

---

---

**Structures de mesure du débit —  
Canaux jaugeurs à col rectangulaire, à  
col trapézoïdal et à col en U**

*Flow measurement structures — Rectangular, trapezoidal and  
U-shaped flumes*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4359:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f275b82c-c37b-4fc1-b9af-18cd3ec27c94/iso-4359-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4359:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f275b82c-c37b-4fc1-b9af-18cd3ec27c94/iso-4359-2022>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Symboles</b> .....	<b>2</b>
<b>5 Types de canaux jaugeurs et principes de fonctionnement</b> .....	<b>3</b>
<b>6 Installation</b> .....	<b>8</b>
6.1 Choix de l'emplacement .....	8
6.2 Conditions d'installation .....	9
6.2.1 Exigences générales .....	9
6.2.2 Structure du canal jaugeur .....	9
6.2.3 Chenal d'approche .....	10
6.2.4 Conditions en aval .....	11
<b>7 Entretien</b> .....	<b>11</b>
<b>8 Mesurage de la charge</b> .....	<b>12</b>
8.1 Généralités .....	12
8.2 Point(s) de mesure de la charge .....	12
8.3 Puits du limnigraphe .....	12
8.4 Réglage du zéro .....	13
<b>9 Formules générales du débit</b> .....	<b>13</b>
9.1 Débit fondé sur le débit critique dans le col du canal jaugeur .....	13
9.2 Débit fonction de la charge observée en amont .....	15
9.3 Calcul de la relation hauteur/débit .....	27
9.4 Vitesse d'approche et coefficient de vitesse .....	27
9.5 Sélection de la taille et de la forme du canal jaugeur .....	29
<b>10 Canal jaugeur à col rectangulaire</b> .....	<b>29</b>
10.1 Description .....	29
10.2 Emplacement de la section de mesure de la charge .....	30
10.3 Dispositions intéressant les écoulements modulaires .....	30
10.4 Évaluation du débit pour une hauteur de charge observée donnée .....	31
10.5 Calcul de la relation hauteur/débit .....	34
10.6 Limites d'application .....	35
<b>11 Canaux jaugeurs à col trapézoïdal</b> .....	<b>36</b>
11.1 Description .....	36
11.2 Emplacement de la section de mesure de la charge .....	36
11.3 Dispositions intéressant les écoulements modulaires .....	36
11.4 Évaluation du débit — Méthode des coefficients .....	37
11.5 Calcul de la relation hauteur/débit .....	40
11.6 Limites d'application .....	42
<b>12 Canaux jaugeurs à col en U (à fond arrondi)</b> .....	<b>43</b>
12.1 Description .....	43
12.2 Emplacement de la section de mesure de la charge .....	44
12.3 Dispositions intéressant les écoulements modulaires .....	44
12.4 Évaluation du débit — Méthode des coefficients .....	45
12.5 Calcul de la relation hauteur/débit .....	49
12.6 Limites d'application .....	51
<b>13 Incertitudes relatives à la mesure de débit</b> .....	<b>52</b>
13.1 Généralités .....	52
13.2 Combinaison d'incertitudes de mesure .....	53

13.3	Pourcentage d'incertitude du coefficient de débit $u^*(C)$ pour les canaux jaugeurs à profondeur critique.....	55
13.4	Bilan d'incertitude.....	56
<b>14</b>	<b>Exemples de calculs d'incertitude.....</b>	<b>56</b>
14.1	Généralités .....	56
14.2	Caractéristiques — Structure de jaugeage .....	56
14.3	Caractéristiques — Calculs de débit .....	57
14.4	Caractéristiques — Coefficient de débit.....	57
14.5	Caractéristiques — Instrumentation de charge mesurée.....	57
14.6	Caractéristiques — Largeur du col .....	58
14.7	Incertitude globale sur le débit.....	58
<b>Annexe A (informative) Relations hauteur/débit simplifiées pour les canaux jaugeurs.....</b>		<b>60</b>
<b>Annexe B (informative) Introduction à l'incertitude de mesure.....</b>		<b>65</b>
<b>Annexe C (informative) Performance des essais de mesure à utiliser à titre d'exemple en hydrométrie.....</b>		<b>74</b>
<b>Annexe D (informative) Tableurs à utiliser avec le présent document.....</b>		<b>77</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>80</b>

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4359:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f275b82c-c37b-4fc1-b9af-18cd3ec27c94/iso-4359-2022>

## 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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 113, *Hydrométrie*, sous-comité SC 2, *Structures mesurant le débit*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 4359:2013), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également l'Amendement ISO 4359:2013/Amd.1:2017.

