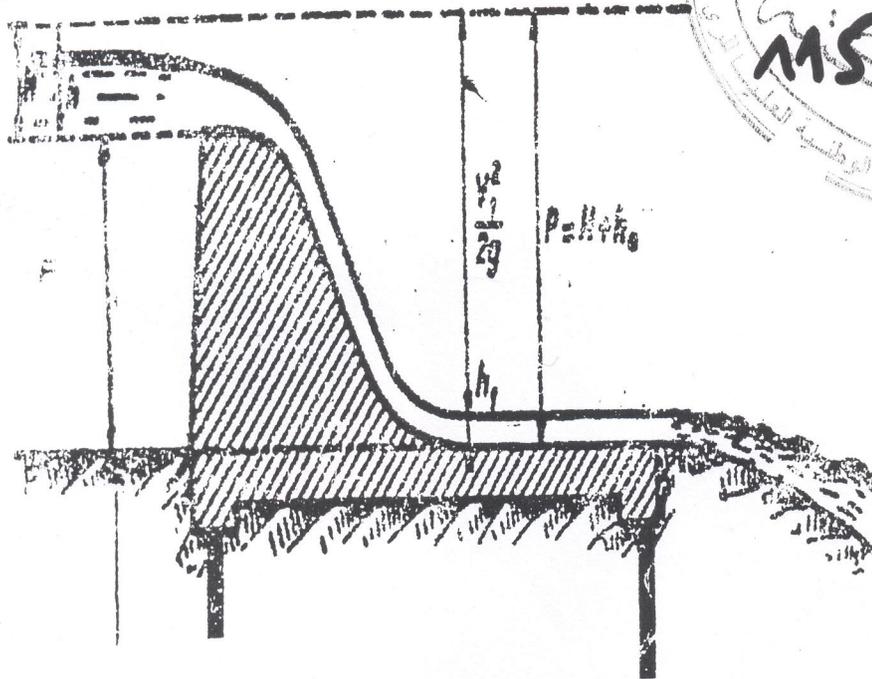
كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE L'HYDRAULIQUE

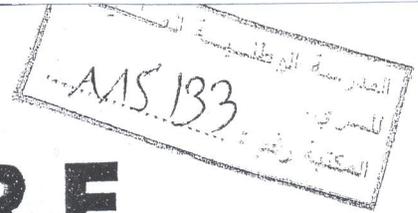
GUIDE DE DIMENSIONNEMENT D'UN BARRAGE DEVERSOIR

(Cas d'une fondation non rocheuse)



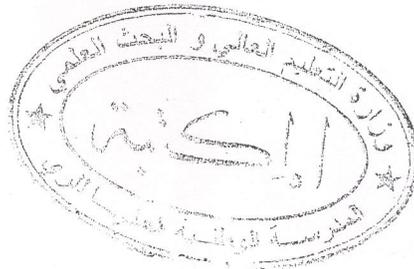
Par : M.K. MIHOUBI (Chargé de Cours)

EDITION : ENSH , JANVIER 1999



SOMMAIRE

	<i>Page</i>
• Avant Propos	1
• PARTIE I	
* <i>Eléments de conception du radier d'un barrage déversoir</i>	2
• PARTIE II	
* <i>Calcul de stabilité au glissement et au renversement</i>	11
• Annexes :	
* <i>Schémas des contours souterrain pour des argileux</i>	14
* <i>Profil type WES et V. CREAGER & A. OFTSEROV</i>	16
* <i>Schémas du bassin d'amortissement (de dissipation)</i>	17
* <i>Abaque de calcul du bassin d'amortissement selon</i>	18
<i>la méthode U.S.B.R</i>	19
* <i>Vue en plan d'un barrage déversoir</i>	20



AVANT-PROPOS

Cet ouvrage vient s'ajouter aux ouvrages existants à la bibliothèque de l'école comme étant une nouvelle édition. Le support est riche de nouveautés que ce soit, sur l'aspect technique et méthodologique.

Ce manuel peut être utilisé comme un support pratique pour le dimensionnement d'un barrage déversoir sur une fondation non rocheuse. Permettant aux élèves ingénieurs de la quatrième année de suivre la démarche de conception de ce type d'ouvrage hydrotechnique.

Dans ce présent guide nous avons voulu donner des connaissances dans un langage clair, sans complication afin de permettre une assimilation convenable et rapide.

L'auteur.

PARTIE :I**ELEMENTS DE CONCEPTION D'UN BARRAGE DEVERSOIR**INTRODUCTION :

Les barrages sont d'une importance économique primordiale, caractérisés par leurs coûts très élevés de réalisation. Ce sont des ouvrages hydrotechniques qui peuvent provoquer des dégâts considérables en vie humaine et matérielle, en cas d'un accident provoquant une rupture de l'ouvrage. Ce ci incite les ingénieurs hydrotechniciens concepteurs d'épargner toutes les possibilités d'erreurs ou d'une imperfection possible de dysfonctionnement lors de l'établissement et l'élaboration des études de faisabilité. Où ils doivent prendre, en compte l'ensemble des paramètres intrinsèques qui rentrent en jeu.

I. But :

Les barrages déversoirs font parties de la classe des barrages type fixe rigide, destinés pour la régularisation et la dérivation des eaux des cours d'eau.

Dans ce travail nous allons entamer le dimensionnement d'un barrage déversoir sur une fondation **non rocheuses**.

II. Dimensionnement des Principaux éléments l'ouvrage :II.1- Dimensionnement de l'avant radier :

On détermine les dimensions de l'avant radier conformément aux schémas en fonction du type de sol de fondation (Annexe n°1). Il est à noter que les autres éléments du radier doivent être dimensionnés de la même façon que précédemment

II.2- Choix du débit :

Selon le mode d'exploitation des barrages déversoirs on peut préalablement fixer l'intervalle de valeurs des débits unitaires qui varient généralement de 10 à 30 m³/s. ml.

- Pour des sols argileux : $q' = (15 - 30) \text{ m}^3/\text{s.ml.}$
- Pour des sols sableux : $q' = (10 - 20) \text{ m}^3/\text{s.ml.}$ (1)

Dans certaines cas, ces fourchettes de débit peut être largement dépassées.

II.3 - Longueur de front déversant

Sachant le débit unitaire "q", on détermine la longueur "B" du front déversant de l'égalité suivante :

$$B = \frac{Q_{\max}}{q'} \quad (2)$$

où : Q_{\max} : le débit total à évacuer est exprimé en m³/s.

II.4 - Nombre de pertuis :

On détermine le nombre "n" des pertuis et la largeur "b_p" des pertuis d'évacuation suivant des dimensions standardisées des vannes existantes sur le marché :

$b_p = (8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, \dots \text{etc.})$ de façon à vérifier l'égalité suivante :

$$n \cdot b_p \approx B' \quad (3)$$

On doit par la suite, choisir le type de décomposition du barrage en section, en fonction des dimensions des pertuis et des caractéristiques des sols de fondation (voir fig. n°1). IL est nécessaire, ensuite de corriger et de recalculer respectivement la longueur déversante et le débit unitaire.

