

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 50 (1924)
Heft: 22

Artikel: Barrages de grande hauteur résistant par leur propre poids: étude sur les nouvelles instructions ministérielles françaises pour la préparation des projects et l'exécution des travaux
Autor: Suter, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-39101>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN TECHNIQUE

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE AGRÉÉ PAR LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : Barrages de grande hauteur résistant par leur propre poids. Etude sur les nouvelles instructions ministérielles françaises pour la préparation des projets et l'exécution des travaux, par E. SUTER, ingénieur (suite et fin). — Concours pour l'étude des plans du Pénitencier de Bochuz (suite). — La surveillance de la température dans les installations de chaudières. — Exposition internationale de la Houille Blanche et du Tourisme, à Grenoble, mai-octobre 1925. — BIBLIOGRAPHIE. — Comité de Rédaction du « Bulletin technique de la Suisse romande ». — Cours de soudage à l'autogène. — CARNET DES CONCOURS. — Service de placement.

Barrages de grande hauteur résistant par leur propre poids.

Etude sur les nouvelles instructions ministérielles françaises pour la préparation des projets et l'exécution des travaux.

par E. SUTER, ingénieur.

(Suite et fin.)¹

Applications.

On peut distinguer les deux cas suivants :

1° Détermination du profil minimum du barrage répondant à des conditions données et justifications sommaires de sa stabilité.

2° Etude détaillée d'un profil donné.

1° Détermination d'un profil de barrage.

Les données du problème seront en général :

1. H , la hauteur maximum du barrage.
2. Δ , le poids du mètre cube de maçonnerie.
3. R , la résistance limite admissible à la compression.
4. μ , le coefficient de sous-pression.

On devra déterminer les fruits m et n des parements donnant le profil minimum répondant aux conditions suivantes :

- a) qu'il ne se produise nulle part d'effort d'extension ;
- b) que la plus grande compression ne dépasse nulle part la limite admissible R .

Si ces conditions sont remplies sur les deux parements elles le seront également pour tout le massif. On peut donc se limiter à l'étude des efforts principaux sur les parements amont et aval.

Voici ce que deviennent les expressions des compressions principales sur les parements.

Réservoir plein.

Parement amont.

La pression hydrostatique F étant normale au parement est une compression principale. L'autre compression principale est parallèle au parement.

¹ Voir Bulletin technique du 27 septembre 1924, page 249.

Il faut distinguer deux cas suivant que N_2 est plus grand ou plus petit que F .

$$1^{\circ} N_2 > F$$

la compression principale minimum

$$B = F = \frac{N_1 + N_2}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(N_1 - N_2)^2 + 4T_3^2}$$

la compression principale maximum

$$A = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(N_1 - N_2)^2 + 4T_3^2} = N_2(1 + n^2) - F.n^2$$

$$2^{\circ} N_2 < F.$$

C'est le cas qui se présente pour $\mu < 1$, donc le seul qu'on rencontrera pratiquement.

La compression principale maximum

$$A = F = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(N_1 - N_2)^2 + 4T_3^2}$$

la compression minimum

$$B = \frac{N_1 + N_2}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(N_1 - N_2)^2 + 4T_3^2} = N_2(1 + n^2) - F.n^2$$

Dans ce cas $\frac{B}{F} = \mu$. On voit qu'il est suffisant de déterminer N_2 pour le calcul des efforts principaux sur les parements.

L'expression de N_2 sur le parement amont est

$$N_2 = y \left\{ \frac{\Delta \cdot m}{m + n} + K \left[1 - \frac{1 + m^2}{(m + n)^2} \right] \right\} \quad (11)$$

Parement aval.

La compression nulle qui s'exerce à la surface est la compression principale minimum.

La compression maximum est parallèle au parement, sa valeur est

$$A = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(N_1 - N_2)^2 + 4T_3^2} = N_2(1 + m^2)$$

$$N_2 = \left[\frac{\Delta \cdot n}{m + n} + K \frac{1 - m \cdot n}{(m + n)^2} \right] \quad (12)$$

Réservoir vide.