Les principales modifications sont les suivantes:

- les paragraphes [6.1.2 a\)](#) et [6.2.3.2 b\)](#) ont été révisés au regard des conditions d'approche des canaux jaugeurs;
- les erreurs introduites dans l'Amendement ISO 4359:2013/Amd.1:2017 ont été corrigées;
- une mention a été ajoutée reconnaissant que certaines des tolérances spécifiées peuvent être difficiles à obtenir dans certaines installations;
- les feuilles de calcul ont été révisées afin de fournir des conseils supplémentaires si les paramètres sont en dehors de la plage d'applicabilité des formules d'ajustement de courbe pour l'épaisseur relative de la couche limite ( $\delta^*/L$ );
- la première édition du présent document (ISO 4359:1983) donnait une limitation supplémentaire exigeant que la hauteur de charge,  $h$ , ne dépasse pas 2 m. Il n'y a toutefois pas de justification technique à cette restriction; elle n'apparaît donc pas dans les deuxième et troisième éditions du présent document;
- en [11.4.7](#) et [12.4.7](#), bien que la relation de  $C_s$  avec  $mH_e/b_e$  varie très légèrement en fonction de la géométrie du canal et de la valeur de l'épaisseur du déplacement de la couche limite, cette variation n'a pas été prise en compte lors de l'application de la méthode des coefficients dans la première

édition du présent document, car une seule relation graphique était fournie pour les canaux jaugeurs trapézoïdaux. Cette approximation a été rectifiée dans les deuxième et troisième éditions du présent document.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4359:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f275b82c-c37b-4fc1-b9af-18cd3ec27c94/iso-4359-2022>

# Structures de mesure du débit — Canaux jaugeurs à col rectangulaire, à col trapézoïdal et à col en U

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes pour la mesure du débit des rivières et des canaux artificiels à régime permanent ou à variation lente, au moyen de certains types de canaux jaugeurs à profondeur critique (également appelés «canaux jaugeurs à ressaut»). Un grand nombre de canaux jaugeurs a été mis au point, mais le présent document ne considère que les canaux jaugeurs à profondeur critique qui jouissent d'une reconnaissance unanime s'appuyant sur des travaux de recherche adéquats et des essais *in situ*, et qui n'ont par conséquent pas besoin d'être étalonnés sur place.

Les conditions d'écoulement considérées ne dépendent que de la hauteur de charge en amont; il faut donc qu'il existe un écoulement sous-critique en amont du canal jaugeur, puis que l'écoulement s'accélère en passant par la contraction et atteigne sa profondeur critique (voir [Figure 1](#)). Le niveau d'eau en aval de la structure doit être suffisamment bas pour ne pas influencer sur ses performances.

Le présent document s'applique à trois types de canaux jaugeurs couramment utilisés, couvrant une grande gamme d'applications, à savoir les canaux jaugeurs à col rectangulaire, à col trapézoïdal et à col en U. La théorie hydraulique qui sous-tend le présent document a été présentée dans la Référence [7].

Le présent document n'est pas applicable à un type de canal jaugeur mentionné dans la littérature (parfois appelé canal «Venturi») à travers lequel l'écoulement reste sous-critique.

NOTE La forme du canal jaugeur Venturi est fondée sur le même principe qu'un débitmètre Venturi utilisé dans un système de conduite fermée et repose sur la mesure de la charge en deux endroits et l'application de la formule de l'énergie de Bernoulli.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f275b82c-c37b-4fc1-b9af-18cd3ec27c94/iso-4359-2022>

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 772, *Hydrométrie — Vocabulaire et symboles*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 772 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