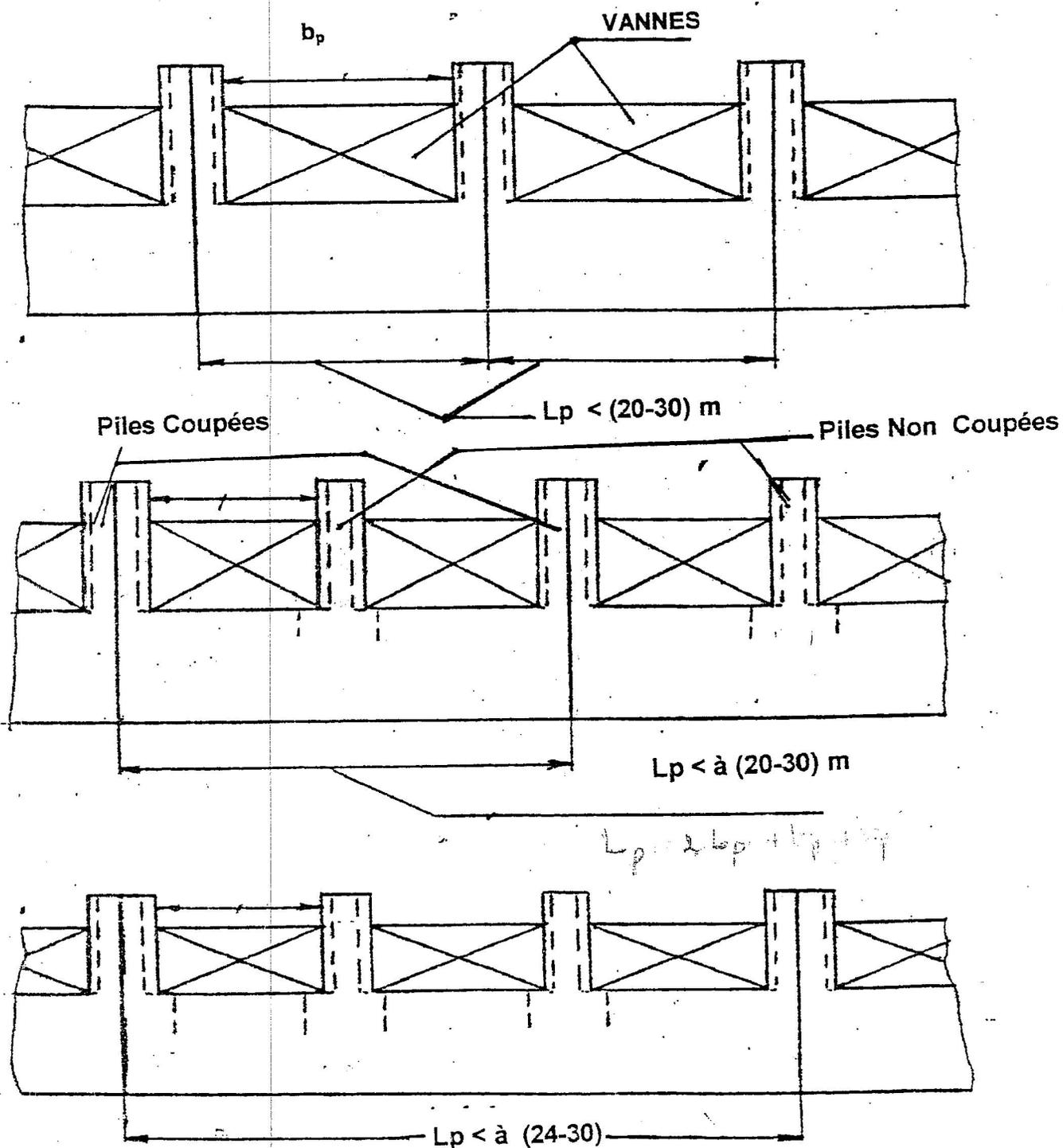


Figure n°1 : Schéma des principales décompositions de la largeur déversante du barrage déversoir

II.4- Détermination de la charge déversante " H_0 "

On fixe au préalable, la valeur du coefficient de débit, en prévoyant un seuil à paroi mince et profil de type GREAGER – OFITSEROV (voir annexe n°2). Pour un écoulement à surface par-dessus un déversoir le débit est exprimé par :

$$Q_{max} = \varepsilon \sigma_n m' n b_p \sqrt{2g} H_{o1}^{3/2} \quad (4)$$

Où :

- ε : Coefficient de contraction latérale ;
- σ_n : Coefficient de submersion du déversoir.
- m : Coefficient de débit

On prend : $m = 0,49$; $\sigma_n = \varepsilon = 1$.

A partir de la relation (4) on détermine la charge déversante, puis on corrige les coefficients de contraction, submersion et de débit.

- Le coefficient de débit est exprimé par : (cas d'un seuil muni d'une arrête horizontale).

$$m = 0,36 + 0,1 \frac{2,5 \frac{s}{H}}{1 + \frac{2s}{H}} ; \quad S = \frac{1}{10} b_p \quad (5)$$

s : largeur de l'arrêt sur le seuil du déversoir ; approximativement est égale au dixième de la largeur d'un pertuis (voir fig. n°2).

- Pour un profil représentatif, il est judicieux d'abord de calculer le coefficient de débit représentatif dans le cas où : $\frac{H_0}{P} < 6,5$ & $H_0 > 1$

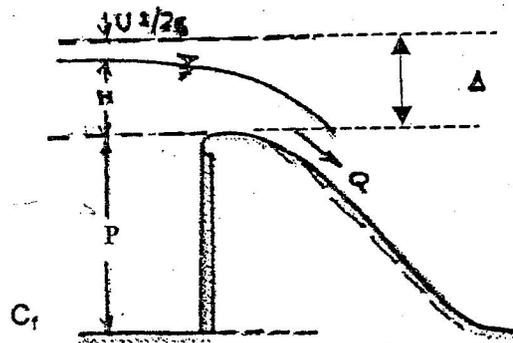


figure. n°2 : Coupe d'un seuil déversant

$$H = H_{o1} - \alpha \frac{v^2}{2g}$$

α : coefficient de non-répartition des vitesses.

H : étant la charge sur le seuil du déversoir en m ; où on peut prendre $H = H_{o1}$.

IL faut tenir compte des limites d'application de la formule (5). $0,3 < \frac{s}{H_0} < 2$ et $\frac{P}{H_0} > 0,5$.

AVANT-PROPOS

Cet ouvrage vient s'ajouter aux ouvrages existants à la bibliothèque de l'école comme étant une nouvelle édition. Le support est riche de nouveautés que ce soit, sur l'aspect technique et méthodologique.

Ce manuel peut être utilisé comme un support pratique pour le dimensionnement d'un barrage déversoir sur une fondation non rocheuse. Permettant aux élèves ingénieurs de la quatrième année de suivre la démarche de conception de ce type d'ouvrage hydrotechnique.

Dans ce présent guide nous avons voulu donner des connaissances dans un langage clair, sans complication afin de permettre une assimilation convenable et rapide.

L'auteur.

Où :

P : étant la hauteur du seuil ou dite hauteur de pelle exprimée en (m).

$$P = \sqrt[3]{N.M.R} - H - \psi C_r \quad (6)$$

Le coefficient ε est déterminé à l'aide de l'égalité suivante :

$$\varepsilon = 1 - a \frac{H}{b_p + H} \quad (7)$$

où :

a : Coefficient tenant compte de la forme de la partie d'entrée des piles (voir [1,2]).

Le coefficient de submersion dépend du rapport $\frac{\Delta}{H}$ (figure. n°3).

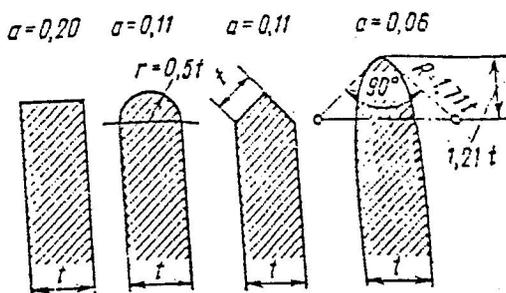


Figure n°3

Prendre $H = H_o = H_{o1}$ d'où $\sqrt[3]{C_s} = \sqrt[3]{N.M.R} - H$

$$\Delta = \sqrt[3]{N.M.R} - H - \psi C_s$$

$\frac{\Delta}{H}$	σ_n	$\frac{\Delta}{H}$	σ_n
<0	1	0.75	0.850
0.20	0.996	0.80	0.800
0.30	0.990	0.85	0.700
0.40	0.980	0.90	0.590
0.60	0.970	0.95	0.410
0.70	0.93	1.0	0

Si $\Delta < 0$; le écoulement est dénoyé.

Après avoir déterminé plus exactement les coefficients de débit et de submersion et de contraction latérale ; on calcul la charge exacte H_o au-dessus du déversoir :

$$Q_{max} = \varepsilon \sigma_n m' n b_p \sqrt{2g} H_o^{3/2} \quad (8)$$

$$\text{d'où la charge } H \text{ d'après l'égalité : } H = H_o - \frac{v^2}{2g} \quad (9)$$

où :

v : vitesse d'approche en m/s ; qu'on détermine selon l'expression suivante :

$$v = \frac{Q}{(n b_p + \sum t_p) H_o} \quad (10)$$

Σt_p : Somme des épaisseurs des piles (coupées et non coupées).

- Pour des piles coupées : $t_p = 2(1/8 - 1/10) b_p + (0,5 - 1,5) m$.
- Pour des piles non coupées : $t_p = 2(1/8 - 1/10) b_p + (1 - 3) m$.

Après l'obtention de H on établit la côte du seuil du déversoir :

$$\sqrt{C_s} = \sqrt{N.M.R} - H \quad (12)$$

• Nous devons par la suite déterminer la hauteur de pelle et le rayon de la doucine (rayon de raccordement) qui se raccorde au bassin de dissipation dont la cote du radier sera calculée ultérieurement. le rayon est donnée par l'expression suivante :

P (m)	Charge H = $\sqrt{N.M.R} - \sqrt{N.N.R}$ (m)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	3.0	4.2	5.4	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6
20	4.0	6.0	7.8	8.9	10.0	12.2	13.3	13.3	14.3
30	4.5	7.5	9.7	11.0	12.4	13.5	14.7	15.8	16.8
40	4.7	8.4	11.0	13.0	14.5	15.8	17.0	18.0	19.0
50	4.8	8.8	12.2	14.5	16.5	18.0	19.2	20.3	21.3
60	4.9	8.9	13.0	15.5	18.0	20.0	21.2	22.2	23.2

Si $P < 10 \Rightarrow R = 0,5 P \quad (13)$

II.5 - Tracé du Profil du Déversoir :

La forme d'un barrage - déversoir est en générale exprimée par la géométrie de la ligne inférieure de la nappe libre qui se manifeste dans un déversoir à paroi mince [1,2]. Plusieurs profils ont été développés par les chercheurs notamment SCIMENI, GREAGER et OFETESEROV qui ont donné l'équation du profil du déversoir (voir Annexe n°2) :

$$\frac{X}{H} = 0,50 \left(\frac{X}{H}\right)^{1,85} \text{ où } \frac{X}{H} = \frac{Y}{H} = \frac{X}{H} = 0,47 \left(\frac{X}{H}\right)^{1,80} \quad (14)$$

• Notons que le coefficient de débit pour ces deux profils est compris entre : $0,45 < m < 0,50$

• Un profil standard a été développé aux Etats Unis par le "Water Experiment Station" (W.E.S) pour un parement amont vertical (voir annexe n°2).

