
**Mesure de débit des liquides dans les canaux
découverts — Méthode d'exploration du champ
des vitesses utilisant un nombre réduit de
verticales**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Liquid flow measurement in open channels — Velocity-area method
using a restricted number of verticals*

ISO/TR 9823:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2f2ff63f-d699-4b28-a247-533079b22352/iso-tr-9823-1990>



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.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales, mais, exceptionnellement, un comité technique peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour toute autre raison, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique, par exemple).

Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

L'ISO/TR 9823, rapport technique du type 2, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 113, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts*.

Les annexes A et B font partie intégrante du présent Rapport technique.

© ISO 1990

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

Introduction

Le mesurage du débit par la méthode d'exploration du champ des vitesses est une procédure laborieuse et coûteuse. D'où la tentation de réduire le nombre de verticales de mesure recommandé dans l'ISO 748; mais un tel risque peut conduire à une perte considérable d'exactitude dans la détermination du débit. Le présent Rapport technique démontre comment une méthode utilisant un nombre réduit de verticales peut considérablement améliorer l'exactitude par optimisation de l'interpolation.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 9823:1990](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2f2ff63f-d699-4b28-a247-533079b22352/iso-tr-9823-1990)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2f2ff63f-d699-4b28-a247-533079b22352/iso-tr-9823-1990>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 9823:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2f2ff63f-d699-4b28-a247-533079b22352/iso-tr-9823-1990>

Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Méthode d'exploration du champ des vitesses utilisant un nombre réduit de verticales

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique indique comment mesurer un débit par la méthode d'exploration du champ des vitesses utilisant trois verticales seulement, sans perte significative d'exactitude. Il conseille aussi sur l'opportunité du recours à une telle méthode.

La méthode prescrite dans le présent Rapport technique n'est pas une variante à la méthode d'exploration du champ des vitesses prescrite dans l'ISO 748 qui donne des résultats précis et devrait être utilisée dans des conditions normales. La méthode raccourcie proposée n'a qu'une application limitée et ne doit être utilisée que dans des circonstances spéciales (des exemples sont donnés dans l'article 7).

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour le présent Rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur le présent Rapport technique

sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

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

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

ISO 1100-1:1981, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Partie 1: Établissement et exploitation d'une station de jaugeage.*

3 Définitions

Pour les besoins du présent Rapport technique, les définitions données dans l'ISO 772 s'appliquent.

4 Symboles

Les symboles utilisés dans le présent Rapport technique figurent au tableau 1. Par convention, les majuscules se rapportent aux valeurs relatives au mesurage du débit total alors que les minuscules se rapportent à des valeurs moindres.

Tableau 1 — Symboles

Symbole	Grandeur	Dimensions	Unités
A	Aire de la section transversale	L^2	m^2
B	Largeur de chenal à la surface de l'eau	L	m
C	Valeur dérivée de $C = Q/(\bar{D}^{3/2}B)$	—	—
c	Valeur dérivée de $c = \bar{v}/\sqrt{d}$ à la verticale mesurée	—	—
\bar{c}	Moyenne arithmétique des valeurs de c pour un mesurage de débit	—	—
\bar{D}	Profondeur moyenne du chenal ($\bar{D} = A/B$)	L	m
d	Profondeur mesurée à la verticale	L	m
H	Hauteur de charge mesurée	L	m
Q	Débit total	$L^3 T^{-1}$	m^3/s
q	Débit par unité de largeur	$L^2 T^{-1}$	m^2/s
\bar{v}	Vitesse moyenne à la verticale	LT^{-1}	m/s