## 4 Symboles

Symbole	Grandeur	Unité de mesure
$A$	aire de la section mouillée	m <sup>2</sup>
$B$	largeur du chenal d'approche (largeur au niveau du lit en cas de canal jaugeur trapézoïdal)	m
$b$	largeur du col du canal jaugeur (au niveau du lit en cas de canal jaugeur trapézoïdal)	m
$C$	coefficient global de débit (canal jaugeur rectangulaire)	sans dimension
$C_c$	coefficient de contraction	sans dimension
$C_D$	coefficient de débit	sans dimension
$C_s$	facteur de forme des canaux jaugeurs à col trapézoïdal et à col en U	sans dimension
$C_v$	coefficient tenant compte de l'effet de la vitesse d'approche	sans dimension
$D$	diamètre de base des canaux jaugeurs à col en U	m
$d$	profondeur de l'écoulement	m
$E$	énergie spécifique (relative au radier local)	m
$Fr$	nombre de Froude	sans dimension
$g$	accélération due à la pesanteur	m/s <sup>2</sup>
$H$	hauteur de charge totale	m
$H_*$	correction apportée à la hauteur de charge totale	m
$h$	charge mesurée	m
$k_s$	équivalent de rugosité de la surface par rapport au sable, d'après Nikuradse	mm
$L$	longueur de la section prismatique de la contraction du canal jaugeur	m
$L_1$	longueur de l'évasement à l'entrée	m
$L_2$	longueur de la pente (le cas échéant) entre le col et le bassin de tranquillisation ou le fond du chenal en aval	m
$L_3$	longueur du bassin de tranquillisation (le cas échéant)	m
$m$	inclinaison des parois (m horizontal sur 1 vertical)	sans dimension
$n$	nombre de mesures d'une série	sans dimension
$P$	périmètre mouillé de la section transversale	m
$p$	hauteur du radier du canal jaugeur par rapport au radier du chenal d'approche	m
$Q$	débit	m <sup>3</sup> /s
$R$	plage d'instruments dans l'évaluation de l'incertitude	sans dimension
$Re$	nombre de Reynolds	sans dimension
$r_p$	rayon de la dénivellation	m
$R_1$	rayon de l'évasement à l'entrée	m
$S$	écart-type	—
$\bar{S}$	erreur-type de la moyenne	—
$u(E)$	incertitude relative de référence pour l'évaluation de l'incertitude	m
$u^*(Q)_{68}$	pourcentage global d'incertitude dans la détermination du débit exprimé en pourcentage de l'écart-type pour une limite de confiance de 68 %	sans dimension
$u^*(b)$	incertitude de pourcentage en $b$ (ou $D$ )	sans dimension
$u^*(C)$	incertitude de pourcentage sur la valeur combinée du coefficient	sans dimension
$u^*(h)$	incertitude de pourcentage en $h$	sans dimension
$u^*(m)$	incertitude de pourcentage en $m$	sans dimension



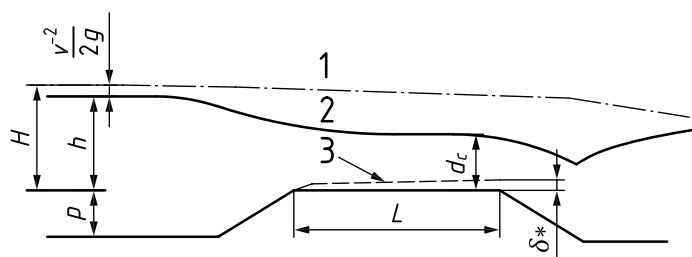
Symbole	Grandeur	Unité de mesure
$\bar{V}$	vitesse moyenne à travers une section transversale, définie par $Q/A$	m/s
$w$	largeur de la surface de l'eau	m
$\alpha$	coefficient de correction de l'énergie cinétique (tenant compte de la distribution non uniforme des vitesses)	sans dimension
$\beta$	coefficient fonction de la courbure moyenne des lignes de courant	sans dimension
$\gamma, \varphi, \psi$	coefficients dans le calcul de l'incertitude	—
$\delta^*$	épaisseur de déplacement de la couche limite	m
$\eta$	coefficient numérique lié à l'angle d'inclinaison des parois dans les canaux jaugeurs trapézoïdaux	sans dimension
$\nu$	viscosité cinématique du fluide	m <sup>2</sup> /s
$\theta$	demi-arc sous-tendu au centre de courbure du radier d'un canal jaugeur à col en U entre la surface de l'eau et la verticale	radians
$\sigma$	demi-arc sous-tendu au centre de courbure du radier d'un canal jaugeur à col en U entre la surface de l'eau et l'horizontale	radians
<b>Indices</b>		
a	valeurs dans le chenal d'approche	
c	valeurs à débit critique	
d	valeurs en aval du canal jaugeur	
e	valeurs effectives tenant compte des effets de couche limite	
1	valeurs dans l'hypothèse d'un fluide idéal sans frottement	
M	valeur maximale	