• Pour le dimensionnement d'un barrage déversoir a parement amont vertical. tel profil, on suppose un débit Q^* de dimensionnement correspondant à une hauteur H^* . Si le débit Q , effectif varie, les causes suivantes peuvent résulter :

Si $H < H^* \Rightarrow P > P_{at}$: la nappe inférieure est plus courbée et une surpression peut se produire sur le dos du déversoir.

Si $H > H^* \Rightarrow P < P_{at}$: la nappe inférieure est moins courbée et une séparation de l'écoulement sur le dos du déversoir est possible et une sous pression se manifeste "phénomène de cavitation".

II.6- Ouvrages de Raccordements du Bief Aval :

II.6.1- Bassin de dissipation : C'est un dispositif destiné à :

- Dissiper l'énergie due au déversement.
- Supporter les actions hydrodynamiques.
- Amélioration partielle de la répartition des vitesses et des débits.
- Assurer la submersion du ressaut hydraulique.

II.6.2 – Calcul des paramètres du bassin de dissipation :

Ils sont déterminés en passant par les étapes suivantes :

- Tout d'abord, il faut établir le type de ressaut.
- Calculer les hauteurs conjuguées h' et h'' , ainsi que la longueur du ressaut.
- Calculer et choisir le type de dissipateur d'énergie.

Ils existent plusieurs méthodes de résolution pour déterminer les hauteurs conjuguées, ces dernières donnent par leurs différences l'encadrement du ressaut qui se produit souvent si un écoulement passe brusquement du régime sur critique (torrentiel), au régime fluvial sous critique (fluvial), provoquant ainsi une dissipation d'énergie mécanique très importante ; se présentant sous forme d'une barre d'écume déferlante en rouleaux.

Etant donné, que la méthode analytique est très fastidieuse, car il s'agit de résoudre une équation du troisième degré. Nous allons recourir à l'utilisation d'une méthode tabulaire d'AGROSKYNE [3], pour déterminer les hauteurs conjuguées.

1/- Calcul la fonction Auxiliaire :

$$\Phi = \frac{q}{\varphi E_o^{3/2}} \quad (\text{utilisation du tableau n}^\circ 1) \quad (15)$$

où

φ : coefficient de répartition des vitesses ; $\varphi = 0,95$ (cas d'un barrage déversoir).

$$E_o = E + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (16)$$

Où :

$$E = P + H + \alpha \frac{V^2}{2g} + d \quad (17)$$

- V : Vitesse d'approche
- d : marge de sécurité (0.5- 1) m.

2/- Détermination des valeurs de τ_c' et τ_c'' pour la fonction auxiliaire correspondante.

3 /- Calcul des hauteurs conjuguées.

$$h'_c = \tau_c' E_o \quad \text{et} \quad h''_c = \tau_c'' E_o \quad (18)$$

après avoir déterminé les profondeurs conjuguées, on compare la seconde hauteur par rapport au tirant d'eau aval " h_{av} " pour contrôler le positionnement du ressaut hydraulique.

Si $h_{av} > h''_c$: le ressaut est noyé, seul un radier suffit pour dissiper l'énergie induite par le changement de régime d'écoulement.

- Si $h_{av} \leq h''_c$: le ressaut est dénoyé (éloigné) d'où on doit recourir à un dimensionnement d'un bassin de dissipation (voir figure n°3).

- Calcul de $\Delta Z = \frac{q^2}{2 g \varphi^2 h_{av}^2}$.

- Profondeur du bassin : $d_1 = \sigma h''_c - (h_{av} + \Delta Z)$ avec : $E'_o = E_o + d_1$
 σ : coefficient de réserve (1,05 - 1,10).

On vérifie avec la nouvelle profondeur s'il y a lieu d'apparition du ressaut, pour cela on calcule $E'_o = E_o + d_1$ et détermine la fonction auxiliaire $\Phi(\tau_c)$ pour procéder ensuite à la vérification de la condition précédente, c'est à dire : $\sigma h''_c < h_{av}$.

Dans le cas, où la condition citée au par avant n'est pas vérifiée, on continue la démarche de calcul.

$$d_2 = \sigma h''_c - (h_{av} + \Delta Z) \text{ d'où : } E'_o = E_o + d_2 = P + H + d_2 + \alpha \frac{V^2}{2g}$$

On continue les calculs jusqu'à la convergence, c'est à dire :

$$d_n \cong d_{n-1} \quad (19)$$

où

- d_n : profondeur correspondante du bassin de dissipation.

Le choix du type de dissipateur dépend du type de ressaut c'est à dire suivant les valeurs du nombre de Froude. On peut citer les dissipateur type USBER préconisé par 'Design of Small Dams' (voir Annexe n°4 et 5).

II.6.3- Calcul de la longueur du bassin de dissipation : elle est souvent donnée par des expressions empiriques ; pour un canal rectangulaire : $L_{bas} = (0,8 - 1,25) L_{RH}$

L_{RH} : longueur du ressaut hydraulique.

- $5 < \frac{L_{RH}}{(h_2 - h_1)} < 7$.
- Selon BAKHMETEFF, la longueur du ressaut $L_{RH} = 6 (h''_c - h'_c)$; ou $L_{RH} = 6,1 h''_c$ (20)

II.6.4- Calcul de l'épaisseur du bassin de dissipation :

$$T_{bas} = \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{10} \right) L_{bas} ; \text{ pour un bassin en béton armé.} \quad (21)$$

$$T_{bas} = \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{7} \right) L_{bas} ; \text{ pour un bassin en béton.}$$

- Pour s'assurer de la stabilité au soulèvement, il faut vérifier que : $t_{bas} \leq 0,40 h''_c$.

II.6.5- Calcul de la risberme :

La longueur de la risberme est déterminée en fonction du tirant d'eau critique :
 $L_{ris} = 8 h_{cr}$ avec

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{q_{ris}^2}{g}} \quad (22)$$

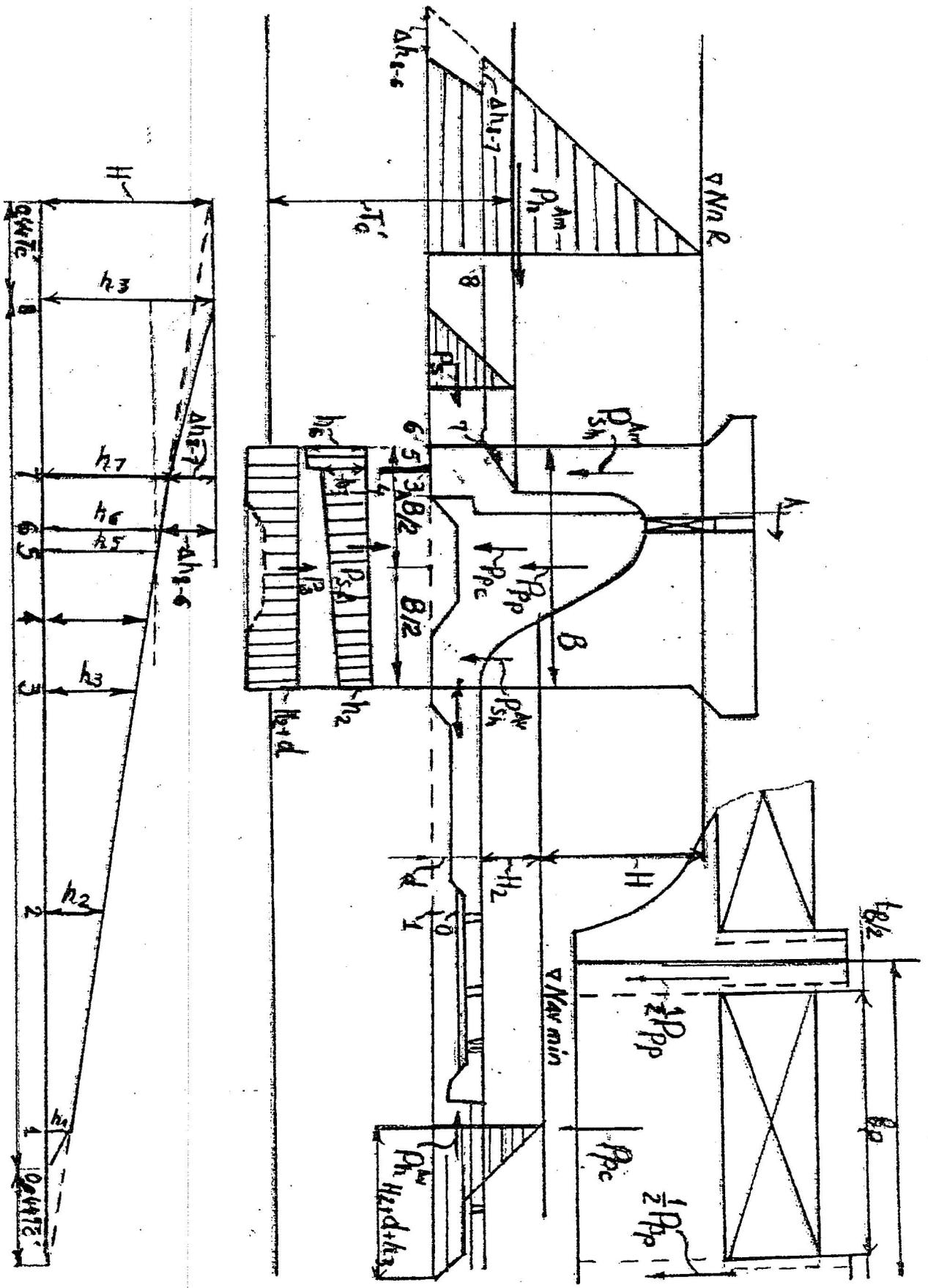


Figure n°3 : Schéma de calcul du barrage déversoir

La longueur des dalles de béton vaut : $b = \frac{L_{ris}}{3}$. (23)

II.6.6- Calcul de l'épaisseur de la risberme

$t_{ris} = (1/6 - 1/7) b$ pour des dalles en béton
 $t_{ris} = (1/8 - 1/10) b$ pour des dalles en béton armé.