5 Théorie

Le débit par unité de largeur, q , est égal à :

$$q = cd^{3/2}$$

Donc

$$c = q/d^{3/2} = d\bar{v}/d^{3/2} = \bar{v}/\sqrt{d}$$

et

$$C = Q/(\bar{D}^{3/2}B)$$

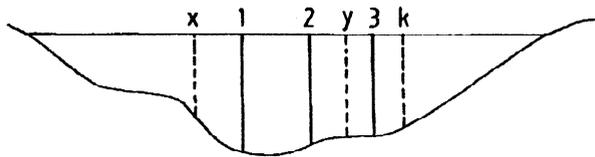


Figure 1 — Section transversale de la rivière

Selon la figure 1, \bar{v}_1 , \bar{v}_2 et \bar{v}_3 sont les vitesses moyennes mesurées aux trois verticales, et d_1 , d_2 et d_3 sont les profondeurs mesurées. La vitesse moyenne \bar{v}_x sur la verticale x est calculée à partir de :

$$\bar{v}_x/\sqrt{d_x} = \bar{v}_1/\sqrt{d_1} = c_1$$

et la vitesse moyenne \bar{v}_y sur la verticale y est calculée à partir de :

$$\bar{v}_y/\sqrt{d_y} = \bar{v}_2/\sqrt{d_2} = c_2$$

ou

$$\bar{v}_y/\sqrt{d_y} = \bar{v}_3/\sqrt{d_3} = c_3$$

De même

$$\bar{v}_k/\sqrt{d_k} = \bar{v}_3/\sqrt{d_3} = c_3$$

6 Méthodologie

6.1 La méthode proposée est inspirée des travaux effectués aux Pays-Bas par des ingénieurs hydrologues néerlandais. À partir d'études effectuées sur le Rhin et sur d'autres fleuves à marée, ils ont établi les relations suivantes (voir aussi tableau 1).

$$C = Q/(\bar{D}^{3/2}B)$$

$$c = \bar{v}/\sqrt{d}$$

Ces travaux ont été élargis afin d'appliquer ces relations à d'autres cours d'eau dans d'autres parties du monde, pour améliorer les rapports définis, et pour déterminer le nombre optimal de verticales à utiliser et l'emplacement de ces verticales dans le tronçon de mesurage.

6.2 Il a été établi que trois verticales réparties sur la seule largeur devraient être utilisées. Dans des cours d'eau dont le débit n'a pas été mesuré antérieurement, les meilleurs résultats semblent obtenus par des verticales situées à 1/4, 1/2 et 3/4 de la largeur.

6.3 Les études normales réalisées après sélection du tronçon de mesurage (voir ISO 1100-1) montrent qu'il est nécessaire de dériver des relations entre la hauteur de charge et les autres dimensions de telle façon que la valeur de hauteur de charge relevée donne les autres valeurs. En relevant la hauteur de charge, on peut ainsi obtenir la largeur et l'aire de la section transversale correspondante et donc, la profondeur moyenne.

7 Applications

La méthode est applicable à chaque fois qu'il est exceptionnellement nécessaire de connaître la vitesse pour achever un mesurage du débit. Des exemples de telles applications sont les suivants.

- Tel est le cas par exemple lorsqu'on choisit un nouveau tronçon de mesurage dans un cours d'eau où jamais aucun mesurage n'a été effectué et lorsqu'il est nécessaire d'évaluer rapidement le rapport hauteur/débit¹⁾ pour pouvoir commencer les études sur le rendement potentiel du cours d'eau dans un projet de développement quelconque.
- Tel est également le cas lorsque la grande hauteur de charge ne permet pas une durée suffisante pour les mesurages ou lorsqu'une crue éclair avec fluctuations rapides de la hauteur de charge peut limiter le temps disponible.
- Un autre cas spécial peut être celui d'une station de jaugeage utilisée constamment, mais où des restrictions budgétaires imposent des économies. Dans ce cas, on peut recourir à des techniques d'étalonnage spéciales (voir 8.2 et annexe B) qui devraient améliorer l'exactitude des résultats.
- Un autre exemple est le mesurage du débit dans des fleuves à marée²⁾.

8 Mode opératoire

8.1 Cours d'eau où aucun mesurage n'a jamais été fait

8.1.1 Choisir le tronçon de mesurage selon les recommandations de l'ISO 1100-1.

8.1.2 Effectuer une étude topographique et hydrographique du tronçon et installer l'appareil de mesurage de la manière recommandée dans l'ISO 1100-1.

8.1.3 À partir des données obtenues, définir les rapports suivants:

- hauteur de charge/largeur;
- hauteur de charge/aire de section transversale;
- hauteur de charge/profondeur moyenne.

