

NORME
INTERNATIONALE

ISO
3846

Deuxième édition
1989-11-15

**Mesure de débit des liquides dans les canaux
découverts au moyen de déversoirs et de
canaux-jaugeurs — Déversoirs rectangulaires à
seuil épais**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)
*Liquid flow measurement in open channels by weirs and flumes — Rectangular
broad-crested weirs*

[ISO 3846:1989](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7065f612-fc64-44e1-ae79-4764ca19d49a/iso-3846-1989>

INTERNATIONAL

ISO



Numéro de référence
ISO 3846 : 1989 (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 approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 3846 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 113, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 3846 : 1977), dont elle constitue une révision technique.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation

Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts au moyen de déversoirs et de canaux-jaugeurs — Déversoirs rectangulaires à seuil épais

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie le mode d'emploi des déversoirs rectangulaires à seuil épais, pour le mesurage du débit d'eau claire dans les chenaux dans des conditions d'écoulement libre.

Les annexes A, B et C font partie intégrante de la présente Norme internationale.

2 Références

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

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

ISO 1100-1, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Partie 1: Établissement et exploitation d'une station de jaugeage.*

ISO 5168, *Mesure de débit des fluides — Calcul de l'erreur-limite sur une mesure de débit.*

ISO 8368, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Principes directeurs pour le choix d'un dispositif de jaugeage.*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 772 sont applicables. Les symboles utilisés dans la présente Norme internationale sont donnés dans l'annexe A.

4 Installation

Les conditions relatives à l'étude préliminaire, au choix de l'emplacement, à l'installation, au chenal d'approche, à l'entretien, au mesurage de la hauteur de lame et aux puits de mesu-

rage ou aux puits à flotteur, qui sont généralement nécessaires pour le mesurage du débit, sont données en 4.1, 4.2 et aux chapitres 5 et 6. Les conditions particulières aux déversoirs rectangulaires à seuil épais sont données séparément dans le chapitre 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 au moyen d'un déversoir.

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

- existence d'une longueur suffisante de chenal, à section régulière;
- répartition des vitesses existantes;
- éviter, si possible, un chenal à forte pente (voir 4.2.2);
- effets de l'augmentation du niveau de l'eau en amont, due au dispositif de mesurage;
- conditions aval, y compris les influences telles que marées, confluent avec d'autres cours d'eau, écluses, barrages et autres sections de contrôle qui peuvent provoquer un écoulement noyé;
- imperméabilité du sol sur lequel doit reposer le dispositif de mesurage et nécessité de procéder à un compactage, à un jointoiment ou à tout autre moyen d'éviter l'infiltration;
- nécessité pour les rives de retenir le débit maximal de crue dans le chenal;
- stabilité des rives et nécessité de nettoyer et/ou de garnir d'un revêtement les chenaux naturels;
- suppression des rochers ou des galets qui se trouvent dans le lit des chenaux d'approche;

j) effet du vent qui peut avoir une influence considérable sur l'écoulement dans une rivière ou sur un déversoir, en particulier lorsque ceux-ci sont larges et la hauteur de lame est faible, et que le vent dominant est dans une direction transversale.

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.

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

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

Il existe plusieurs méthodes pour obtenir une indication plus précise de la répartition irrégulière des vitesses, telles que bâtons de vitesse, flotteurs ou solutions concentrées de colorants qui peuvent être employés pour de petits chenaux; la dernière méthode sert à vérifier les conditions au fond du chenal. Une estimation complète et quantitative de la répartition des vitesses peut être obtenue au moyen d'un moulinet. Les renseignements sur l'emploi des moulinets sont donnés dans l'ISO 748.

4.2 Conditions d'installation

4.2.1 Spécifications générales

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 la précision totale des mesurages.

Les conditions exigées pour l'installation comprennent des caractéristiques telles que l'état de surface du déversoir, la forme de la section transversale du chenal, la rugosité du chenal et l'influence des appareils de contrôle en amont ou en aval du dispositif de jaugeage.

La répartition et la direction des vitesses ont une influence importante sur le fonctionnement du déversoir, ces facteurs étant déterminés par les caractéristiques mentionnées précédemment.

Lorsque le déversoir a été installé, l'utilisateur doit empêcher toute modification qui pourrait affecter les caractéristiques de l'écoulement.