## 5 Types de canaux jaugeurs et principes de fonctionnement

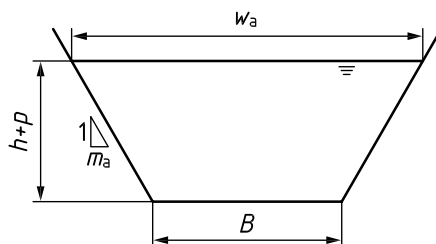
**5.1** Les canaux couverts par le présent document sont souvent appelés canaux «à col long» ou «à profondeur critique» et reposent fondamentalement sur l'apparition d'un débit critique dans le col du canal jaugeur. Lorsque cela se produit, il existe une relation unique, pour une géométrie de canal jaugeur donnée, entre la hauteur de charge en amont et le débit, qui est indépendante des conditions en aval du col du canal. La [Figure 1](#) montre un croquis simplifié de l'endroit où la profondeur critique apparaît typiquement dans un canal jaugeur à profondeur critique et le profil de la surface de l'eau qui en résulte à travers un canal jaugeur trapézoïdal à long col, ainsi que les paramètres hydrauliques et géométriques clés. Les installations types sur le terrain des trois types de canaux jaugeurs couverts par le présent document sont représentées à la [Figure 2](#). Les trois types sont les suivants:

- à col rectangulaire;
- à col trapézoïdal;
- à col en U, c'est-à-dire à fond arrondi.

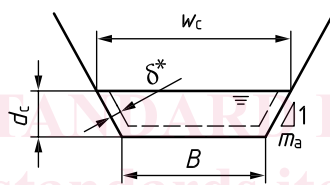
Les conditions du site sont importantes et la [Figure 3](#) montre des profils de vitesse acceptables dans le chenal d'approche.



a) Section longitudinale



b) Section du chenal d'approche en amont du col



c) Section en aval à l'extrémité du col

**Légende**

- 1 ligne d'énergie totale
  - 2 profil de débit type
  - 3 épaisseur de déplacement du bord de la couche limite
- $\delta^*$  a été exagérée.

NOTE Adaptée de la Figure 8.1 de la Référence [6].

**Figure 1 — Canal jaugeur à col trapézoïdal montrant les paramètres géométriques clés, le profil de la surface de l'eau et le développement de l'épaisseur de déplacement de la couche limite**

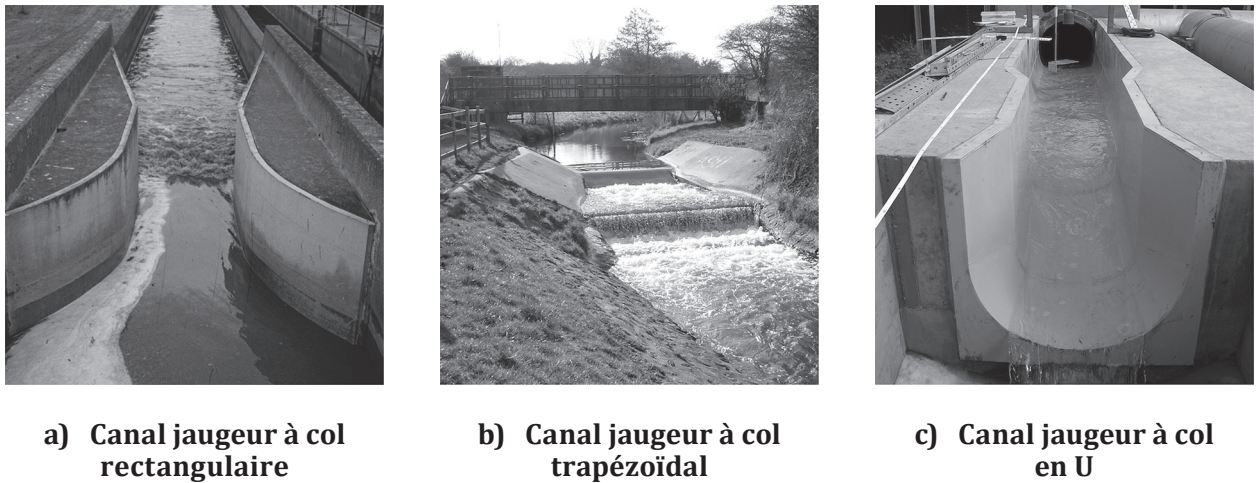


Figure 2 — Exemples de canaux jaugeurs à col rectangulaire, à col trapézoïdal et à col en U