Il suffit de faire $K = 0$ dans les formules relatives au réservoir plein pour obtenir celles se rapportant au réservoir vide.

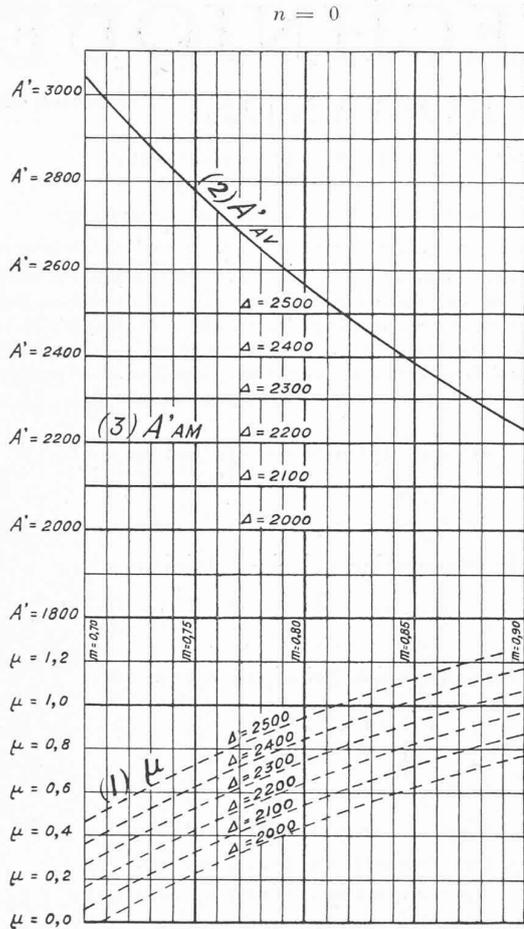


Fig. 3.

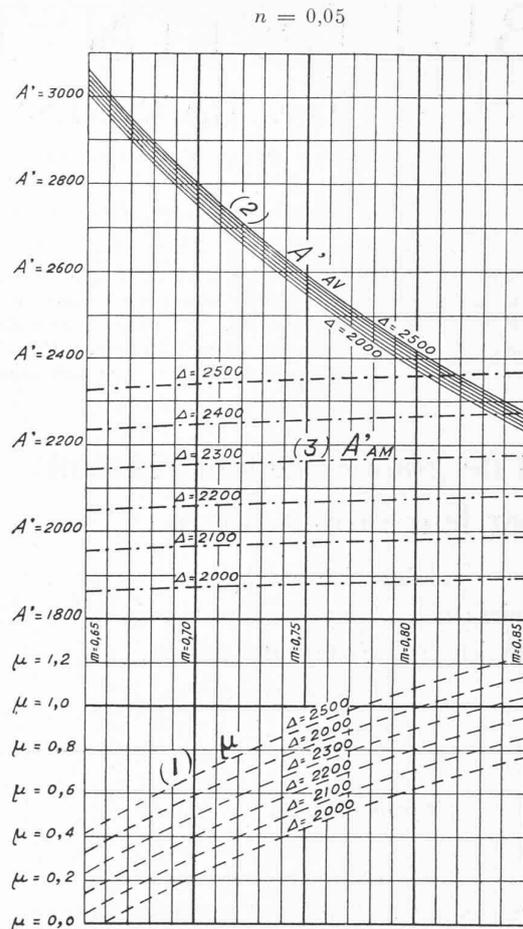


Fig. 4.

Pour déterminer le profil, on choisira d'abord le fruit de l'un des parements, généralement celui du parement amont, n . La détermination de m pourrait alors se faire soit directement, ce qui exige de longs calculs, soit par tâtonnements.