4.2.2 Chenal d'approche

Sur toutes les installations, l'écoulement dans le chenal d'approche doit se faire en régime fluvial, sans perturbation, et la répartition des vitesses doit être aussi normale que possible pour toute la section transversale. On peut habituellement la

vérifier par examen ou mesurage. Dans le cas des cours d'eau naturels ou des rivières, on n'y parvient que si l'on dispose d'un chenal d'approche long et rectiligne, exempt de saillies dans l'écoulement. Les conditions générales suivantes doivent être respectées.

a) Les changements apportés au régime d'écoulement par la construction du déversoir peuvent faire naître des dépôts en amont de la construction, ce qui, à la longue, pourrait modifier le régime. Les variations du niveau de l'eau qui en résultent doivent être prises en considération dans le projet des stations de jaugeage.

b) Dans un chenal artificiel, la section transversale doit être uniforme et le chenal doit être rectiligne sur une longueur au moins égale à 10 fois la largeur au niveau du plan d'eau.

c) Dans les cours d'eau naturels ou les rivières, la section transversale doit être raisonnablement uniforme et le chenal doit être rectiligne de longueur suffisante pour assurer une répartition régulière des vitesses.

d) Si l'entrée du chenal d'approche se trouve dans un coude ou si le chenal est alimenté par une conduite, par un chenal de section transversale plus petite, ou en faisant un angle, on peut alors avoir besoin d'un chenal d'approche rectiligne de longueur plus grande afin d'obtenir une répartition régulière des vitesses.

e) Aucun tranquilliseur ne doit être placé à une distance du point de mesurage inférieure à 10 fois la hauteur de lame maximale à mesurer.

f) 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 au moins égale à 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 et que le nombre de Froude dans cette section soit inférieur à 0,3.

Si un ressaut se produit à une distance inférieure, les conditions d'approche et/ou le dispositif de jaugeage doivent être modifiés.

4.2.3 Dispositif de mesurage

Le dispositif de mesurage doit être rigide, étanche et capable de résister aux écoulements de crue sans déformation ni cassure. Il doit être perpendiculaire à la direction de l'écoulement et conforme aux dimensions données dans les chapitres correspondants.

4.2.4 Aval du dispositif de mesurage

La nappe ne doit pas être aérée afin que l'eau soit maintenue en dessous de la nappe lorsqu'elle jaillit de la crête, notamment pour des valeurs de h_1/L élevées. Cette condition ne peut être remplie que si le chenal aval est rectangulaire et de même largeur que le déversoir sur une distance de deux fois la hauteur de lame maximale en aval de la face aval du déversoir.

Le chenal plus loin en aval du dispositif de mesurage est généralement sans importance, à condition que le déversoir ait été conçu de telle façon que l'écoulement soit dénoyé dans toutes les conditions d'emploi.

Toutefois, le niveau de l'eau peut être suffisamment monté pour noyer le déversoir si les changements apportés au régime d'écoulement par la construction du déversoir peuvent faire naître des dépôts immédiatement en aval du dispositif de mesurage ou si des travaux des cours d'eau sont entrepris à une date ultérieure.

Par conséquent, il faut supprimer toute accumulation de matériaux en aval du dispositif de mesurage.

5 Entretien — Spécifications générales

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

Il est primordial que le chenal d'approche jusqu'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.

Le déversoir doit être maintenu propre et exempt de tout dépôt de surface, et l'on doit prendre soin, au cours du nettoyage, de ne pas en détériorer le seuil.

6 Mesurage de la hauteur de lame

6.1 Spécifications générales

La hauteur de lame en amont du dispositif de mesurage peut être mesurée au moyen d'une pointe limnimétrique recourbée, d'une pointe limnimétrique droite ou d'une échelle limnimétrique lorsqu'on a besoin de mesurages instantanés, ou au moyen d'un limnigraphe lorsqu'il faut un enregistrement continu. Dans beaucoup de cas, il est préférable de mesurer la hauteur de lame dans un puits de mesurage séparé afin de réduire l'influence des irrégularités de la surface.

Les débits obtenus d'après la formule de calcul sont des débits-volumes, et la masse volumique du liquide n'affecte pas le débit-volume pour une hauteur de lame donnée, à condition que la hauteur de lame soit mesurée 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.