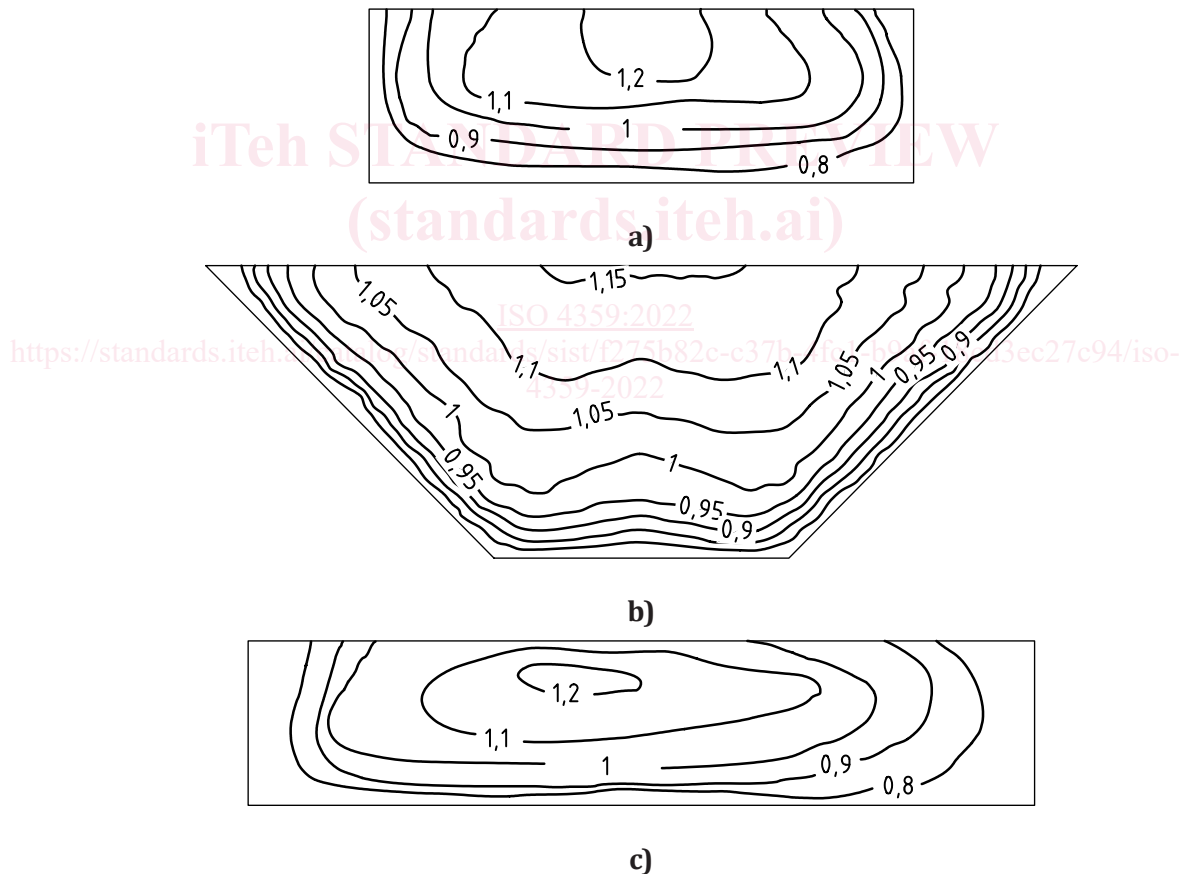


Figure 3 — Exemples types de distributions de vitesses sans dimension dans les chenaux d'approche