Présenter ces rapports sous forme de tableau ou de graphique.

1) Voir ISO 1100-2:1982, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Partie 2: Détermination de la relation hauteur-débit.*

2) Voir ISO 2425:1974, *Mesure de débit dans les canaux à marée.*

8.1.4 Dès l'arrivée sur le site de mesurage, relever la hauteur de charge. À partir du tableau ou du graphique préparé en 8.1.3, calculer les valeurs correspondantes de largeur, d'aire de section transversale et de profondeur moyenne.

8.1.5 Fixer de la rive l'emplacement de la première verticale à un quart de la largeur (obtenue en 8.1.4). Faire un sondage de profondeur et mesurer la vitesse à l'aide d'un moulinet pour obtenir la vitesse moyenne sur la verticale en question. Répéter les mêmes opérations à la moitié et aux trois quarts de la largeur.

8.1.6 Calculer c pour chacune des trois verticales à partir de l'équation:

$$c = \bar{v} / \sqrt{d}$$

8.1.7 Effectuer les calculs suivants:

- Faire la moyenne des trois valeurs de c . Prendre comme hypothèse que la valeur de \bar{c} est la même que celle de C et calculer le débit à l'aide de l'équation:

$$Q = D^{3/2} BC$$

NOTE 1 Voir en annexe A un exemple de calcul.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/533079b22352/iso-tr-9823-1990> Pour chaque valeur de c , calculer la valeur de \bar{v} à partir de l'équation:

$$\bar{v} = \sqrt{d} c$$

Déterminer le débit Q à l'aide de l'équation:

$$Q = \sum_{i=1}^n \bar{v}_i d_i b_i$$

où

n est le nombre total des verticales (c'est-à-dire 3);

b_i est la largeur de l' i ème segment.

8.2 Cours d'eau où des mesurages ont déjà été faits

8.2.1 Recueillir, d'après les études d'origine ou les plus récentes sur le tronçon de mesurage, les données nécessaires pour déterminer les rapports définis en 8.1.3.

Préparez un tableau ou un graphique illustrant ces rapports.

8.2.2 Calculer d'après les enregistrements existants la valeur de c correspondant à chaque mesurage sur les verticales et la valeur de C correspondant à chaque mesurage total. Calculer le rapport c/C pour des verticales placées à des intervalles de 5 % de B sur toute la plage des hauteurs de charge.

Porter ces valeurs sur un graphique et tracer les isolignes de c/C en fonction de la longueur et de la hauteur de charge (voir par exemple figure B.1). En variante ou en supplément, porter sur un graphique l'écart du rapport c/C par rapport à 1,00 en fonction de la largeur et de la hauteur de charge (voir par exemple figure B.2).

8.2.3 Analyser les graphiques obtenus pour déterminer les trois verticales où l'écart de c/C par rapport à 1,00 est minimum ou les trois verticales où cet écart est le plus constant sur toute la plage des hauteurs de charge.

8.2.4 Dès l'arrivée sur le site de mesurage, relever la hauteur de charge. À partir du tableau ou du graphique préparé en 8.2.1, calculer les valeurs correspondantes de largeur, d'aire de section transversale et de profondeur moyenne.

8.2.5 Définir l'emplacement des verticales déterminées en 8.2.3 en mesurant la largeur à partir de la rive appropriée. Faire un sondage de profondeur aux verticales choisies et déterminer la vitesse moyenne sur ces verticales à l'aide d'un débitmètre.

8.2.6 Calculer c pour chacune des trois verticales comme suit:

$$c = \bar{v} \sqrt{d}$$

Appliquer un facteur de correction à la valeur de c ainsi obtenue. Le facteur de correction est l'inverse

de la valeur moyenne correspondante de c/C indiquée sur l'isoligne ou le graphique d'écart.

Déterminer la moyenne des trois valeurs corrigées de c .

8.2.7 Prendre comme hypothèse que la moyenne \bar{c} est de même valeur que C et calculer le débit à l'aide de l'équation:

$$Q = \bar{D}^{3/2} BC$$

NOTE 2 Voir en annexe B un exemple de calcul.