Il faut s'assurer, cependant, que le limnimètre n'est pas situé dans une poche ou une poche d'eau morte, mais qu'il mesure bien la hauteur piézométrique.

6.2 Puits de mesurage ou puits à flotteur

Si l'on utilise un puits de mesurage, il doit être vertical et doit s'étendre au moins de 0,6 m au-dessus du niveau d'eau maximal susceptible d'être enregistré dans le puits.

Il 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 de la hauteur de lame. Le niveau de la tuyauterie de liaison doit être d'au moins 0,1 m au-dessous du niveau de la crête.

Toutefois, la tuyauterie de liaison ou la fente doit être aussi petite qu'il est compatible avec un entretien facile, ou bien la tuyauterie ou la fente doit 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 l'utilisation d'un limnimètre à flotteur, le puits doit avoir un diamètre et une profondeur adaptés au flotteur.

Le puits doit également être assez profond pour que le limon qui pourrait y pénétrer n'entraîne pas l'échouage du flotteur. L'installation du puits à flotteur peut comprendre une chambre intermédiaire, placée entre le puits de mesurage et le chenal d'approche, ayant des proportions analogues à celles du puits de mesurage pour que le limon s'y décante. La tuyauterie peut être pourvue de vannes en vue de faciliter son entretien.

Des renseignements plus détaillés sur le puits de mesurage peuvent être obtenus de l'ISO 1100-1.

6.3 Repérage du zéro

Il faut prévoir pour vérifier la position du zéro du dispositif de mesurage de la hauteur de lame, un dispositif avec un niveau de référence rattaché au niveau du déversoir.

Le contrôle du zéro, basé sur le niveau de l'eau quand l'écoulement cesse, est sujet à de graves erreurs dues à l'influence de la tension superficielle, et cette méthode ne doit pas être employée.

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

7 Déversoirs rectangulaires à seuil épais

7.1 Spécifications relatives au déversoir normalisé

Le seuil du déversoir normalisé doit être lisse, horizontal et former une surface plane rectangulaire (dans les présentes spécifications, une surface « lisse » doit avoir un état de surface équivalent à celui d'une feuille métallique laminée). La largeur du seuil perpendiculaire à la direction de l'écoulement doit être égale à la largeur du chenal dans lequel le déversoir est placé. Les faces amont et aval du déversoir doivent être lisses, verticales, planes et perpendiculaires aux côtés et au fond du chenal dans lequel le déversoir est placé. La face amont, en particulier, doit former un angle droit à arête vive à son intersection avec le plan du seuil.

Si l'angle amont du déversoir est légèrement arrondi, le coefficient de débit peut augmenter considérablement.

Un schéma type de déversoir est représenté à la figure 1.

7.2 Emplacement de la section de mesurage de la hauteur de lame

Des piézomètres ou une 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. D'autre part, ils doivent être placés suffisamment près du déversoir pour que la perte de charge, entre la section de mesurage et la section de contrôle sur le déversoir, soit négligeable. Il est recommandé que la section de mesurage de la hauteur de lame soit choisie à une distance égale à trois ou quatre fois la hauteur de lame maximale (c'est-à-dire $3h_{1,max}$ à $4h_{1,max}$), en amont de la face amont du déversoir.

7.3 Dispositions à prendre pour un écoulement dénoyé

L'écoulement par-dessus un déversoir rectangulaire à seuil épais n'est pas affecté par les niveaux d'eau aval si le niveau de la crête est choisi de telle façon que le rapport de submersion ne dépasse pas la limite modulaire. La limite modulaire est donnée dans l'annexe B.

8 Formule de débit

8.1 Formule

La formule du débit est basée sur l'utilisation de la hauteur de lame mesurée :

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} b C h_1^{3/2} \dots (1)$$

où

- Q est le débit;
- g est l'accélération due à la pesanteur;
- b est la largeur du déversoir, perpendiculairement à la direction de l'écoulement;
- C est le coefficient de débit en fonction de la hauteur de lame mesurée;
- h_1 est la hauteur de lame mesurée à l'amont par rapport au seuil.

8.2 Coefficient de débit

Le coefficient de débit en fonction de la hauteur de lame mesurée, C , est donné à la figure 2 et au tableau en fonction de h_1/L et de h_1/p , où L est la longueur du déversoir dans la direction de l'écoulement et p est la hauteur du déversoir par rapport au fond du chenal d'approche.