5.2 La conception du canal jaugeur étant fondée sur le débit critique, le présent document repose en grande partie sur la théorie hydraulique fondamentale, sans qu'il soit nécessaire de procéder à des essais volumétriques à grande échelle tels que ceux utilisés pour déterminer les coefficients d'autres

formes de structures de mesure du débit. Afin d'obtenir un débit critique dans le col du canal jaugeur, les conditions suivantes doivent être remplies:

- a) le col du canal jaugeur doit être suffisamment long pour que l'écoulement soit pratiquement parallèle au radier du canal, de sorte que des conditions de pression hydrostatique se produisent dans la section de contrôle;
- b) l'entrée du canal jaugeur doit avoir une forme telle qu'il n'y ait pratiquement aucune perte d'énergie entre le point où la hauteur de charge est mesurée et le point où le débit critique se produit;
- c) le col du canal jaugeur doit restreindre suffisamment le canal pour que le niveau d'énergie dans le col soit suffisamment élevé par rapport au niveau d'énergie en aval, afin que le canal jaugeur soit «modulaire».

**5.3** La [Figure 2](#) donne des exemples d'écoulement dans des canaux jaugeurs à col rectangulaire, à col trapézoïdal et à col en U. Le choix du type de canal jaugeur parmi ces trois types dépend de plusieurs facteurs, tels que la gamme des débits à mesurer, la précision requise, la hauteur de charge disponible et si l'écoulement transporte ou non des sédiments susceptibles de s'accumuler. Il peut être observé que, par rapport aux déversoirs, les canaux jaugeurs présentent une plus faible obstruction au passage des sédiments et sont donc moins susceptibles d'entraîner une accumulation significative de sédiments (ce qui peut avoir une incidence sur la géométrie du chenal d'approche au point de jaugeage du débit). Les graphiques de l'[Annexe A](#) offrent un moyen de comparer rapidement les performances idéales d'une gamme de conceptions de canaux jaugeurs, afin de faciliter le choix préliminaire de la taille et de la forme du canal jaugeur nécessaire pour fournir la capacité de débit et la relation hauteur/débit requises.

**5.4** Le canal jaugeur à col rectangulaire est le plus simple à construire. Il s'avère généralement nécessaire d'élever le radier du canal jaugeur au-dessus du lit du canal en amont, afin de générer un étranglement suffisamment important pour permettre le jaugeage des faibles débits. Toutefois, cela peut entraîner un régime d'accumulation et d'érosion cyclique des sédiments en amont, ce qui aura une incidence sur la précision et la cohérence du jaugeage.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f275b82c-c37b-4fc1-b9af-18cd3ec27c94/iso-4359:2022>

**5.5** Le canal jaugeur à col trapézoïdal est plus approprié lorsqu'une large gamme de débits doit être mesurée avec une précision constante. Cette forme de col est également plus susceptible de convenir lorsqu'il est souhaitable de produire une relation hauteur/débit particulière. Dans certains cas, il n'est pas nécessaire d'élever le radier du col au-dessus du radier du chenal d'approche lorsqu'un canal jaugeur à col trapézoïdal est utilisé, ce qui réduit le risque d'accumulation de sédiments en amont.

**5.6** Le canal jaugeur à col en U est utile pour les installations dans les chenaux à fond arrondi ou lorsque l'écoulement provient d'une conduite à section circulaire. On l'utilise en particulier dans les égouts et installations de traitement des eaux résiduaires.

**5.7** L'aspect théorique du canal jaugeur à profondeur critique est détaillé dans les [Articles 9](#) à [12](#). Il est présenté ici sous une forme simplifiée, prenant pour hypothèse une vitesse uniforme dans la section d'écoulement et sans tenir compte des effets de la couche limite. La formule de base du débit pour un canal jaugeur à profondeur critique peut être déterminée à partir de la formule générale de calcul de l'énergie, telle que donnée par la [Formule \(1\)](#):

$$H = d + \frac{\bar{v}^2}{2g} = d + \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (1)$$

où

$H$  est la hauteur de charge totale au-dessus du radier du canal jaugeur;

$d$  est la profondeur de l'écoulement;

- $\bar{V}$  est la vitesse moyenne dans la section ( $= Q/A$ );  
 $Q$  est le débit;  
 $A$  est l'aire de la section transversale d'écoulement;  
 $g$  est l'accélération due à la pesanteur.