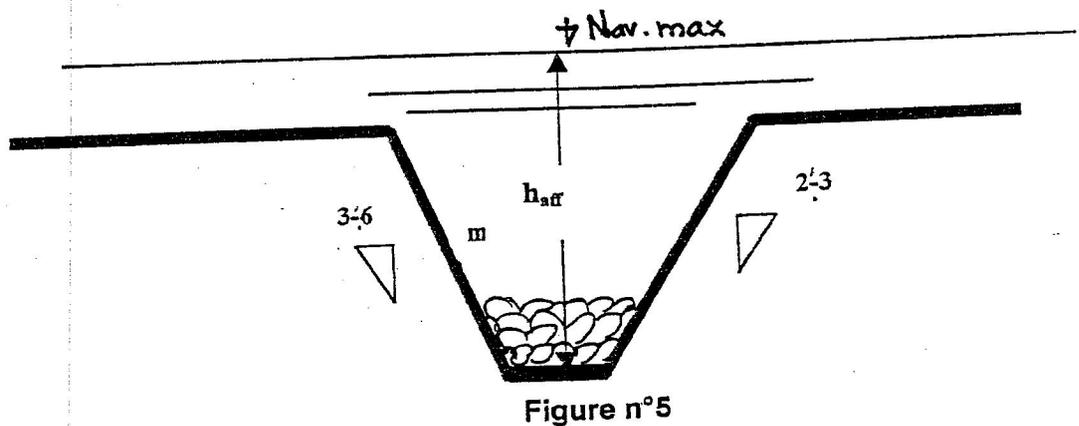
II.6.7- Calcul de la fosse d'affouillement

Après avoir déterminé le dispositif aval, on calcule la profondeur de la fosse d'affouillement (figure n°5)

$$h_{aff} = K_{aff} \sqrt[1,2]{\frac{q_{ris}}{V_{adm}}} \quad (20)$$

V_{adm} est fonction de la nature du sol de fondation, calculée pour $h_{av} \cong 1$ mètre.
 K_{aff} : coefficient d'affouillement dépend du type de talus.

m	6,4	3-4	0
K_{aff}	1,05	1,10	1,70



REMARQUE :

La risberme prend la forme d'un divergent d'angle $\alpha \sim (6 - 10^\circ)$ afin de tranquilliser l'écoulement et donner une répartition uniforme des vitesses. (annexe VI)

CHAPITRE II

CALCUL DE STABILITE

II. Calcul de stabilité du barrage:

II.1. Calcul de stabilité du barrage au glissement.: la stabilité de l'ouvrage est vérifiée si :

$$\frac{(\sum F_{vi} \operatorname{tg}\phi + C.S)}{\sum F_{Hi}} \geq K_{adm} \quad (21)$$

F_{vi} : charges verticales.

F_{Hi} : charges horizontales.

C : cohésion du sol de fondation

S : section de la semelle radier du barrage est égale à B ($b_p + t_p$).

• Calcul des charges verticales :

1/- Détermination de l'épure des sous pressions dynamique : Utilisation de la méthode de Bligh- Tchougaev [4] (voir figure n°3).

$$P_{sf} = \gamma_w S_{sf} (b_p + t_p)$$

P_{sf} : sous pression dynamique (tf)

γ_w : poids volumique de l'eau en (tf/m³)

S_{sf} : aire de l'épure des sous pressions dynamique en (m²)

2/- Poids propre du corps du barrage : $P_{pc} = \gamma_b S_{pc} b_p$

3/- Poids propre des piles : $P_{pp} = \gamma_b S_{pp} t_p$.

4/- Poids de la colonne d'eau en Amont : $(P_{ph})^{Am} = \gamma_w (S_h)^{Am} b_p$.

5/- Poids de la colonne d'eau aval : $(P_{ph})^{Av} = \gamma_w (S_h)^{Av} b_p$

6/- Sous pression statique : $P_{sh} = \gamma_w S_{sh} (b_p + t_p)$.

♦ Calcul des charges horizontales :

1/ - Poussée hydrostatique à l'amont : $(P_{ph})^{Am} = \gamma_w (S_h)^{Am} (b_p + t_p)$.

2/ - Poussée hydrostatique à l'aval : $(P_{ph})^{Av} = \gamma_w (S_h)^{Av} (b_p + t_p)$.

3/ - Poussée des sédiments :

$$P'_s = \gamma_{s,s} S_{ss} b_p = \gamma_{s,s} \left(\frac{hs}{2}\right)^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) b_p \text{ en tf où :}$$

h_s = Côte du radier – Côte du fond ; $\gamma_{s,s} = 2.4 \text{ tf/m}^3$.(pour des sédiments composés de matériaux d'argileux).



II. Calcul du radier du bassin d'amortissement à l'immersion :

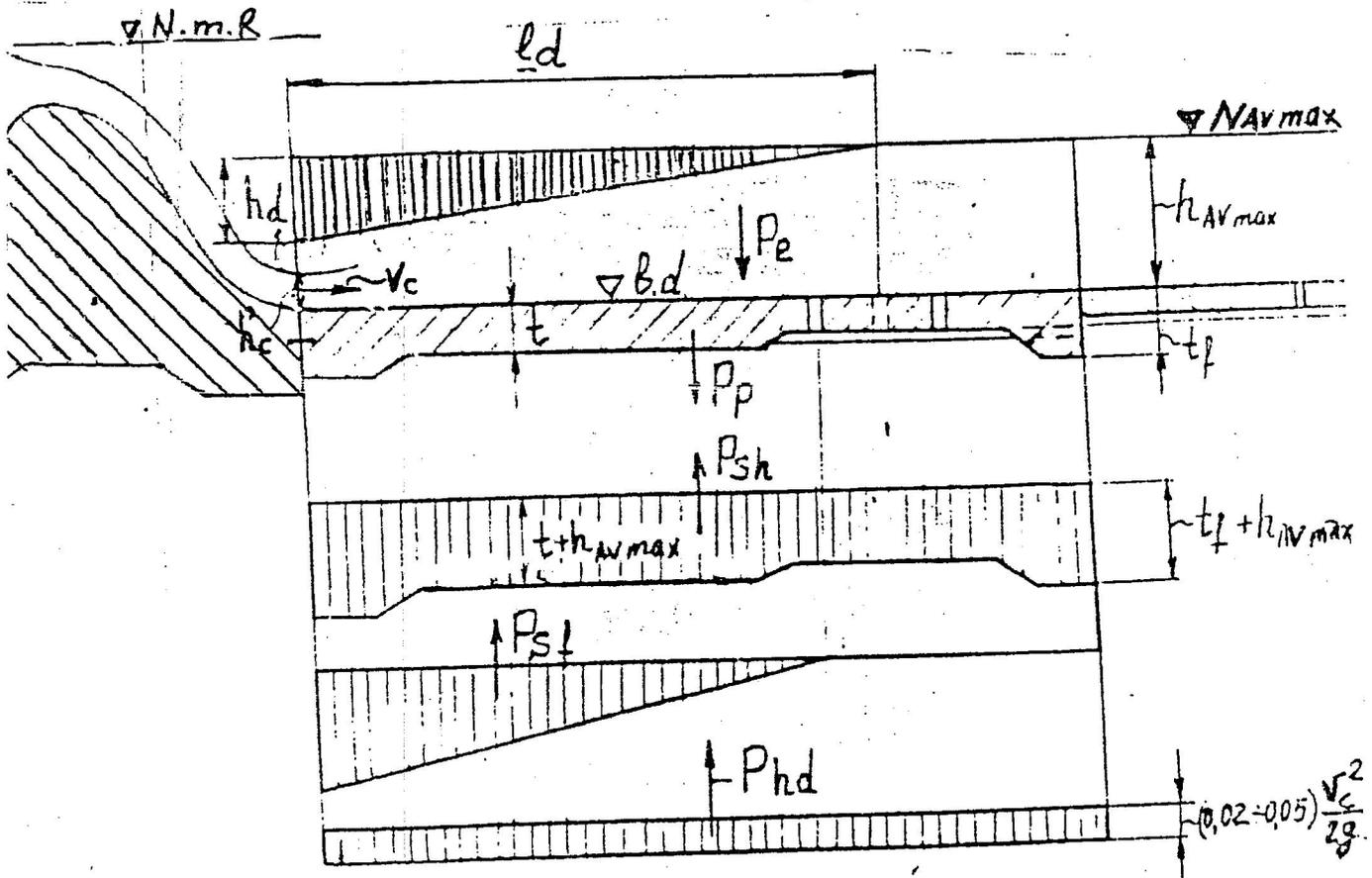


Figure n°5 : Epure des charges appliquées sur le bassin de dissipation

$h_d = (0,6 - 0,7) (h''_c - h'_c)$ ou bien

$$h_d = 0,85 h_{cr} \left(1 - 0,55 \sqrt[3]{\frac{h_{AV}(\max)}{h''_c}} - 1 \right) \left(\sqrt{\frac{E_0}{h_{cr}}} - 2 \right). \quad (22)$$

$$l_d = 7 h_{cr} \quad (23)$$

le bassin est stable si seulement si :

$$K_s = \frac{\sum F_s}{\sum F_{des}} = \frac{P_e + P_p}{P_{sh} + P_{sf} + P_{hd}} \geq K_{adm} \quad \text{ou} \quad K_{adm} = (1,15 \text{ à } 1,25) \quad (24)$$

III. Calcul de résistance du barrage :

Le calcul consiste à trouver les contraintes internes du barrage, compte tenu des actions externes par l'utilisation de la méthode de la résistance des matériaux où on assimile le barrage à poutre consol verticale, encastrée dans les fondations.