Pour éviter ces tâtonnements et faire mieux ressortir la dépendance des différents facteurs du profil, nous avons calculé les valeurs de μ et des efforts principaux sur les deux parements pour différentes valeurs de Δ et de m ,

TABLEAU I.
 $n = 0$

A_{AV} = compression maximum sur le parement aval (réservoir plein)
 A_{AM} = compression maximum sur le parement amont (réserv. vide)

$$A'_{AV} = \frac{A_{AV}}{y} \quad A'_{AM} = \frac{A_{AM}}{y} = \Delta$$

Δ	$m = 0,70$		$m = 0,75$		$m = 0,80$		$m = 0,85$		$m = 0,90$	
	A'_{AV}	μ	A'_{AV}	μ	A'_{AV}	μ	A'_{AV}	μ	A'_{AV}	μ
2000	3042,82	-0,041	2777,78	0,322	2562,50	0,437	2384,08	0,616	2234,57	0,765
2100	"	0,059	"	0,322	"	0,537	"	0,716	"	0,865
2200	"	0,159	"	0,422	"	0,637	"	0,816	"	0,965
2300	"	0,259	"	0,522	"	0,737	"	0,916	"	1,065
2400	"	0,359	"	0,622	"	0,837	"	1,016	"	1,165
2500	"	0,459	"	0,722	"	0,937	"	1,116	"	1,265

et pour les deux valeurs de $n = 0$ et $n = 0,05$. Ces résultats sont reportés dans les tableaux I et II et les deux graphiques ci-dessus (fig. 3 et 4). Ces graphiques permettent, pour la plupart des cas pouvant se présenter pratiquement, de déterminer sans aucun calcul le fruit à donner aux parements d'un barrage, ainsi que les compressions principales sur les deux parements.

Le fruit $n = 0$, c'est-à-dire le parement amont vertical conduit à la valeur minimum de $(m + n)$ pour un cas déterminé.

Mais on sait que dans ce cas, et pour le réservoir vide, l'influence du massif de couronnement surmontant le profil triangulaire théorique produit sur le parement aval du barrage un léger effort d'extension. Cet effort ne dépasse généralement pas une fraction de kg/cm^2 et ne peut présenter aucun inconvénient pratique, d'autant plus que le réservoir sera très rarement vidé entièrement. Néanmoins, si l'on veut se conformer rigoureusement à la prescription interdisant tout effort d'extension, il faudra donner un certain fruit au parement amont. Le fruit de $n = 0,05$ sera généralement suffisant pour éviter tout effort d'extension.

On voit que pour toutes les valeurs de μ comprises entre 0 et 1, c'est-à-dire pour tous les profils pouvant se rencontrer pratiquement l'effort de compression maxi-

TABLEAU II.

$n = 0,05$

Δ	$m = 0,65$			$m = 0,70$			$m = 0,75$			$m = 0,80$			$m = 0,85$		
	A'_{AV}	A'_{AM}	μ	A'_{AV}	A'_{AM}	μ	A'_{AV}	A'_{AM}	μ	A'_{AV}	A'_{AM}	μ	A'_{AV}	A'_{AM}	μ
2000	3011,93	1861,78	-0,049	2754,85	1871,34	0,216	2545,17	1879,69	0,432	2372,05	1887,06	0,611	2227,55	1893,61	0,762
2100	3022,09	1954,87	0,045	2764,78	1964,90	0,309	2554,94	1973,67	0,526	2381,69	1981,41	0,706	2237,13	1988,29	0,856
2200	3032,24	2047,97	0,138	2774,71	2058,46	0,403	2564,70	2067,66	0,620	2391,33	2075,77	0,800	2246,69	2082,97	0,951
2300	3042,41	2141,05	0,231	2784,65	2152,04	0,497	2574,47	2161,64	0,714	2400,99	2170,11	0,895	2256,27	2177,65	1,046
2400	3052,57	2234,14	0,324	2794,58	2245,60	0,590	2584,23	2255,62	0,808	2410,64	2264,47	0,989	2265,83	2272,34	1,140
2500	3062,73	2327,23	0,417	2804,51	2339,16	0,684	2594,00	2349,61	0,902	2420,28	2358,82	1,083	2275,41	2367,01	1,235

Le maximum est plus grand sur le parement aval que sur le parement amont.

On voit encore que les résultats obtenus pour $n = 0$ et pour $n = 0,05$ diffèrent très peu, on pourra donc facilement les utiliser en interpolant pour des fruits intermédiaires du parement amont.