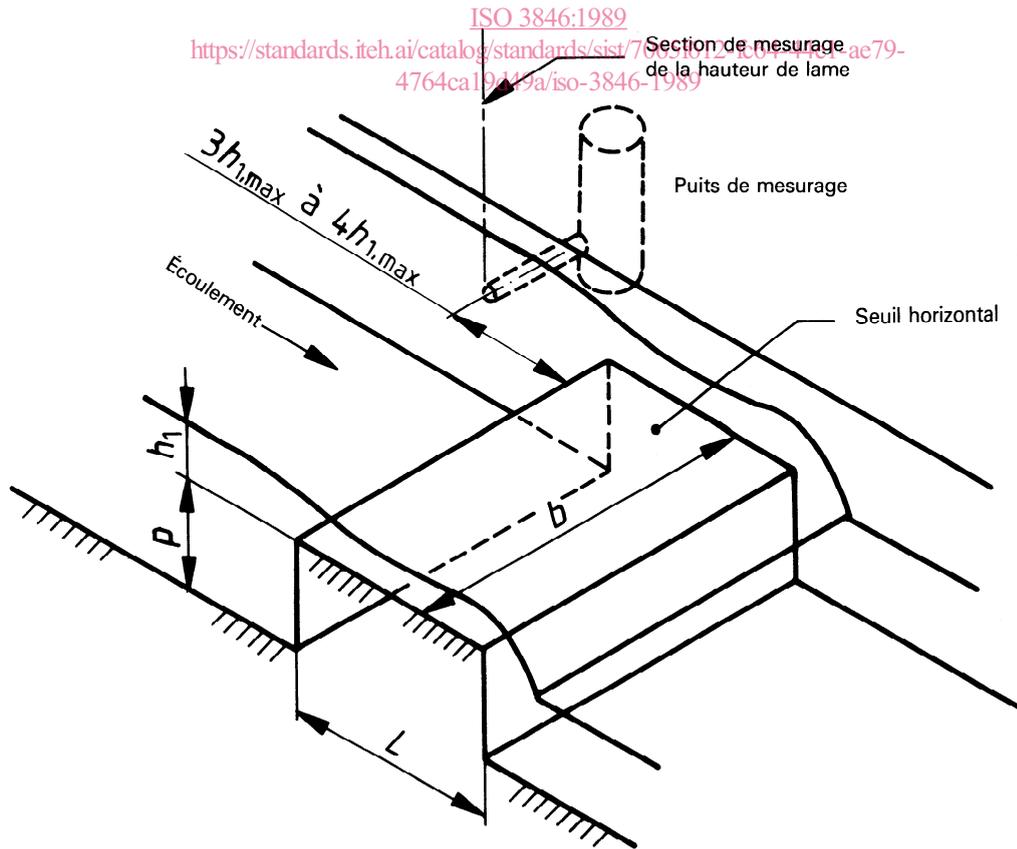