L'évaluation des contraintes se fera par des sections horizontales à partir de l'expression d'une flexion composée.

$$(\sigma_y)^{AM, AV} = \frac{\Sigma F}{B} + 6 \frac{\Sigma M/o}{B^2} \quad (25)$$

$(\sigma_y)^{AM, AV}$: contraintes calculée en une section donnée. (tf m⁻²)

B : longueur du radier du barrage.

M/o : Moment par rapport au point le plus défavorable. (tf. m)

Notons, qu'il faut vérifier les contraintes par rapport à la résistance du matériaux (béton) $[R_c]$ à la compression et à la traction admissible .

$$(\sigma_y)^{AM, AV} \leq [R_c]_{adm} \quad (26)$$

$[R_c]_{adm}$: résistance admissible du béton,

ANNEXES

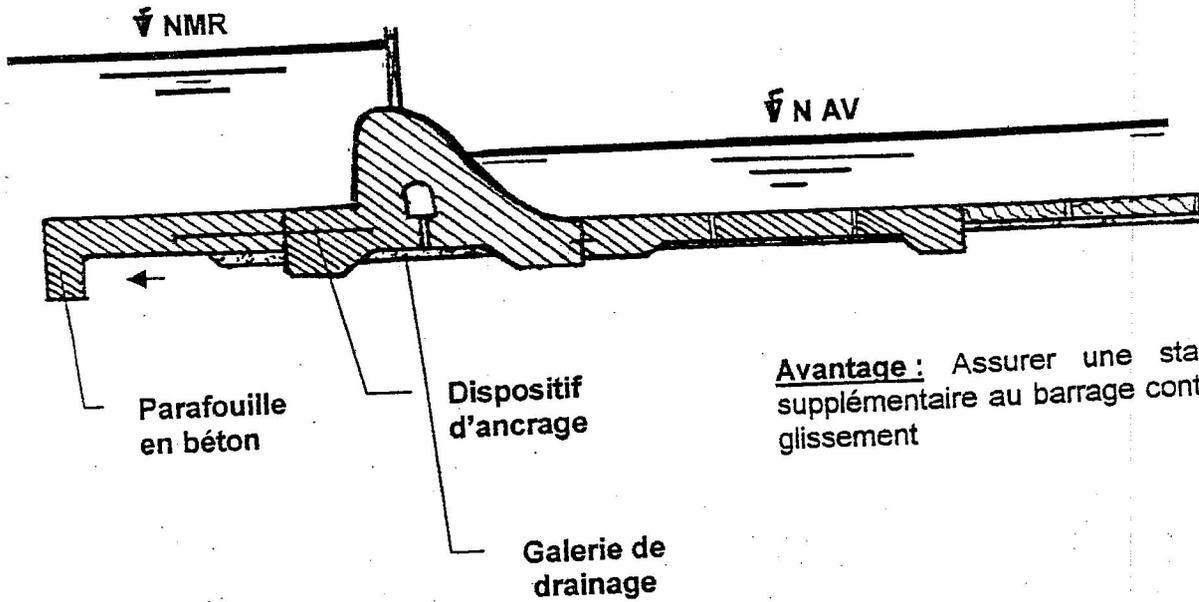
Tableau n°1 : Valeurs de la fonction auxiliaire $\Phi(\tau_c)$ pour la détermination des hauteurs conjuguées à l'aval des ouvrages d'évacuation

$\Phi(\tau_c)$	τ_c					$\Phi(\tau_c)$	τ_c					
	τ_c						τ_c					
	$\varphi = 0,80$	$\varphi = 0,85$	$\varphi = 0,90$	$\varphi = 0,95$	$\varphi = 1,0$		$\varphi = 0,80$	$\varphi = 0,85$	$\varphi = 0,90$	$\varphi = 0,95$	$\varphi = 1,0$	
0,01	0,0230	0,074	0,079	0,084	0,088	0,093	0,134	0,481	0,515	0,549	0,583	0,617
0,02	0,0045	0,105	0,112	0,118	0,125	0,132	0,147	0,497	0,532	0,567	0,602	0,638
0,03	0,0068	0,128	0,136	0,145	0,153	0,161	0,160	0,512	0,548	0,585	0,621	0,658
0,04	0,0090	0,147	0,157	0,166	0,176	0,185	0,174	0,526	0,563	0,601	0,638	0,676
0,05	0,0113	0,165	0,175	0,186	0,196	0,207	0,188	0,538	0,577	0,615	0,654	0,693
0,06	0,0134	0,179	0,190	0,202	0,213	0,225	0,202	0,549	0,589	0,629	0,668	0,708
0,07	0,0156	0,193	0,205	0,217	0,230	0,242	0,217	0,560	0,600	0,641	0,682	0,723
0,08	0,0178	0,205	0,218	0,232	0,245	0,258	0,232	0,569	0,611	0,653	0,695	0,736
0,09	0,0201	0,217	0,231	0,245	0,259	0,273	0,247	0,579	0,621	0,664	0,707	0,750
0,10	0,0228	0,227	0,242	0,257	0,272	0,288	0,263	0,585	0,629	0,672	0,716	0,759
0,12	0,0274	0,248	0,265	0,281	0,297	0,314	0,279	0,591	0,636	0,680	0,724	0,768
0,14	0,0320	0,266	0,284	0,301	0,319	0,336	0,296	0,596	0,641	0,686	0,732	0,777
0,16	0,0370	0,283	0,302	0,321	0,340	0,358	0,313	0,602	0,647	0,693	0,738	0,784
0,18	0,0418	0,299	0,319	0,339	0,357	0,378	0,330	0,606	0,652	0,698	0,744	0,790
0,20	0,0462	0,316	0,336	0,356	0,377	0,397	0,350	0,608	0,655	0,701	0,748	0,795
0,22	0,0510	0,324	0,347	0,370	0,392	0,415	0,370	0,609	0,656	0,704	0,751	0,798
0,24	0,0556	0,341	0,363	0,386	0,409	0,431	0,391	0,610	0,657	0,704	0,752	0,800
0,26	0,0596	0,352	0,376	0,400	0,424	0,448	0,412	0,608	0,656	0,704	0,752	0,800
0,28	0,0652	0,364	0,389	0,414	0,438	0,463	0,436	0,605	0,653	0,701	0,749	0,797
0,30	0,0701	0,375	0,401	0,426	0,452	0,477	0,461	0,605	0,648	0,696	0,744	0,793
0,35	0,0825	0,401	0,428	0,456	0,483	0,515	0,490	0,552	0,640	0,688	0,736	0,785
0,40	0,0950	0,424	0,453	0,472	0,501	0,540	0,523	0,579	0,627	0,675	0,723	0,771
0,45	0,107	0,445	0,476	0,506	0,537	0,568	0,546	0,569	0,616	0,664	0,711	0,759
0,50	0,120	0,464	0,491	0,518	0,545	0,573	0,574	0,553	0,601	0,648	0,696	0,742

ANNEXE I

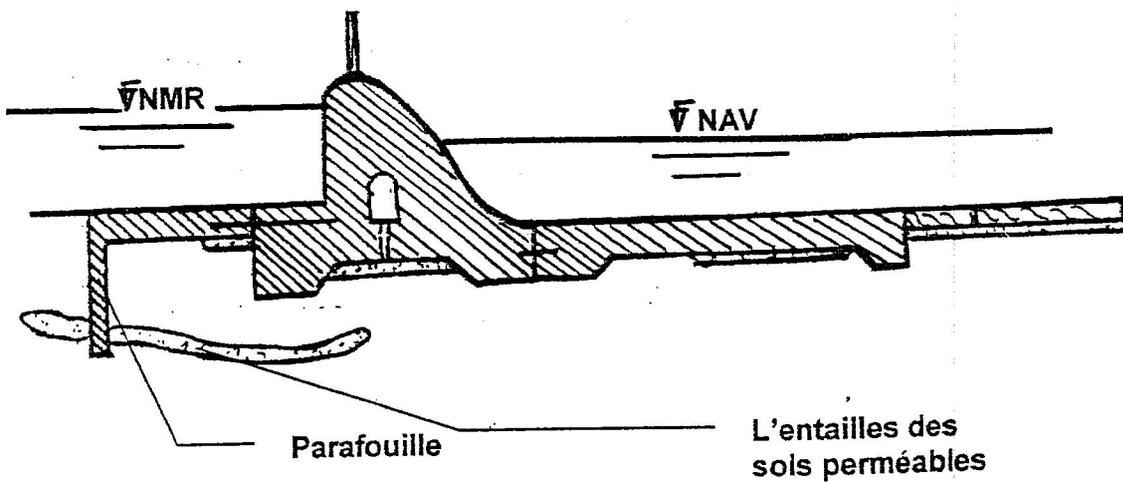
A/ CAS DES SOLS DE FONDATION ARGILEUX

a)