Les graphiques pourront être utilisés de la manière suivante.

Les données du problème sont H , Δ , R et μ .

On choisit d'abord une valeur de n .

Les courbes (1) permettent de déterminer m .

Les courbes (2) donnent A'_{AV} .

En multipliant A'_{AV} par H on obtient la compression maximum A_{AV} sur le parement aval, on vérifie que cette valeur de A_{AV} ne dépasse pas la limite admissible R qu'on s'est fixée.

Les courbes (3) donnent de même la compression maximum sur le parement amont.

Si la valeur obtenue pour A_{AV} dépasse R , il faudra modifier l'une des données H , Δ , R ou μ .

La diminution de H n'est à envisager que lorsqu'on aura atteint les limites extrêmes possibles pour les trois autres facteurs.

De manière générale, la meilleure solution serait d'augmenter la valeur de l'effort limite admissible R , ce qui pourra généralement se faire dans certaines limites par l'augmentation des dosages ou par l'emploi de ciments de qualité supérieure.

Il est à remarquer que l'emploi de ces maçonneries plus soignées pourra être limité à la partie inférieure du barrage, pour laquelle les efforts maxima dépasseraient la limite précédemment admise.

Les zones de dosages différents pourront alors être délimitées par les courbes d'égale compression maxi-

imum et d'égale cisaillement effectif maximum, dont on verra plus loin le tracé.

On pourra encore diminuer les efforts de compression maxima, soit en augmentant la valeur choisie pour μ , soit en diminuant la valeur de Δ . Ce dernier résultat pourra s'obtenir lorsqu'on disposera à proximité du barrage de matériaux plus légers que ceux primitivement choisis, ainsi que par l'emploi de ciments légers.

Exemple numérique.

$H = 100$ m ; $\Delta = 2400$ kg. p. m³ ; $R = 30$ kg. p. cm² ; $\mu = 0,5$.

