

NORME
INTERNATIONALE

ISO
4362

Première édition
1992-09-15

**Mesure de débit des liquides dans les canaux
découverts — Déversoirs à profil trapézoïdal**

Measurement of liquid flow in open channels — Trapezoidal profile weirs
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4362:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917f5349-93b2-4ffc-9239-3ac5920ee325/iso-4362-1992>



Numéro de référence
ISO 4362:1992(F)

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4362 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 113, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts*, sous-comité SC 2, *Déversoirs à échancrures, déversoirs et canaux jaugés*.

Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Déversoirs à profil trapézoïdal

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit des méthodes de mesure de débit des liquides en régime permanent dans les canaux découverts au moyen de déversoirs à profil trapézoïdal. Elle s'applique aux écoulements dénoyés qui ne dépendent que de la hauteur de charge en amont et aux écoulements noyés qui dépendent à la fois des niveaux amont et aval.

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 772:1988, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Vocabulaire et symboles.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 772 s'appliquent.

4 Installation — Considérations générales

NOTE 1 Les conditions particulières aux déversoirs à profil trapézoïdal sont données à l'article 7.

4.1 Choix de l'emplacement

Il faut procéder à une étude préliminaire des conditions physiques et hydrauliques de l'emplacement proposé, pour vérifier qu'il est conforme (ou peut être rendu conforme) aux conditions nécessaires à un mesurage du débit au moyen d'un déversoir.

On doit faire particulièrement attention aux conditions suivantes pour choisir l'emplacement:

- a) l'existence d'une longueur suffisante de chenal, à section régulière;
- b) la répartition des vitesses existante;
- c) l'importance d'éviter, si possible, un chenal à forte pente;
- d) les effets de l'augmentation excessive des niveaux de l'eau en amont, due au dispositif de mesurage;
- e) la teneur en sédiment du cours d'eau et la possibilité de forts dépôts en amont du déversoir pouvant affecter ses performances;
- f) l'imperméabilité du sol sur lequel doit reposer le dispositif de mesurage et la nécessité de procéder à un compactage, à un jointoiement ou à tout autre moyen de supprimer l'infiltration;
- g) la nécessité que les berges du lit majeur puissent contenir le débit maximal dans le chenal;
- h) la stabilité des rives et la nécessité de nettoyer et/ou de garnir d'un revêtement les chenaux naturels;
- i) la suppression des rochers ou des galets qui se trouvent dans le lit du chenal d'approche;
- j) l'effet du vent sur l'écoulement au-dessus du déversoir, en particulier lorsque ce dernier est large, que la hauteur de lame est faible, et que

le vent dominant est dans une direction transversale par rapport à l'écoulement.

Si l'emplacement ne remplit pas les conditions requises pour effectuer des mesurages satisfaisants, il faut l'abandonner, à moins qu'il soit possible d'y apporter les améliorations nécessaires.

La répartition existante des vitesses dans le chenal d'approche doit être vérifiée par examen et par mesurage, par exemple au moyen de moulinets, de bâtons de vitesse et de flotteurs.

NOTES

2 Les solutions concentrées de colorants sont également utiles pour la vérification des conditions au fond du chenal.

3 Une estimation complète et quantitative de la répartition des vitesses peut être effectuée au moyen de moulinet. L'ISO 748¹⁾ donne plus de renseignements sur l'emploi des moulinets.

Si un examen du cours d'eau montre que la répartition existante des vitesses est régulière, on peut alors supposer que la répartition des vitesses restera satisfaisante après la construction du déversoir.

Si la répartition existante des vitesses est irrégulière et s'il n'y a pas d'autre emplacement possible pour le déversoir, il faut bien vérifier cette répartition après l'installation du déversoir et l'améliorer si nécessaire.

4.2 Conditions d'installation

4.2.1 Généralités

L'installation complète de mesurage comprend un chenal d'approche, un dispositif de mesurage et un chenal aval. Les conditions de chacun de ces trois éléments affectent l'exactitude totale des mesurages.

De plus, les caractéristiques telles que l'état de surface du déversoir, la forme de la section transversale du chenal et sa rugosité, l'influence de la section de contrôle et des appareils sur l'amont ou l'aval du dispositif de jaugeage, doivent être prises en compte.

Toutes ces caractéristiques déterminent la répartition et la direction des vitesses qui ont une influence importante sur le fonctionnement du déversoir.

Une fois l'installation conçue et construite, l'utilisateur doit empêcher ou rectifier toute modification qui pourrait affecter les caractéristiques du débit.

1) ISO 748:1979, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Méthodes d'exploration du champ des vitesses.*

4.2.2 Chenal d'approche

L'écoulement dans le chenal d'approche doit se faire en régime fluvial, sans perturbation, et la répartition des vitesses doit être aussi symétrique que possible dans toute la section transversale.

NOTE 4 On peut habituellement vérifier ceci par examen ou mesurage.