En différenciant l'énergie dans la [Formule \(1\)](#) par rapport à la profondeur, il peut être montré par la [Formule \(2\)](#) que pour un débit critique:

$$Q = \sqrt{\frac{gA_c^3}{w_c}} \quad (2)$$

où  $w$  est la largeur de la surface de l'eau et l'indice «c» se rapporte aux conditions au niveau de la section d'écoulement critique.

En remplaçant la [Formule \(2\)](#) par la [Formule \(1\)](#) et en ne tenant pas compte des pertes d'énergie entre la section de jaugeage et la section de débit critique, on obtient la [Formule \(3\)](#):

$$H = d_c + \frac{A_c}{2w_c} \quad (3)$$

**5.8** En général, les [Formules \(2\)](#) et [\(3\)](#) sont résolues l'une à la suite de l'autre pour les valeurs successives de la profondeur  $d_c$  (avec les valeurs correspondantes d'aire et de largeur de surface) pour obtenir la relation entre  $H$  et  $Q$ , mais dans le cas particulier d'un canal jaugeur à col rectangulaire (voir [9.2.2](#)), elles peuvent être combinées pour produire la relation explicite de la [Formule \(4\)](#):

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2g}{3}} b H^{1,5} \quad (4)$$

**5.9** Cette formule est facilement reconnaissable, il s'agit de la même que celle qui s'applique (pour un fluide idéal) à l'écoulement sur un déversoir horizontal à seuil arrondi. Afin d'étendre l'utilisation de cette formule, trois coefficients supplémentaires peuvent être introduits, ce qui permet d'obtenir une formule généralisée pour les canaux jaugeurs à profondeur critique à long col, telle que donnée par la [Formule \(5\)](#):

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2g}{3}} C_D C_s C_v b h^{1,5} \quad (5)$$

où

- $C_D$  est un coefficient de débit qui tient compte des propriétés non idéales du fluide, en particulier l'effet de la couche limite dans le col;  
 $C_s$  est un coefficient de forme qui permet de prendre en compte l'effet d'une section d'écoulement non rectangulaire dans le col;  
 $C_v$  est un coefficient de vitesse qui permet d'utiliser la hauteur de charge mesurée en amont,  $h$ , au lieu de la hauteur de charge totale ou de l'énergie spécifique,  $H$ .

**5.10** Les formules de ces coefficients sont indiquées dans les [Articles 9](#) à [12](#) et nécessitent généralement l'adoption d'une approche itérative.

## 6 Installation

### 6.1 Choix de l'emplacement

**6.1.1** Le canal jaugeur doit être situé dans un tronçon de chenal rectiligne, à l'écart des obstructions locales, rugosités ou inégalités du lit.

**6.1.2** Une étude préliminaire des conditions physiques et hydrauliques de l'emplacement proposé doit être effectuée pour vérifier que celui-ci est conforme (ou peut être construit ou rendu conforme) aux conditions nécessaires au mesurage effectué au moyen d'un canal jaugeur. Il convient que les conditions suivantes fassent l'objet d'une attention particulière lors du choix du site:

- a) existence d'une section droite d'une longueur suffisante dans le chenal d'approche;
- b) degré acceptable d'uniformité de la distribution des vitesses existante (voir [Figure 3](#));
- c) éviter tout chenal à forte pente, dont les caractéristiques induiraient un écoulement surcritique;
- d) effets de l'élévation des niveaux de l'eau en amont, due à la structure de mesure;
- e) conditions aval, y compris les influences telles que marées, confluent avec d'autres cours d'eau, écluses, barrages et autres accessoires de contrôle qui peuvent provoquer un écoulement fluvial;
- f) imperméabilité du sol sur lequel doit reposer la structure de mesure et nécessité de procéder à un compactage, à des jointoiements ou à tout autre moyen de contrôle des fuites;
- g) nécessité pour les rives de retenir le débit maximal de crue dans le chenal;
- h) stabilité des rives et nécessité de nettoyer et/ou de garnir d'un revêtement dans les chenaux naturels;
- i) dégagement des roches ou des éboulis du lit du chenal d'approche;
- j) le vent, qui peut avoir un effet considérable sur l'écoulement dans une rivière, un déversoir ou un canal jaugeur, surtout lorsque ceux-ci sont larges et la charge faible et que le vent dominant est dans une direction transversale (ce qui introduirait un biais dont la direction dépendrait du fait que l'échelle se trouve du côté exposé au vent ou sous le vent du chenal d'approche).