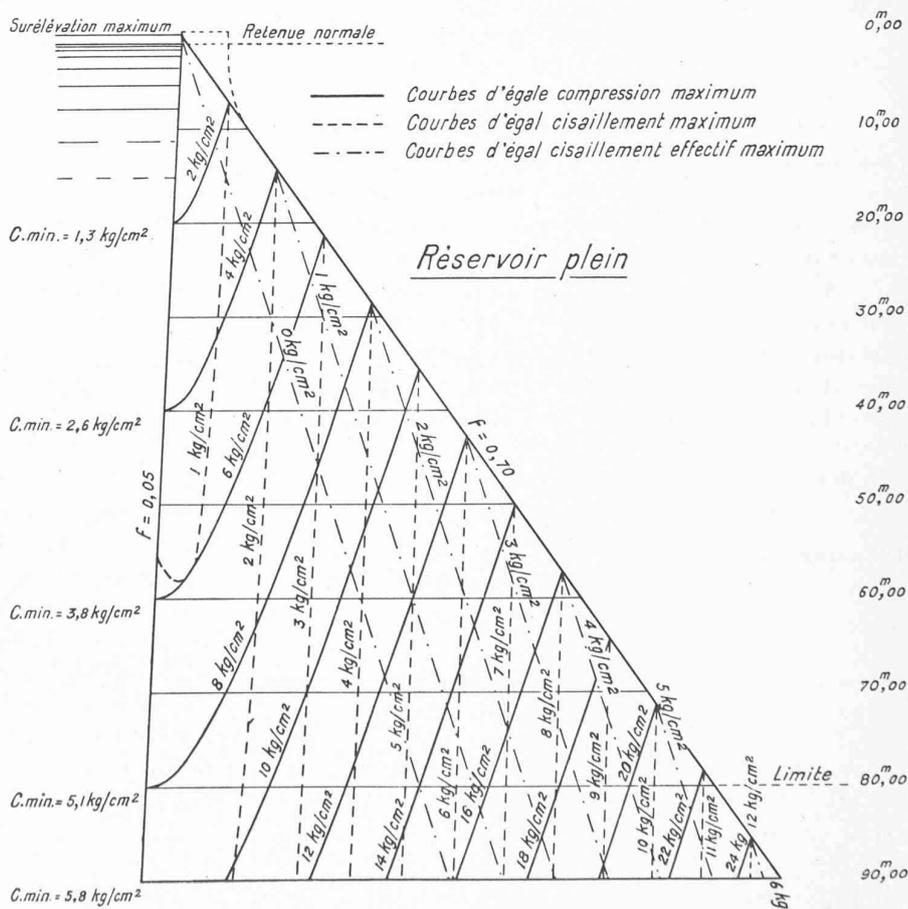


Fig. 5.

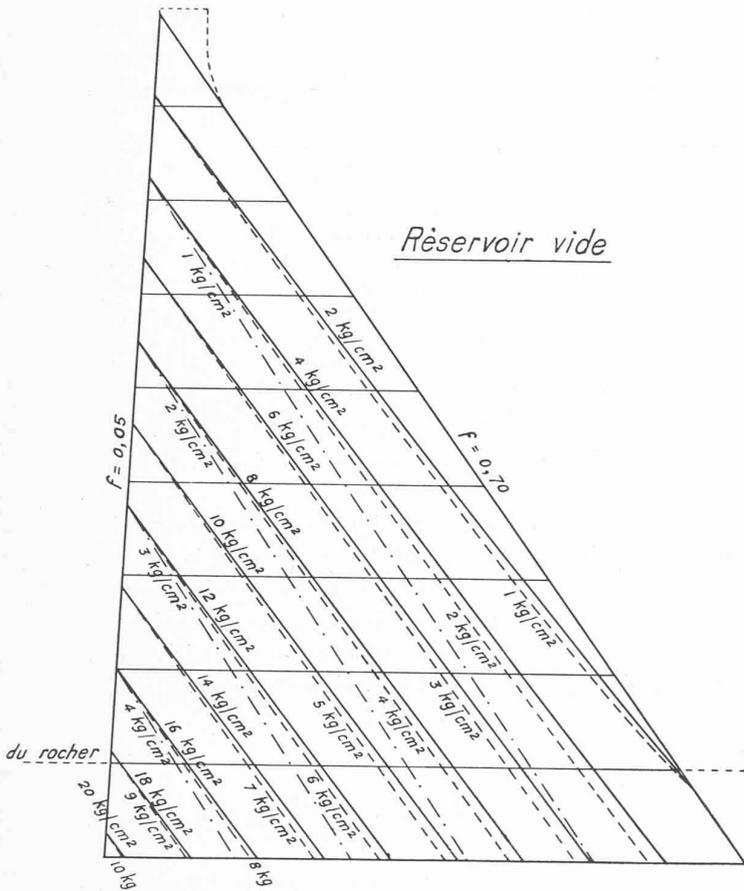


Fig. 6.

<p>Pour $n = 0$</p> <p>les courbes (1) donnent</p> <p>$m = 0,726$</p> <p>$m + n = 0,726$</p> <p>les courbes (2) donnent</p> <p>$A'_{AV} = 2890$</p> <p>$A_{AV} = 289,000 \text{ kg/m}^2 = 28,9 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>les courbes (3) donnent</p> <p>$A'_{AM} = 2400$</p> <p>$A_{AM} = 24,0 \text{ kg/cm}^2$</p>	<p>Pour $n = 0,05$</p> <p>$m = 0,682$</p> <p>$m + n = 0,732$</p> <p>$A'_{AV} = 2880$</p> <p>$A_{AV} = 28,8 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>$A'_{AM} = 2240$</p> <p>$A_{AM} = 22,4 \text{ kg/cm}^2$</p>
--	---

Si dans cet exemple on avait choisi
 $R = 25 \text{ kg/cm}^2 = 250.000 \text{ kg/m}^2$,
 il faudrait modifier Δ ou μ .

$$A' = \frac{R}{H} = \frac{250.000}{100} = 2500.$$

1er cas : $\Delta = 2400$.