Dans le cas des cours d'eau naturels ou des rivières, on n'obtient de telles conditions d'écoulement que si l'on dispose d'un chenal d'approche long et rectiligne de section uniforme et exempt de saillies sur la paroi ou au fond.

Sauf indication contraire, il faut respecter les conditions générales suivantes.

Après la construction du déversoir, le régime d'écoulement dans le chenal d'approche peut varier par suite de formation de dépôts en amont de la structure. Les variations du niveau de l'eau qui en résultent doivent être prises en considération dans le projet de la structure.

Dans un chenal artificiel, la section transversale doit être uniforme et le chenal doit être rectiligne sur une longueur d'au moins 10 fois sa largeur.

Si l'entrée du chenal d'approche se trouve dans un coude ou si le chenal est alimenté par une conduite, de section transversale plus petite, ou faisant un angle, on peut alors avoir besoin d'un chenal d'approche rectiligne sur une longueur plus grande afin d'obtenir une répartition régulière des vitesses. Aucun dispositif de tranquillisation ne doit être placé à une distance des points de mesure inférieure à 10 fois la hauteur de lame maximale à mesurer.

Dans certaines conditions, un ressaut peut apparaître en amont du dispositif de jaugeage, par exemple si le chenal d'approche est à forte pente. Si ce ressaut est à une distance en amont d'au moins 30 fois la hauteur de lame maximale, on peut effectuer le mesurage du débit, à condition qu'il existe bien une répartition régulière des vitesses au niveau de la station de jaugeage. Si le ressaut apparaît à moins de cette distance, il faut modifier les conditions d'approche et/ou le dispositif de jaugeage.

4.2.3 Structure du déversoir

La structure du déversoir doit être rigide, étanche et capable de résister aux écoulements de crue sans se déplacer, se déformer ou se casser. Le déversoir doit être perpendiculaire à la direction de l'écoulement et sa géométrie doit être conforme aux dimensions données dans la présente Norme internationale.

4.2.4 Chenal aval

Le chenal aval du déversoir est normalement sans importance si le déversoir a été conçu de façon à pouvoir fonctionner dans les conditions d'écoulement dénoyé. Si le déversoir a également été conçu pour les écoulements noyés, le chenal aval doit avoir une longueur droite d'au moins huit fois la hauteur de lame maximale à mesurer.

Un limnimètre doit être prévu en aval pour déterminer le rapport de submersion.

5 Entretien

L'entretien du dispositif de mesure et du chenal d'approche est important pour assurer des mesurages exacts et continus.

Il est primordial que le chenal d'approche au déversoir soit, dans toute la mesure du possible, maintenu propre et exempt de limon et de végétation sur une distance au moins égale à celle spécifiée en 4.2.2. Le puits à flotteur et l'entrée du chenal d'approche doivent également être maintenus propres et exempts de dépôts. La structure du déversoir doit être maintenue propre et exempte de tout dépôt de surface, et l'on doit prendre soin, au cours du nettoyage, de ne pas détériorer le seuil.

6 Mesurage du (des) niveau(x)

ISO 4362:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ac5920ee325/iso-4362-1992>

6.1 Généralités

Lorsqu'on a besoin de mesurages instantanés, les niveaux en amont et en aval du dispositif de mesure peuvent être mesurés au moyen d'une pointe limnimétrique recourbée, d'une pointe limnimétrique droite ou d'une échelle limnimétrique. Lorsqu'il faut un enregistrement continu, on peut utiliser un limnigraphe; toutefois, il est bien souvent préférable de mesurer le niveau dans un puits de mesure séparé afin de réduire l'influence des irrégularités de la surface de l'eau. D'autres méthodes de mesure sont acceptables si elles donnent l'exactitude requise.

Les débits calculés d'après les équations données dans la présente Norme internationale sont des débits-volumes. La masse volumique du liquide n'affecte pas le débit-volume pour un niveau donné, à condition que le niveau soit mesuré dans un liquide de même masse volumique. Si l'on effectue le mesurage dans un puits séparé, il peut être nécessaire de faire une correction pour tenir compte de la différence des masses volumiques, si la température du liquide dans le puits est sensiblement différente de celle du liquide en écoulement. Toutefois, on admet ici que les masses volumiques sont égales.

6.2 Puits de mesurage ou puits à flotteur

Si l'on utilise un puits de mesure, il doit être vertical et sa hauteur doit être de 0,6 m au-dessus du niveau maximal susceptible d'être enregistré dans le puits. Le fond du puits doit être au-dessous de l'élévation du seuil.

Le puits doit être relié au chenal d'approche par une tuyauterie de liaison ou une fente suffisamment grande pour permettre à l'eau dans le puits de suivre sans délai notable l'augmentation ou la diminution du niveau.

Toutefois, la tuyauterie de liaison ou la fente doit être aussi petite que possible, compte tenu des nécessités d'entretien, ou bien être pourvue d'un étranglement pour amortir les oscillations dues à des ondes de faible amplitude.