**6.1.3** Si l'emplacement ne remplit pas les conditions requises pour effectuer des mesurages satisfaisants, le site doit être rejeté à moins qu'il soit possible d'y apporter les améliorations nécessaires.

**6.1.4** Si un examen du courant montre que la distribution de vitesses existante dans le chenal est raisonnablement uniforme, il peut être supposé que la distribution de vitesses restera satisfaisante après la construction du canal jaugeur.

**6.1.5** Si la distribution de vitesses existante est nettement non uniforme et qu'il n'existe aucun autre site possible pour le canal jaugeur, il faut envisager de vérifier la distribution après l'installation du canal jaugeur et de l'améliorer si nécessaire.

**6.1.6** Plusieurs méthodes sont disponibles pour obtenir une indication plus précise d'une distribution irrégulière de la vitesse: bâtons lestés, flotteurs ou traceurs colorimétriques peuvent être utilisés dans les petits chenaux, ces dernières étant utiles pour vérifier les conditions au fond du chenal. Une évaluation complète et quantitative de la distribution des vitesses peut être réalisée au moyen d'un courantomètre et d'autres mesures ponctuelles de la vitesse.

NOTE Pour plus d'informations concernant l'utilisation des courantomètres, consulter l'ISO 748.

Il convient que l'utilisateur confirme que la matière colorante employée est acceptable à des fins de mesure de débit en chenal naturel dans le pays d'exploitation.



**6.1.7** La [Figure 3](#) donne des exemples types de distributions de vitesses dans des chenaux de différentes formes, qui peuvent être considérés comme acceptables à des fins de mesure du débit.

**6.1.8** Les canaux jaugeurs peuvent constituer des obstacles au déplacement des poissons et d'autres espèces aquatiques. Il convient donc de veiller à ce que l'installation de structures hydrométriques telles que les canaux jaugeurs n'ait pas d'effet néfaste sur l'écologie aquatique lorsque cela peut poser problème.

NOTE Des législations ou réglementations nationales ou supranationales, telles que la directive-cadre sur l'eau du Parlement européen (Directive 2000/60/CE), peuvent s'appliquer à la structure de jaugeage.

S'il est possible que l'installation d'une structure de mesure du débit compromette le déplacement de la vie aquatique, il convient que sa conception en tienne compte. Sinon, il convient d'installer une échelle à poissons conformément à l'ISO 26906.

**6.1.9** Il convient d'identifier la législation appropriée avant de choisir un site pour un déversoir de mesure.

## 6.2 Conditions d'installation

### 6.2.1 Exigences générales

**6.2.1.1** L'installation complète de mesure comprend un chenal d'approche, une structure de mesure et un chenal aval. Les conditions de chacun de ces trois éléments ont une incidence sur la précision globale des mesures.

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

**6.2.1.3** La distribution et la direction des vitesses peuvent avoir une influence importante sur le fonctionnement du canal jaugeur, ces facteurs étant déterminés par les caractéristiques mentionnées ci-dessus.

**6.2.1.4** Une fois le canal jaugeur installé, l'utilisateur doit empêcher tout changement susceptible de modifier les caractéristiques de débit.

### 6.2.2 Structure du canal jaugeur

**6.2.2.1** La structure doit être rigide, étanche et capable de résister aux crues sans déformation ni fracture dues aux débordements ou à l'érosion aval. Son axe doit être aligné sur la direction de l'écoulement du chenal amont et sa géométrie doit correspondre aux dimensions données dans les [Articles 10, 11 et 12](#).

**6.2.2.2** La surface du col du canal jaugeur et du tronçon immédiatement voisin du chenal d'approche doit être lisse. Elle doit être en béton recouvert par une couche de ciment lisse ou d'un matériau lisse non sujet à la corrosion. Dans les installations de laboratoire, la finition doit être équivalente à celle d'une tôle laminée ou d'un bois raboté, poncé et peint. La finition superficielle est particulièrement importante sur la partie prismatique du col, mais moins importante sur le profil sur une distance de  $0,5H_{\max}$  en amont et en aval du col proprement dit.

Il convient que l'utilisateur confirme que les matériaux de construction utilisés pour la construction des chenaux naturels sont acceptables dans le pays d'exploitation.