<p>$n = 0$</p> <p>$m = 0,816$</p> <p>$m + n = 0,816$</p> <p>$\mu = 0,85$</p> <p>$A'_{AM} = 2400$</p> <p>$A_{AM} = 24 \text{ kg/cm}^2$</p>	<p>$n = 0,05$</p> <p>$m = 0,774$</p> <p>$m + n = 0,824$</p> <p>$\mu = 0,85$</p> <p>$A'_{AM} = 2260$</p> <p>$A_{AM} = 22,6 \text{ kg/cm}^2$</p>
---	--

2me cas : $\mu = 0,5$.

<p>$n = 0$</p> <p>$m = 0,816$</p> <p>$m + n = 0,816$</p> <p>$\Delta = 2000$</p> <p>$A'_{AM} = 2000$</p> <p>$A_{AM} = 20,0 \text{ kg/cm}^2$</p>	<p>$n = 0,05$</p> <p>$m = 0,764$</p> <p>$m + n = 0,814$</p> <p>$\Delta = 2025$</p> <p>$A'_{AM} = 1905$</p> <p>$A_{AM} = 19,05 \text{ kg/cm}^2$</p>
--	--

Pour $n = 0$, m est déterminé par R seul, quels que soient Δ et μ . Il y aura avantage à conserver la maçonnerie la plus lourde qui donne une sécurité plus grande.

Pour $n = 0,05$, la maçonnerie la moins lourde donne une légère économie de cube (environ 1,2 %). Cette économie sera d'ailleurs probablement illusoire si l'on est obligé d'aller chercher les matériaux plus légers à plus grande distance. En outre la sécurité sera encore très supérieure avec les matériaux les plus lourds. Seule la compression-limite sur le parement amont est diminuée par l'emploi de la maçonnerie plus légère, ce qui est sans intérêt pratique.

Il faut remarquer en outre que les maçonneries formées de matériaux plus légers donneront généralement une résistance moindre à la rupture, ce qui peut obliger à diminuer la valeur de R .

En résumé il semble généralement préférable d'utiliser la maçonnerie la plus lourde, surtout lorsque les distances de transport seront plus courtes pour les matériaux les plus lourds.

Etude détaillée d'un profil de barrage.

Cette étude se fait de la manière la plus complète en traçant les courbes d'égal compression maximum, d'égal

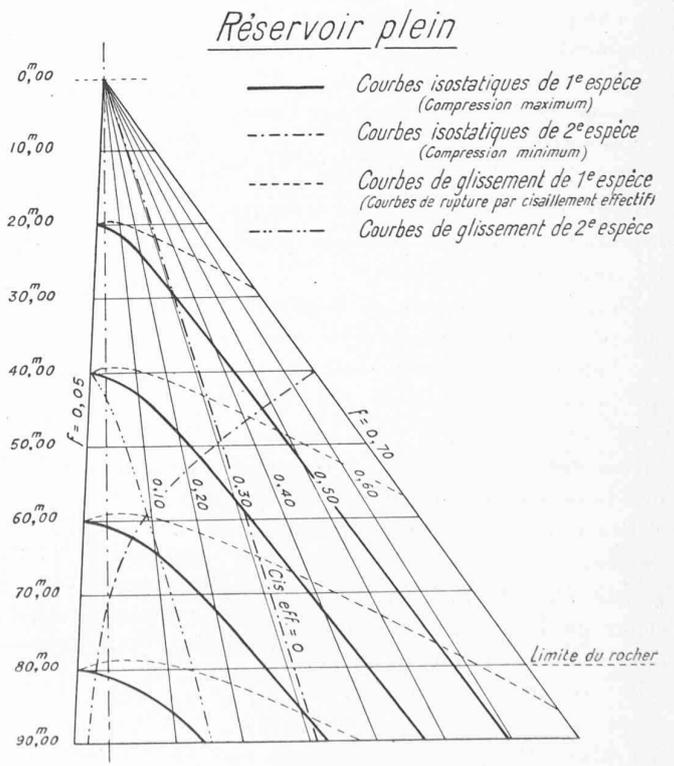


Fig. 7.