Le puits et la tuyauterie de liaison ou la fente doivent être étanches. Si l'on prévoit d'y loger le flotteur d'un enregistreur de niveau, le puits doit avoir un diamètre et une profondeur suffisants pour permettre la flottaison de ce flotteur quel que soit le niveau de l'eau. Le puits doit également être assez profond pour que le limon qui pourrait y pénétrer n'entraîne pas l'échouage du flotteur. L'installation d'un puits à flotteur peut comprendre une chambre intermédiaire, placée entre le puits de mesure et le chenal d'approche et ayant des proportions analogues à celles du puits de mesure pour que les sédiments puissent y décanter et être enlevés.

6.3 Repérage du zéro

Il faut prévoir des moyens exacts pour vérifier le repérage du zéro du dispositif de mesure des niveaux. Dans ce but, on peut utiliser un repère réglé avec exactitude sur le seuil du déversoir et fixé à demeure dans le chenal d'approche ou, le cas échéant, dans le puits de mesure ou le puits à flotteur.

Un contrôle du zéro, basé sur le niveau de l'eau quand l'écoulement cesse ou lorsqu'il vient de commencer, est sujet à de graves erreurs dues à l'influence de la tension superficielle, et ne doit pas être employé.

Lorsque la taille du déversoir et le niveau diminuent, les faibles erreurs de construction et celles commises dans le positionnement du zéro et la lecture de l'appareil de mesure du niveau, deviennent plus importantes.

7 Exigences particulières pour les déversoirs à profil trapézoïdal

7.1 Spécifications relatives au déversoir normalisé

Le déversoir se compose d'un parement amont de pente $1:Z_1$, d'un seuil horizontal et d'un parement aval de $1:Z_2$ (voir figure 1).

Les valeurs de Z_1 et Z_2 pour un déversoir à profil trapézoïdal normalisé selon la présente Norme internationale sont données au tableau 1.

Tableau 1 — Combinaisons de pentes amont et aval

Pente amont $1:Z_1$	Pente aval $1:Z_2$
1:1	1:5
1:2	1:2
1:2	1:3
1:2	1:5
1:3	1:3
1:3	1:5

L'intersection des parements aval et amont avec le seuil horizontal doit être rectiligne, à angles vifs,

bien définie et perpendiculaire à la direction de l'écoulement dans le chenal d'approche. Le seuil doit être une surface horizontale, rectangulaire et plane. Les surfaces du seuil et des parements doivent être lisses. La largeur du seuil, b , dans le sens perpendiculaire à l'écoulement doit être égale à la largeur du chenal dans lequel est situé le déversoir.

Le schéma d'un déversoir-type à profil trapézoïdal est donné à la figure 1.

7.2 Emplacement de la section de mesure de la hauteur de lame

Les piézomètres ou la station de pointes limnimétriques, permettant de mesurer la hauteur de lame sur le déversoir, doivent être placés à une distance suffisante en amont du déversoir, pour éviter la région d'abaissement de la surface. Ils doivent, toutefois, être placés suffisamment près du déversoir pour que la perte de charge entre la section de mesure et la section de contrôle sur le déversoir soit négligeable.

Il est recommandé que la section de mesure de la hauteur de lame se trouve à une distance égale à trois à quatre fois la hauteur de lame maximale (c'est-à-dire $3h_{max}$ à $4h_{max}$) du pied de la face amont du déversoir (voir figure 1).