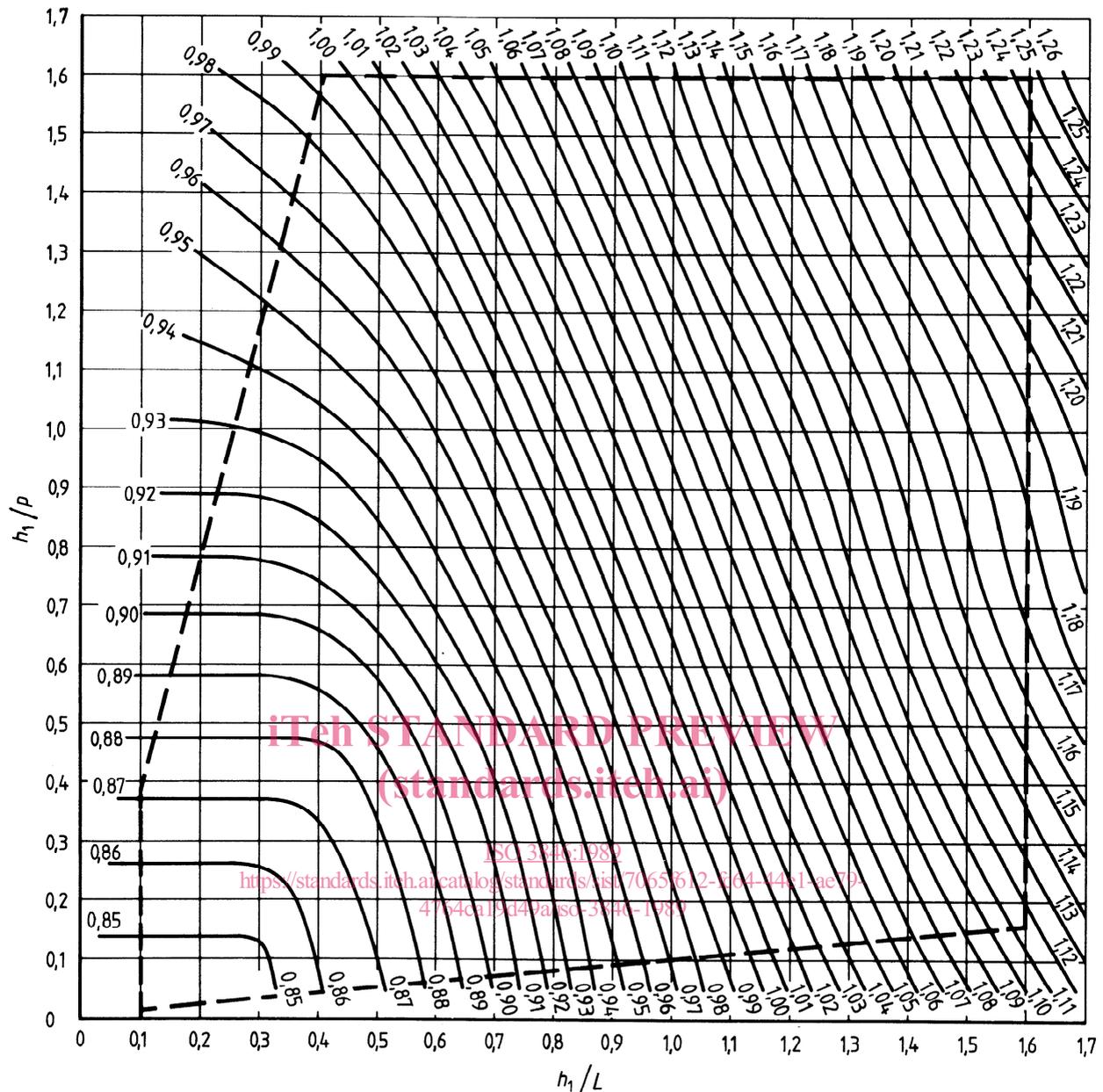