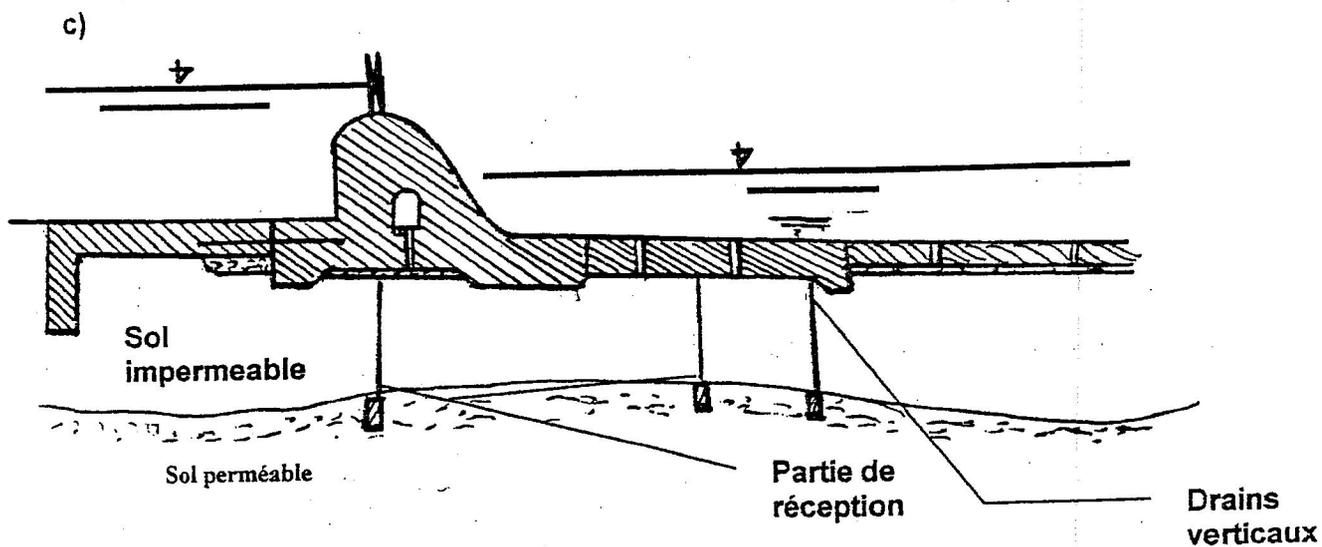
Avantage : Assurer une stabilité supplémentaire au barrage contre le glissement

b)

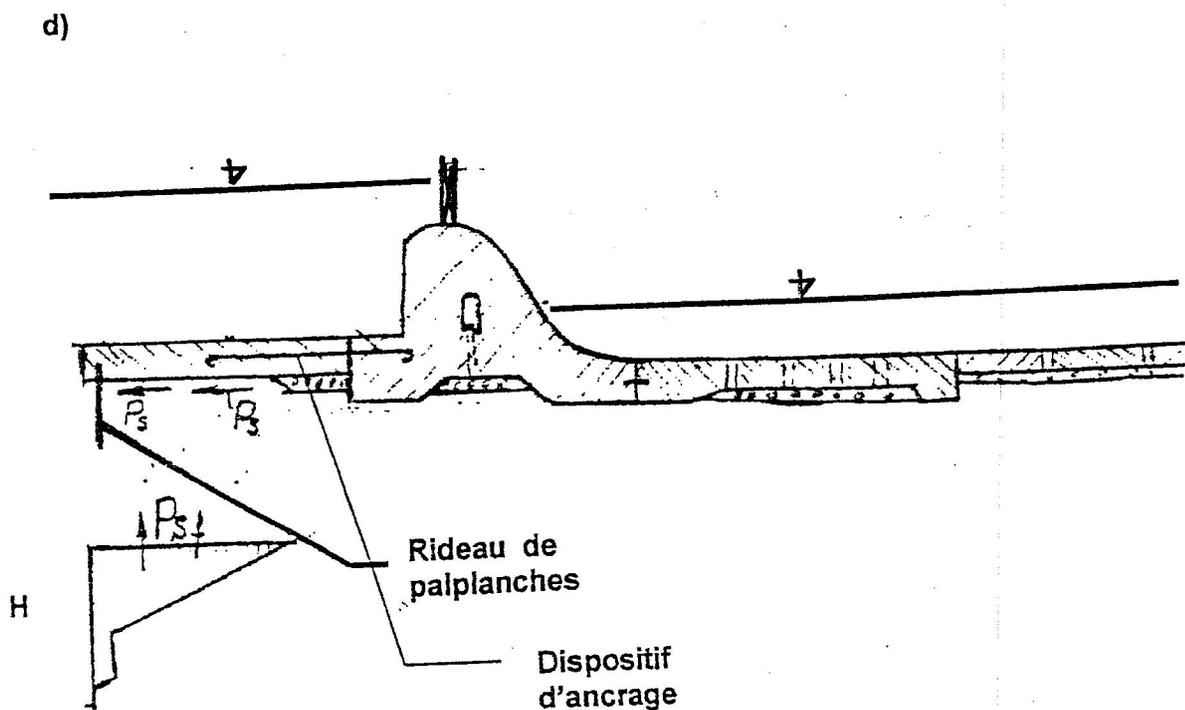


Avantage : Cette construction permet de diminuer considérablement les sous pressions des eaux d'infiltration en cas d'existence des l'entailles des sols perméables

ANNEXE I (suite)



Avantage : On utilise des drains verticaux pour éviter l'apparition des déformations des déformations due à l'infiltration des eaux dans les sols argileux



Avantage : On utilise ce schéma pour augmenter la stabilité du barrage contre le glissement

ANNEXE N° II

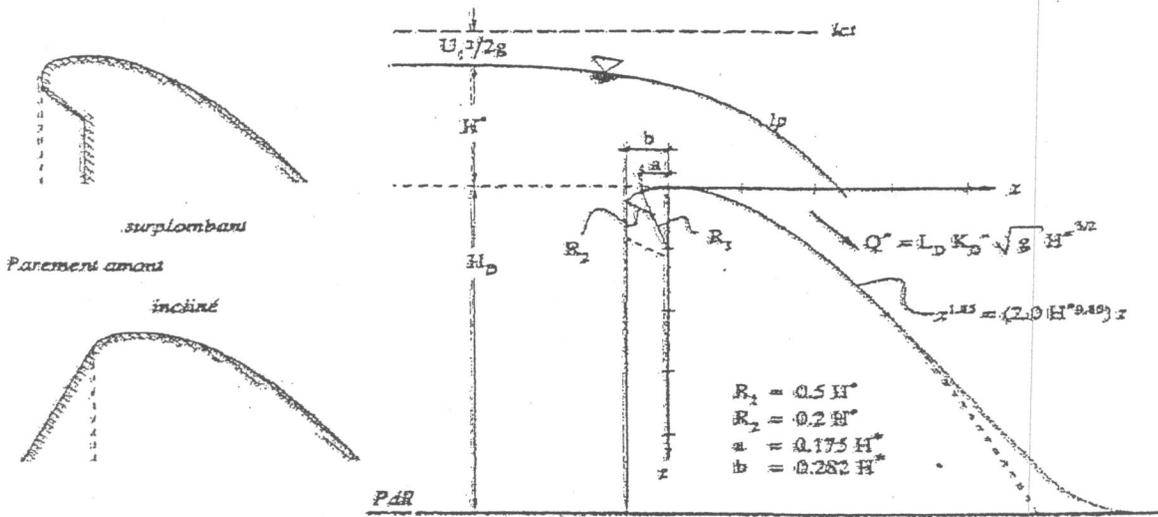
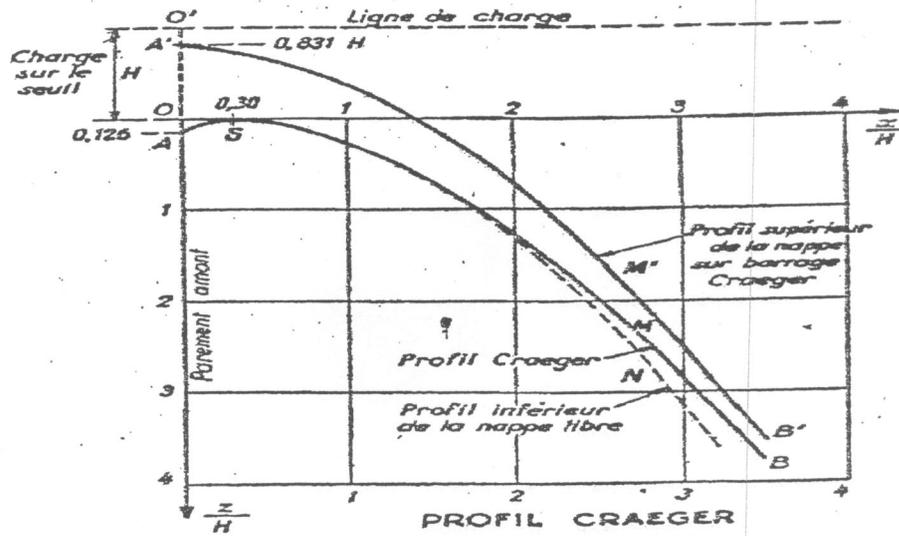