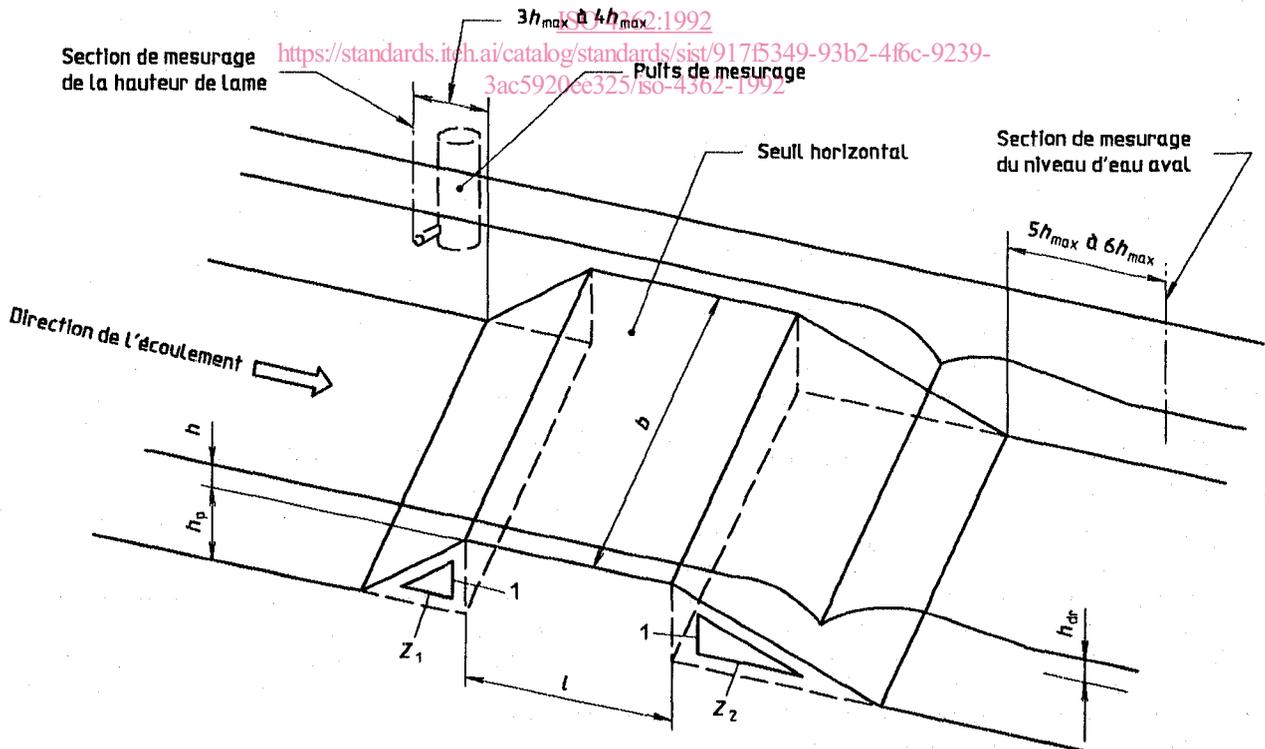


Figure 1 — Déversoir à profil trapézoïdal

7.3 Emplacement de la section de mesurage du niveau d'eau aval

Les piézomètres ou la station de pointes limnimétriques, permettant de mesurer le niveau d'eau aval, doivent être placés à une distance suffisante en aval du déversoir pour éviter les fluctuations de l'écoulement.

Il est généralement recommandé de situer cette section de mesurage à une distance égale à cinq à six fois la hauteur de lame maximale (c'est-à-dire $5h_{\max}$ à $6h_{\max}$), du pied de la face aval du déversoir, de façon à ce que le mesurage soit effectué en aval des instabilités de surface ou des ressauts éventuels.

7.4 Conditions pour un écoulement dénoyé

Un écoulement est dit dénoyé lorsqu'il est indépendant des variations du niveau aval. Les corrélations correspondant à chaque combinaison de pentes amont et aval pour une limite de submergence σ_c sont données en 8.2.3. Pour que le débit ne soit pas affecté de plus de 1 % par l'écoulement en régime fluvial dans le canal de fuite, le niveau d'eau dans celui-ci ne doit pas être supérieur à σ_c fois la hauteur de lame amont.

8 Formules de calcul de débit

8.1 Équation de débit

L'équation de débit pour les déversoirs à profil trapézoïdal est la suivante:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} C_D C_V C_{dr} \sqrt{g} b h^{3/2}$$

où

- Q est le débit sur le déversoir, en mètres cubes par seconde;
- C_D est le coefficient de débit, sans dimension;
- C_V est le coefficient de vitesse d'approche, sans dimension [$= (H/h)^{3/2}$, où H est la hauteur totale de charge, en mètres];
- C_{dr} est le coefficient d'écoulement noyé, sans dimension;
- g est l'accélération due à la pesanteur, en mètres par seconde carrée;
- b est la largeur du déversoir perpendiculairement à la direction de l'écoulement, en mètres;
- h est la hauteur de lame mesurée, en mètres.

8.2 Coefficients

8.2.1 Coefficient de vitesse d'approche, C_V

Le coefficient C_V est donné par l'équation implicite suivante:

$$C_V = \left[1 + \frac{4}{27} C_V^2 \left(\frac{C_D b h}{A} \right)^2 \right]^{3/2}$$

Les valeurs de C_V peuvent être déterminées à partir de la figure 2, en fonction de $C_D b h / A$, où A est l'aire de la section transversale du chenal dans la section de mesure de la hauteur de la lame, en mètres carrés.

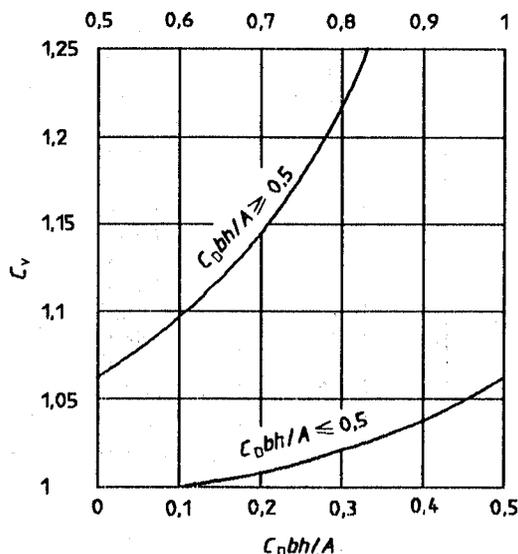


Figure 2 — Coefficient de vitesse d'approche, C_V

8.2.2 Coefficient de débit, C_D

Les valeurs du coefficient C_D en fonction de h/l sont données aux figures 3 et 4 et au tableau 2 pour les combinaisons de pente amont et aval données au tableau 1.