Figure 1 — Déversoir rectangulaire à seuil épais



NOTE — Pour la signification des lignes pointillées, voir 8.3.

Figure 2 — Coefficient de débit, C , en fonction de h_1/p et h_1/L

Tableau — Coefficients de débit en fonction de la hauteur de lame mesurée

| h_1/p | Coefficient de débit, C , pour les valeurs de h_1/L suivantes | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 |
| 0,1 | 0,850 | 0,850 | 0,850 | 0,861 | 0,870 | 0,885 | 0,893 | 0,925 | 0,948 | 0,971 | 0,993 | 1,016 | 1,039 | 1,062 | 1,085 | 1,106 | 1,130 | 1,148 |
| 0,2 | 0,855 | 0,855 | 0,855 | 0,864 | 0,874 | 0,888 | 0,907 | 0,930 | 0,954 | 0,977 | 1,001 | 1,026 | 1,050 | 1,074 | 1,096 | 1,120 | 1,142 | 1,159 |
| 0,3 | 0,864 | 0,864 | 0,864 | 0,868 | 0,879 | 0,894 | 0,913 | 0,936 | 0,961 | 0,986 | 1,011 | 1,037 | 1,061 | 1,085 | 1,110 | 1,132 | 1,152 | 1,169 |
| 0,4 | 0,873 | 0,873 | 0,873 | 0,874 | 0,885 | 0,901 | 0,920 | 0,945 | 0,969 | 0,995 | 1,021 | 1,047 | 1,072 | 1,097 | 1,122 | 1,144 | 1,163 | 1,180 |
| 0,5 | 0,882 | 0,882 | 0,882 | 0,883 | 0,894 | 0,909 | 0,929 | 0,954 | 0,978 | 1,005 | 1,032 | 1,057 | 1,083 | 1,109 | 1,133 | 1,154 | 1,173 | 1,188 |
| 0,6 | 0,892 | 0,892 | 0,892 | 0,894 | 0,904 | 0,920 | 0,941 | 0,964 | 0,990 | 1,016 | 1,043 | 1,067 | 1,094 | 1,120 | 1,143 | 1,164 | 1,182 | 1,196 |
| 0,7 | 0,901 | 0,901 | 0,901 | 0,906 | 0,916 | 0,932 | 0,952 | 0,975 | 1,000 | 1,026 | 1,052 | 1,077 | 1,104 | 1,129 | 1,152 | 1,171 | 1,188 | 1,203 |
| 0,8 | 0,911 | 0,911 | 0,912 | 0,916 | 0,926 | 0,942 | 0,962 | 0,985 | 1,010 | 1,036 | 1,062 | 1,086 | 1,112 | 1,136 | 1,158 | 1,176 | 1,194 | 1,209 |
| 0,9 | 0,921 | 0,921 | 0,922 | 0,926 | 0,936 | 0,952 | 0,972 | 0,996 | 1,021 | 1,046 | 1,072 | 1,096 | 1,120 | 1,143 | 1,163 | 1,181 | 1,199 | 1,214 |
| 1,0 | 0,929 | 0,929 | 0,931 | 0,936 | 0,946 | 0,962 | 0,982 | 1,006 | 1,031 | 1,056 | 1,081 | 1,106 | 1,128 | 1,150 | 1,169 | 1,187 | 1,204 | 1,220 |
| 1,1 | 0,935 | 0,937 | 0,940 | 0,946 | 0,956 | 0,972 | 0,993 | 1,017 | 1,042 | 1,066 | 1,092 | 1,115 | 1,138 | 1,159 | 1,177 | 1,195 | 1,212 | 1,228 |
| 1,2 | 0,941 | 0,944 | 0,949 | 0,956 | 0,966 | 0,982 | 1,004 | 1,028 | 1,053 | 1,077 | 1,103 | 1,126 | 1,148 | 1,168 | 1,186 | 1,204 | 1,222 | 1,237 |
| 1,3 | 0,946 | 0,951 | 0,957 | 0,966 | 0,977 | 0,993 | 1,016 | 1,040 | 1,063 | 1,089 | 1,114 | 1,136 | 1,158 | 1,178 | 1,196 | 1,214 | 1,232 | 1,250 |
| 1,4 | 0,953 | 0,959 | 0,967 | 0,975 | 0,986 | 1,005 | 1,028 | 1,050 | 1,075 | 1,101 | 1,124 | 1,147 | 1,168 | 1,187 | 1,206 | 1,224 | 1,244 | 1,266 |
| 1,5 | 0,961 | 0,968 | 0,975 | 0,984 | 0,997 | 1,018 | 1,040 | 1,061 | 1,086 | 1,111 | 1,134 | 1,156 | 1,176 | 1,196 | 1,215 | 1,235 | 1,258 | 1,277 |
| 1,6 | 0,972 | 0,978 | 0,985 | 0,994 | 1,010 | 1,030 | 1,050 | 1,073 | 1,096 | 1,119 | 1,142 | 1,164 | 1,184 | 1,204 | 1,224 | 1,245 | 1,268 | 1,289 |

NOTE — Les valeurs recommandées sont celles qui se trouvent entre les lignes grasses.

Les valeurs intermédiaires de C peuvent être obtenues par interpolation linéaire.

Le coefficient de débit, C , a une valeur constante de 0,85 dans la gamme $0,1 < h_1/L < 0,3$ et pour $h_1/p < 0,15$.

Sur la base de la variation de C en fonction de h_1/L , une distinction peut être faite entre les types d'écoulement suivants (voir figure 3) :

- a) écoulement sur seuil épais, $0,1 < h_1/L < 0,4$: l'écoulement au-dessus du déversoir est parallèle au seuil sur une certaine portion;
- b) écoulement sur seuil étroit, $0,4 < h_1/L < 1,6$: l'écoulement est complètement curviligne;

NOTE — La distinction entre le coefficient de débit en fonction de la hauteur de lame mesurée et le coefficient de débit en fonction de la charge totale est expliquée dans l'annexe C.

8.3 Limites

Les limites générales suivantes sont recommandées.