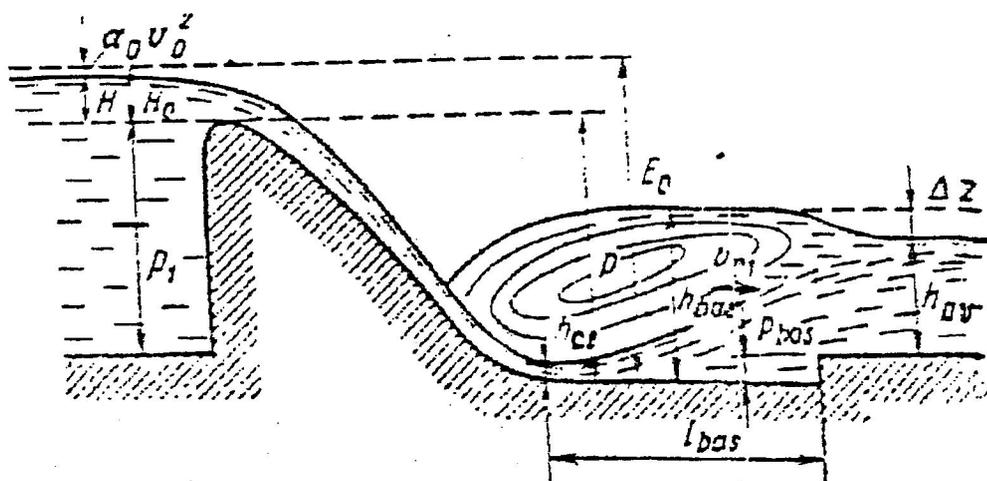
Figure n° 1 : Barrage déversoir ; profil WES et quelques autres profils. [3]



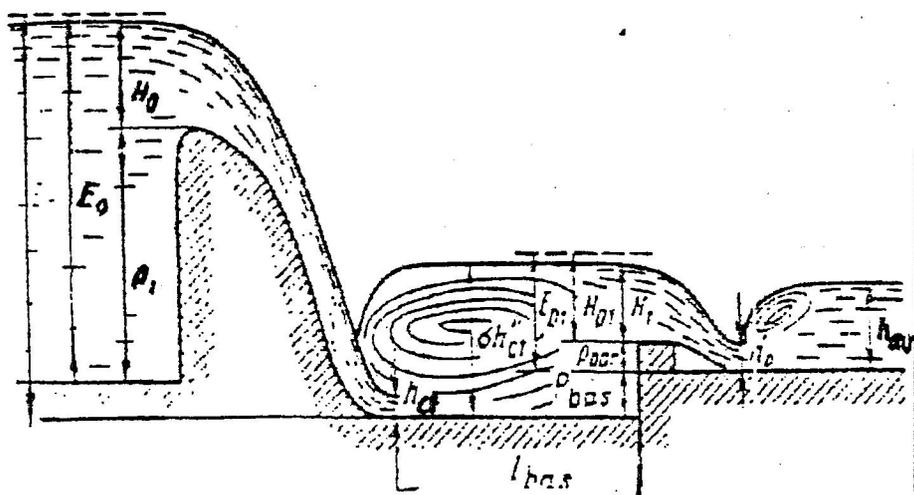
PROFIL DU BARRAGE			SURFACE libre z'/H	h/H	DÉBIT LINÉAIRE q (en m^3/s par mètre)	COEFFICIENT DE DÉBIT m
x/H	z/H	z'/H				
0,0	0,126	— 0,831	0,10	0,075	0,448	
0,1	0,036		0,20	0,180		
0,2	0,007		0,30	0,340		
0,3	0,000		0,40	0,500	0,459	
0,4	0,007		0,50	0,725		
0,6	0,060		0,60	0,975		
0,8	0,142	— 0,52	0,70	1,250	0,468	
1,0	0,257	— 0,38	0,80	1,550		
1,2	0,397	— 0,22	0,90	1,900		
1,4	0,565	— 0,05	1,00	2,220	0,480	
1,7	0,870	+ 0,28				
2,0	1,22	+ 0,64				
2,5	1,98	+ 1,50			0,501	
3,0	2,82	+ 2,48				
3,5	3,82	+ 3,50				

Figure n°2 : Critères du Profil Greager [5]

ANNEXE III



a) Coupe transversale d'un barrage déversoir et du bassin d'amortissement avec les éléments de calcul hydraulique



b) Calcul hydraulique du bassin d'amortissement combiné

ANNEXE IV

BASSIN DE TYPE I

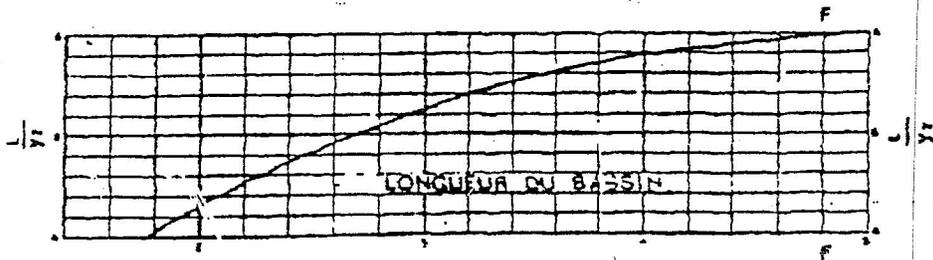
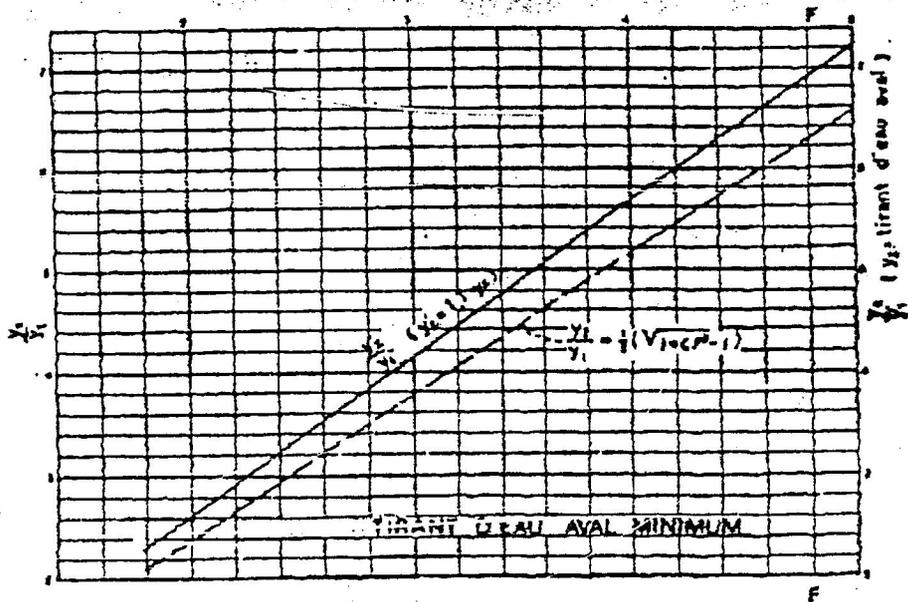
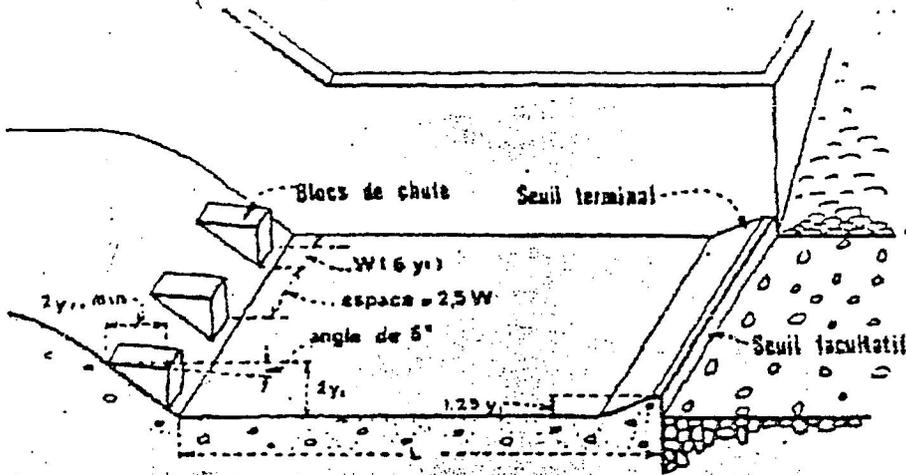


Figure n°1 : Détermination des caractéristiques du bassin de dissipation pour un nombre de Froude compris entre 2,5 et 4,5 « EXTRAIT DE DESIGN OF SMALL DAMS »