8.2.3 Limite de submergence, σ_c

La limite de submergence σ_c est fonction de h/l et des pentes amont et aval. Elle correspond au rapport de submersion $\sigma = h_{dr}/h$ (h_{dr} étant le niveau d'eau aval au-dessus du seuil) au-delà duquel la diminution de débit excède 1 % du débit en écoulement libre ou dénoyé. Les valeurs de σ_c en fonction de h/l , pour les différentes combinaisons de

pente spécifiées au tableau 1, sont données de la figure 5 à la figure 10.

8.2.4 Coefficient d'écoulement noyé, C_{dr}

Le coefficient C_{dr} est fonction de h/l et des pentes amont et aval. En régimes d'écoulement libre et noyé où le rapport de submersion est inférieur à la limite de submergence prescrite en 8.2.3, le coefficient d'écoulement noyé C_{dr} peut être pris égal à 1.

Lorsque le rapport de submersion dépasse la limite de submergence, la valeur de C_{dr} peut être déterminée à partir des figures 11 à 16, où C_{dr} est donné en fonction de h/l et σ , pour les différentes combinaisons de pente prescrites au tableau 1.

Tableau 2 — Variation du coefficient de débit C_D

h/l	C_D pour les combinaisons de pente amont et aval suivantes					
	$Z_1 = 1, Z_2 = 5$	$Z_1 = 2, Z_2 = 2$	$Z_1 = 2, Z_2 = 3$	$Z_1 = 2, Z_2 = 5$	$Z_1 = 3, Z_2 = 3$	$Z_1 = 3, Z_2 = 5$
0,1	0,908	0,936	0,936	0,936	0,946	0,946
0,2	0,920	0,952	0,952	0,952	0,963	0,963
0,3	0,928	0,964	0,964	0,964	0,974	0,974
0,4	0,938	0,974	0,974	0,974	0,984	0,984
0,5	0,949	0,985	0,985	0,985	0,992	0,992
0,6	0,962	1,000	0,999	0,998	1,003	1,003
0,7	0,976	1,018	1,014	1,012	1,014	1,012
0,8	0,988	1,036	1,029	1,025	1,028	1,022
0,9	1,002	1,052	1,042	1,035	1,041	1,032
1,0	1,014	1,066	1,054	1,046	1,054	1,042
1,1	1,026	1,080	1,067	1,056	1,066	1,050
1,2	1,038	1,094	1,080	1,066	1,076	1,058
1,3	1,049	1,106	1,092	1,076	1,086	1,064
1,4	1,060	1,120	1,102	1,085	1,096	1,071
1,5	1,072	1,130	1,112	1,092	1,103	1,078
1,6	1,082	1,140	1,121	1,098	1,110	1,084
1,7	1,090	1,150	1,130	1,104	1,116	1,090
1,8	1,098	1,158	1,138	1,109	1,122	1,096
1,9	1,103	1,165	1,145	1,114	1,128	1,102
2,0	1,108	1,173	1,152	1,119	1,133	1,106
2,1	1,113	1,180	1,158	1,123	1,138	1,110
2,2	1,116	1,187	1,164	1,127	1,142	1,114
2,3	1,119	1,194	1,168	1,130	1,146	1,116
2,4	1,121	1,200	1,171	1,133	1,149	1,120
2,5	1,124	1,206	1,174	1,136	1,152	1,122
2,6	1,126	1,212	1,176	1,139	1,156	1,126
2,7	1,128	1,216	1,178	1,140	1,160	1,128
2,8	1,130	1,220	1,181	1,142	1,164	1,132
2,9	1,132	1,222	1,183	1,143	1,166	1,134
3,0	1,134	1,224	1,185	1,144	1,168	1,135