Pour éviter les effets de la tension superficielle et les effets visqueux, $h_1 > 0,06$ m, $b > 0,30$ m et $p > 0,15$ m.

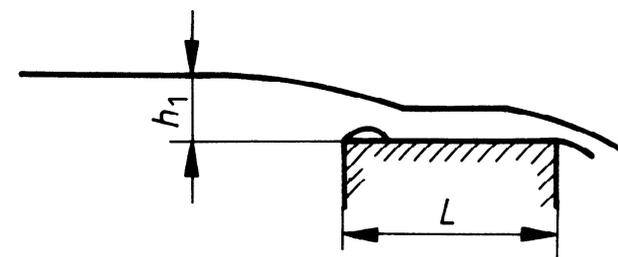
Aucune donnée d'étalonnage n'est disponible au-delà des limites pratiques, $0,1 < L/p < 4,0$ et $0,1 < h_1/L < 1,6$.

Pour éviter les niveaux d'eau instables, $h_1/p < 1,6$.

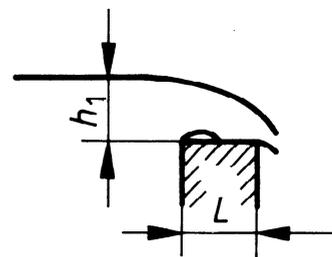
Ces limites ont été indiquées par des lignes pointillées sur la figure 2.

8.4 Exactitude

8.4.1 L'exactitude relative des mesurages de débit, effectués avec ces déversoirs, dépend de l'exactitude des mesurages de la hauteur de lame, des dimensions du déversoir et de l'exactitude du coefficient qui s'applique au déversoir utilisé.



a) Déversoir à seuil épais
 $0,1 < h_1/L < 0,4$



b) Déversoir à seuil étroit
 $0,4 < h_1/L < 1,6$

Figure 3 — Schémas montrant l'écoulement au-dessus des déversoirs à seuil épais et à seuil étroit

8.4.2 En construisant et en installant ces déversoirs avec le plus grand soin, l'incertitude systématique (en pourcentage) sur le coefficient de débit peut être déduite de l'équation

$$X''_C = \pm [1,5 + (h_1/p)^2].$$

L'incertitude aléatoire telle que dérivée de la recherche utilisée pour déterminer le coefficient peut être supposée égale à $X'_C = \pm 1\%$ dans ce cas.

8.4.3 La méthode selon laquelle les incertitudes sur les coefficients doivent être combinées aux incertitudes provenant d'autres sources est donnée dans le chapitre 9.

9 Incertitudes sur les mesures de débit

Le présent chapitre a pour but de fournir les informations de base nécessaires à l'utilisateur de la présente Norme internationale pour évaluer l'incertitude sur une mesure de débit.

9.1 Généralités

9.1.1 Il convient de se reporter à l'ISO 5168.

9.1.2 On peut évaluer l'incertitude totale sur une mesure de débit si les incertitudes provenant de différentes sources sont combinées. En général, on peut évaluer ces composantes de l'incertitude totale, qui indiquent si le débit peut être mesuré ou non avec une précision suffisante pour le cas considéré.

9.1.3 L'erreur peut être définie comme étant la différence entre le débit réel et celui calculé à partir de la formule pour un déversoir construit et installé conformément à la présente Norme internationale.

Le terme «incertitude» sera employé pour désigner l'écart par rapport à la valeur réelle du débit, à l'intérieur duquel la mesure doit se trouver environ 19 fois sur 20 (au niveau de confiance de 95 %).

9.2 Sources d'erreur

9.2.1 On peut identifier les sources d'erreur d'une mesure de débit en considérant la formule du débit

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} g^{1/2} b C h_1^{3/2}$$

où

$\left(\frac{2}{3}\right)^{3/2}$ est une constante numérique sur laquelle on ne fait pas d'erreur;

g est l'accélération due à la pesanteur (elle varie selon le lieu, mais en général sa variation est suffisamment faible pour être négligée dans les mesures du débit).

9.2.2 Les seules sources d'erreur à considérer sont les suivantes :

- le coefficient de débit, C (les valeurs numériques des incertitudes sur C sont données en 8.4);
- le mesurage des dimensions du dispositif de mesure, par exemple la largeur, b , du déversoir;
- le mesurage de la hauteur de lame, h_1 .