ANNEXE IV (suite)

BASSIN DE TYPE II

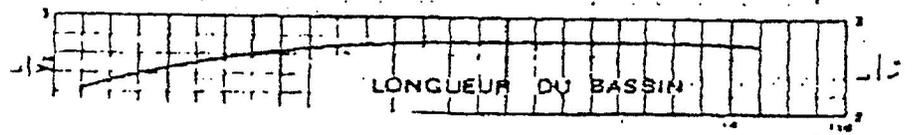
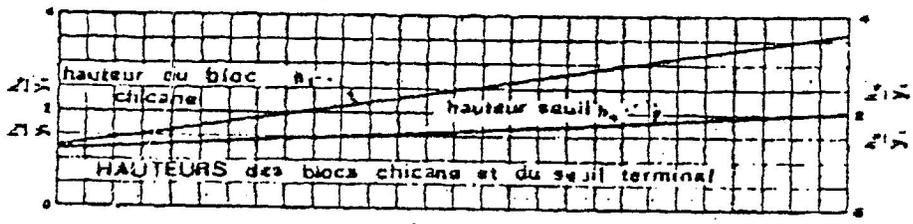
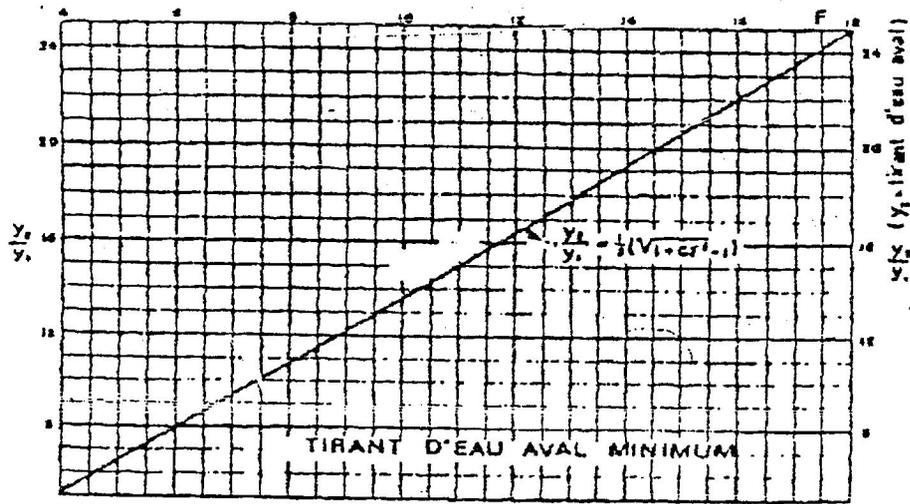
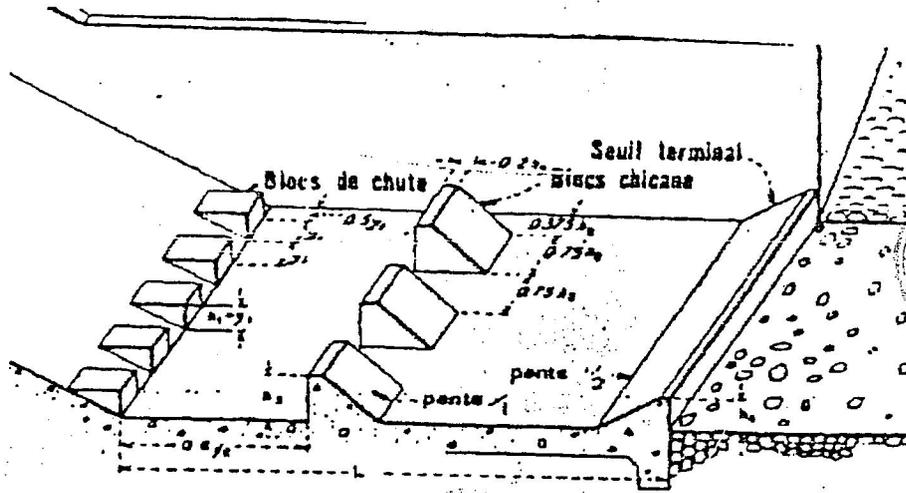
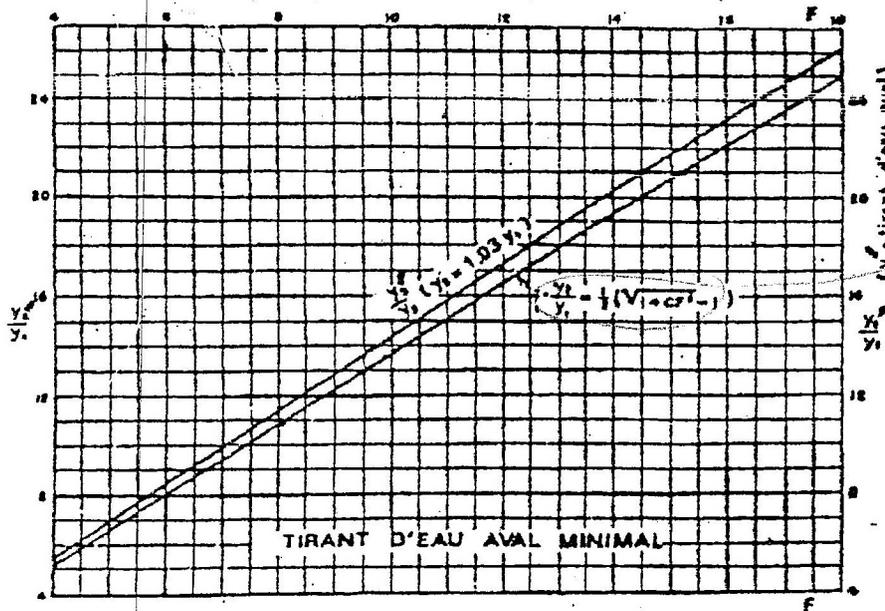
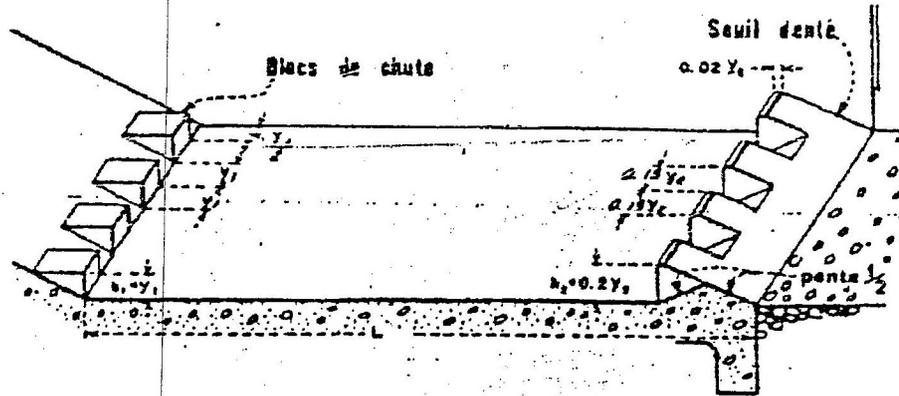


Figure n°2 : Détermination des caractéristiques du bassin de dissipation pour un nombre de FROUDE supérieure à 4,50 et une vitesse de l'eau à l'entrée du bassin inférieure à 15 m/s 'Extrait de DESIGN OF SMALL DAMS'

ANNEXE V

BASSIN DE TYPE III



$$\frac{Y_2}{Y_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F^2} - 1 \right)$$

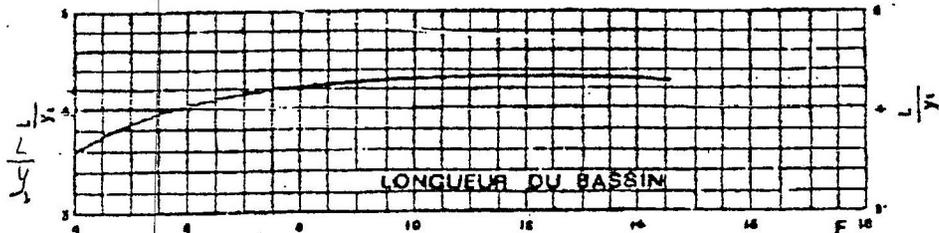


Figure n°3 : détermination des caractéristiques du bassin de dissipation pour un nombre de Froude supérieur à 4,5 et une vitesse de l'eau à l'entrée supérieure à 15m/s (extrait du DESIGN OF SMALL DAMS)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] - **ENCYCLOPEDIE PRATIQUE DE LA CONSTRUCTION ET DU BATIMENT**, Edition Quillet, Paris 1968 ; pp. 763-975.
- [2] - **W.GRAF & M.S. ALTINKAR**, " hydraulique fluvial " Edition Presses Polytechnique et Universitaires Romandes, 1993.
- [3] - **N.KERMENSKI, D. SCHTERENLIHT**, " Hydraulique Générale", Edition Mir Moscou 1984.
- [4] - **M.K. MIHOUBI & M.HASSANE** " Guide de Calculs pratiques des infiltrations Sous Les ouvrages Hydrotechniques, Edition ENSH- Blida , 1998.
- [5] - **H. VARLET** " Usines de Dérivation" Tome 1, Edition Eyrolles, Paris, 1965; pp. : 64-169.