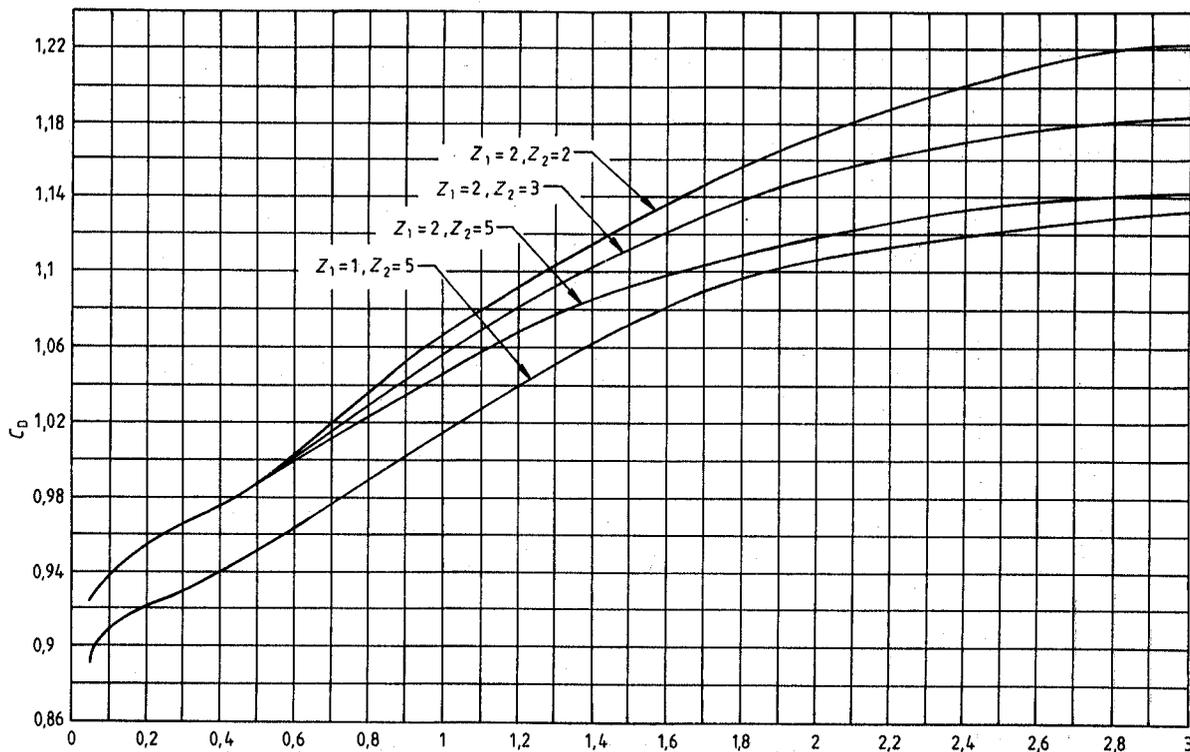


Figure 3 — Variation du coefficient de débit pour $Z_1 = 1$ et $Z_1 = 2$
(standards.iteh.ai)

ISO 4362:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917f5349-93b2-4ffc-9239-3ac5920ee325/iso-4362-1992>