9.2.3 Les incertitudes sur b et h doivent être évaluées par l'utilisateur. L'incertitude sur la mesure de ces dimensions dépendra de l'exactitude avec laquelle on peut mesurer le dispositif une fois construit; en pratique, cette incertitude peut s'avérer négligeable par rapport aux autres. L'incertitude sur la mesure de la hauteur de lame dépendra de l'exactitude de l'appareil de mesure de cette hauteur, de la détermination du zéro du dispositif de mesure de la hauteur de lame et de la méthode employée. Cette incertitude peut être faible si l'on emploie un vernier ou un micromètre et si le repérage du zéro est fait avec une exactitude comparable.

9.3 Types d'erreur

9.3.1 Les erreurs peuvent être aléatoires ou systématiques; les premières affectent la reproductibilité (fidélité) du mesurage, les secondes affectent sa véritable exactitude.

9.3.2 L'écart-type d'un ensemble de n mesures d'une grandeur Y obtenues dans des conditions stables peut être évalué à partir de la formule suivante :

$$s_Y = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

où \bar{Y} est la moyenne arithmétique de n mesures.

L'écart-type de la moyenne est donc donné par :

$$s_{\bar{Y}} = \frac{s_Y}{\sqrt{n}}$$

et l'incertitude sur la moyenne est égale à $2 s_{\bar{Y}}$ (au niveau de confiance de 95 %). Cela constitue la part des erreurs aléatoires dans l'incertitude totale pour toute série de mesurages expérimentaux.

NOTE — Le facteur de 2 suppose que n a une valeur élevée. Pour $n = 6$, le facteur devrait être 2,6; $n = 8$ exige un facteur de 2,4; $n = 10$ exige un facteur de 2,3; $n = 15$ exige un facteur de 2,1.

9.3.3 Une mesure peut également contenir une erreur systématique; la moyenne d'un nombre même très grand de mesures serait alors différente de la vraie valeur de la grandeur mesurée. Par exemple, une erreur dans le repérage du zéro du dispositif de mesure du niveau de l'eau par rapport au niveau de la crête, produit une différence systématique entre la valeur moyenne mesurée et la valeur réelle. La répétition de la mesure n'élimine pas les erreurs systématiques; la valeur réelle ne pourrait être déterminée que par un mesurage distinct qui serait plus précis.

9.4 Incertitudes sur les valeurs des coefficients

9.4.1 Toutes les erreurs de cette catégorie sont des erreurs aléatoires et systématiques.

9.4.2 Les valeurs des coefficients de débit, C , indiquées dans la présente Norme internationale sont basées sur les résultats d'expériences, qui, on peut le supposer, ont été faites soigneusement, avec un nombre suffisant de lectures pour obtenir une moyenne de grande fidélité. Cependant, lorsque les mesurages sont faits sur d'autres installations semblables, des écarts systématiques peuvent survenir entre les coefficients de débit, que l'on peut attribuer aux différences de l'état de surface du dispositif à son installation, aux conditions amont, à l'effet d'échelle entre le modèle et le dispositif sur site, etc.

9.4.3 Les incertitudes sur les coefficients de débit, indiquées en 8.4, sont fondées sur le calcul de l'écart entre des données expérimentales provenant de différentes sources et les formules de calcul données. Les valeurs suggérées pour les incertitudes représentent donc la compilation des constatations et des expériences disponibles.

9.5 Incertitudes sur les grandeurs mesurées par l'utilisateur

9.5.1 Les mesures faites par l'utilisateur présentent des erreurs aléatoires et systématiques.

9.5.2 Puisque ni les méthodes de mesure, ni la manière de les effectuer ne sont précisées, il est impossible de donner des valeurs numériques pour ces incertitudes; elles doivent être évaluées par l'utilisateur. Par exemple, la considération de la méthode de mesure de la largeur du déversoir devrait permettre à l'utilisateur de déterminer l'incertitude sur cette grandeur.

9.5.3 L'incertitude sur la hauteur de lame mesurée doit être déterminée à partir d'une évaluation des différentes sources d'erreur, c'est-à-dire les incertitudes sur le repérage du zéro, les effets du vent dominant, la sensibilité du dispositif de mesure, le jeu dans le matériel de mesure (le cas échéant) et l'incertitude résiduelle sur la valeur moyenne d'une série de mesures (le cas échéant).