8.3 Hautes eaux ou crue soudaine

8.3.1 Dans le cas d'un site n'ayant encore connu aucun mesurage, procéder de la manière indiquée en 8.1.

8.3.2 Dans le cas d'un site possédant des archives de mesurages, procéder de la manière indiquée en 8.2.

9 Incertitude sur la détermination du débit

Malgré le nombre relativement restreint de mesurages pris et contrôlés à ce jour, il semblerait que les résultats obtenus par cette méthode raccourcie correspondent à $\pm 5\%$ près aux valeurs obtenues par la méthode selon l'ISO 748 sur le nombre complet de verticales.

Lorsque des données sur l'étalonnage obtenues antérieurement sont disponibles, il semble que les résultats indiquent une amélioration de l'exactitude dans la détermination du débit.

Toutefois, avant qu'on ait réalisé davantage d'essais dans un beaucoup plus grand nombre de rivières, il convient de considérer avec circonspection l'ordre d'exactitude indiqué ci-dessus.

Annexe A (normative)

Exemple de mesurage chiffré sur un cours d'eau n'ayant encore fait l'objet d'aucun mesurage de débit

NOTE 3 Cet exemple est basé sur une mesure de débit effectuée sur un nombre complet de verticales sur la rivière Severn, à Bewdley, le 13 avril 1962.

A.1 Choisir le tronçon de mesurage de la manière conformément aux recommandations données dans l'ISO 1100-1.

A.2 Effectuer une étude topographique et hydrographique et installer un appareil de mesurage sur la rive, conformément aux recommandations données dans l'ISO 1100-1.

A.3 À partir des données de l'étude, préparer des tableaux ou graphiques indiquant la hauteur de charge H en fonction de la largeur B , de l'aire de section transversale A et de la profondeur moyenne \bar{D} du tronçon de mesurage.

A.4 Dès l'arrivée sur le site de mesurage, relever la hauteur de charge.

À partir des tableaux ou graphiques (article A.3), déterminer les valeurs correspondantes de B , A et \bar{D} .

Dans le cas considéré, les valeurs suivantes ont été déterminées: la hauteur $H = 19,2$ m; l'aire de la section transversale $A = 100,67$ m²; la largeur $B = 46,33$ m; la profondeur moyenne $\bar{D} = 2,173$ m.

A.5 Placer les verticales à 1/4, 1/2 et 3/4 de la largeur, c'est-à-dire à 11,58 m, 23,17 m et 34,75 m de chaque rive.

Faire un sondage de profondeur au niveau de chacune des verticales choisies.

Déterminer la vitesse moyenne sur chaque verticale à l'aide d'un moulinet. Dans ce cas, les valeurs suivantes ont été déterminées:

a) à un quart de la largeur: profondeur $d = 2,347$ m; vitesse moyenne $\bar{v} = 0,779$ m/s;

b) à la moitié de la largeur: profondeur $d = 2,755$ m; vitesse moyenne $\bar{v} = 0,859$ m/s;

c) aux trois quarts de la largeur: profondeur $d = 2,438$ m; vitesse moyenne $\bar{v} = 0,838$ m/s.

A.6 Calculer pour chacune des trois verticales $c = \bar{v}/\sqrt{d}$:

a) à un quart de la largeur, $c = 0,508$;

b) à la moitié de la largeur, $c = 0,517$;

c) aux trois quarts de la largeur, $c = 0,537$.

A.7 Suivre le mode opératoire prescrit en 8.1.7 a) ou 8.1.7 b). Dans le cas considéré, le mode opératoire de 8.1.7 a) est suivi.

Calculer la valeur moyenne de c , c'est-à-dire $\bar{c} = 0,521$.

Prendre comme hypothèse que $\bar{c} = C$ et calculer le débit à partir de $Q = \bar{D}^{3/2}BC$, soit $Q = 2,173^{3/2} \times 46,33 \times 0,521 = 77,32$ m³/s.

A.8 La valeur du débit obtenue par les mesurages utilisant le nombre total des verticales était de 78,35 m³/s. La valeur du débit obtenue en utilisant la présente méthode en diffère de $-1,31$ %.