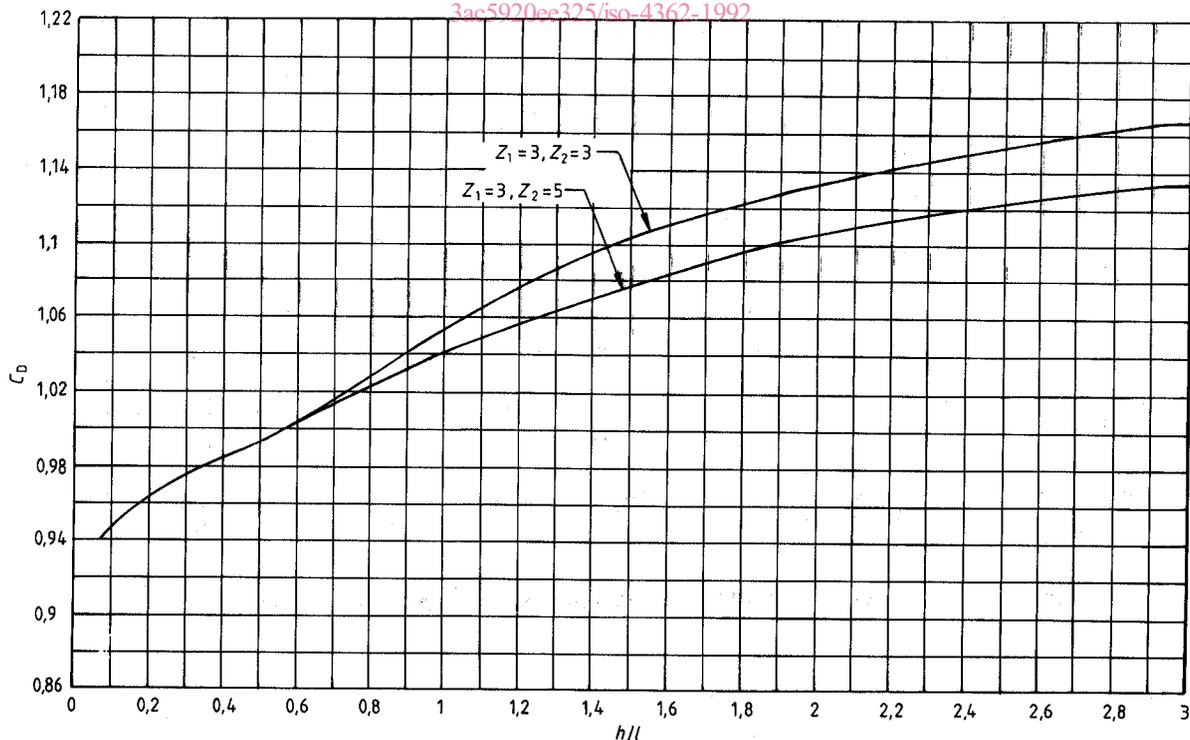


Figure 4 — Variation du coefficient de débit pour $Z_1 = 3$

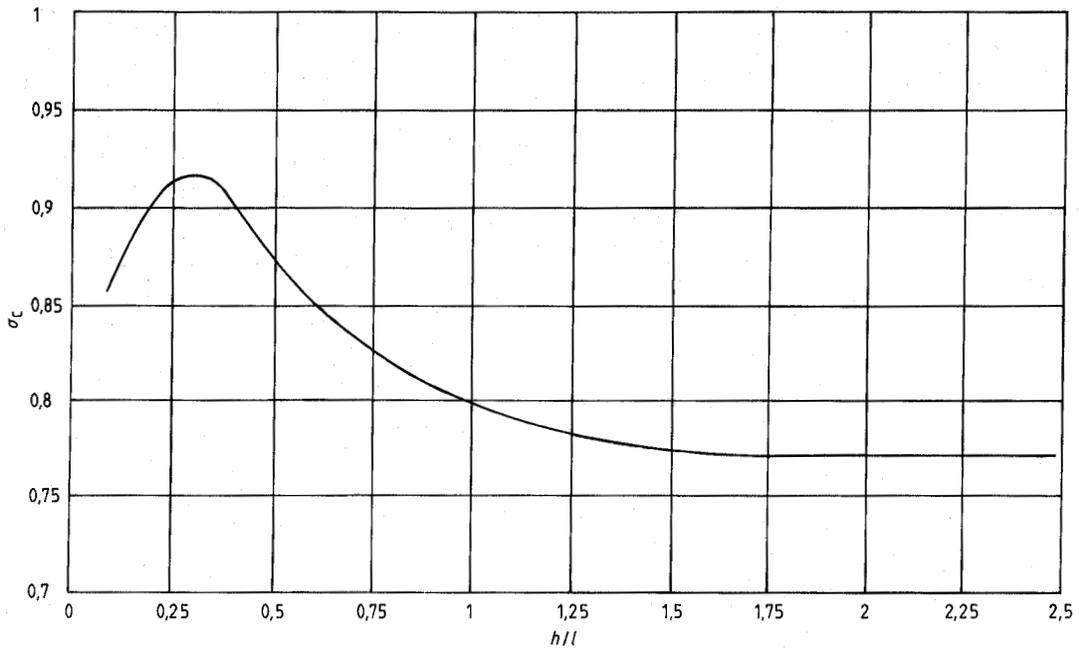


Figure 5 — Variation de la limite de submergence σ_c pour $Z_1 = 1$ et $Z_2 = 5$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

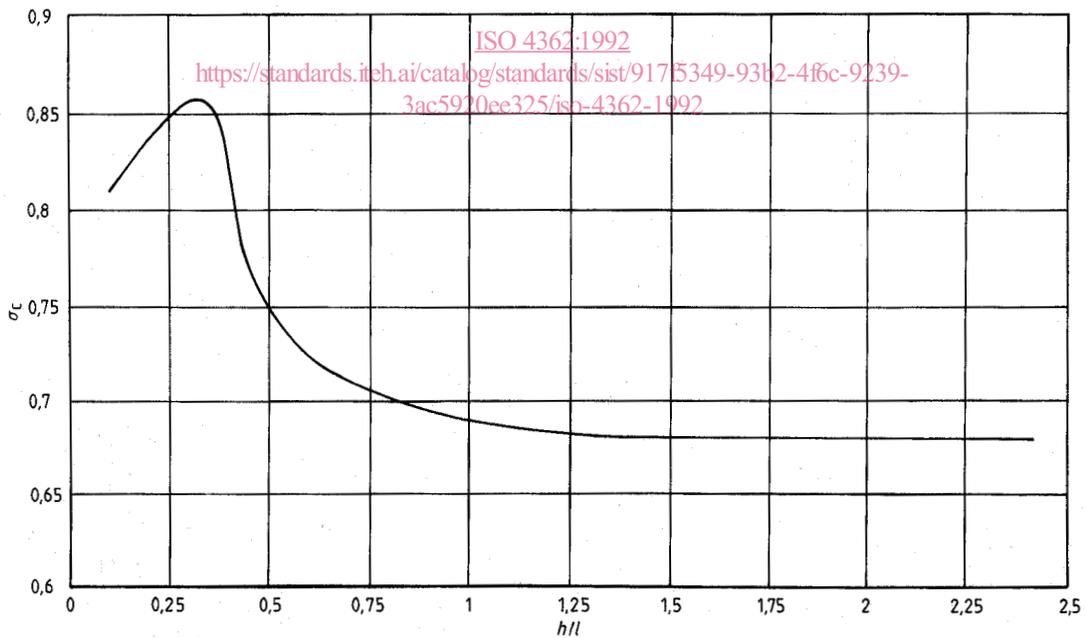


Figure 6 — Variation de la limite de submergence σ_c pour $Z_1 = 2$ et $Z_2 = 2$

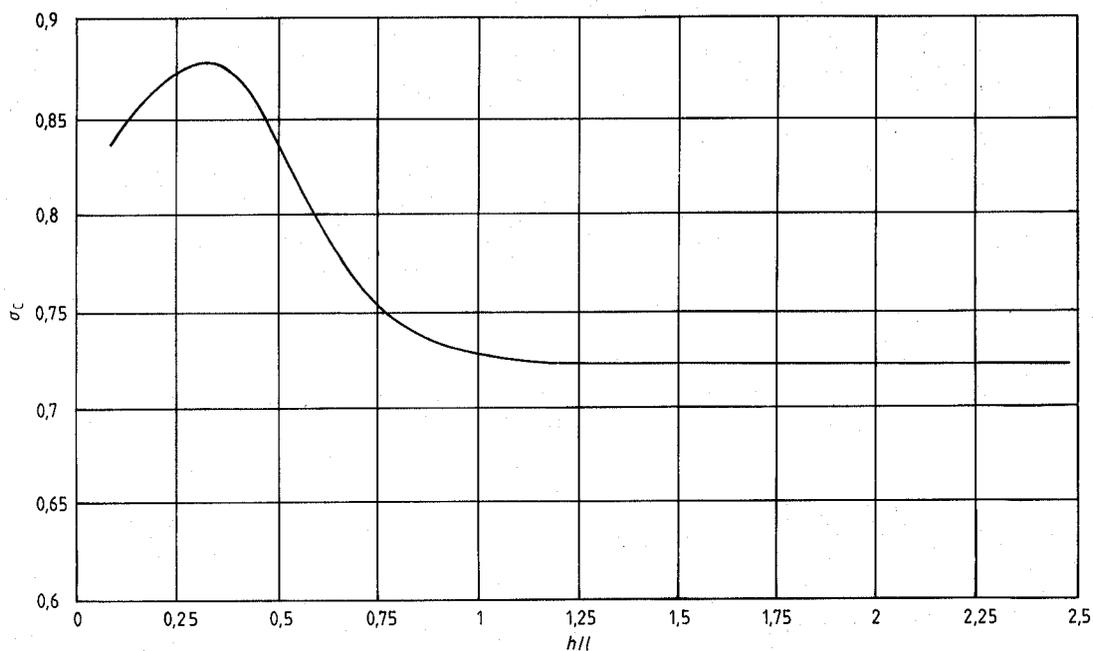


Figure 7 — Variation de la limite de submergence σ_c pour $Z_1 = 2$ et $Z_2 = 3$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

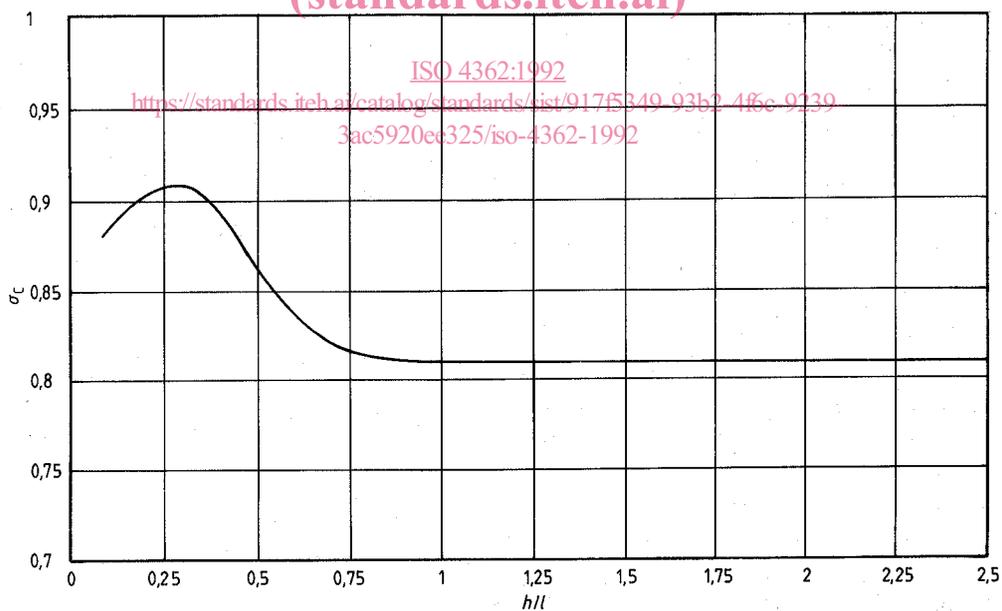


Figure 8 — Variation de la limite de submergence σ_c pour $Z_1 = 2$ et $Z_2 = 5$