

# RAPPORT TECHNIQUE

**ISO**  
**TR 9824-1**

Première édition  
1990-05-15

---

---

**Mesurage du débit des écoulements à surface  
dénoyée dans les conduites fermées —**

**Partie 1:**

**Méthodes**  
**(standards.iteh.ai)**

*Measurement of free surface flow in closed conduits —*

*ISO/TR 9824-1:1990*

**Part 1: Methods**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1f27d9f6-1dbb-4bc0-b314-0fab4789e053/iso-tr-9824-1-1990>



Numéro de référence  
ISO/TR 9824-1:1990(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.

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 9824-1, rapport technique du type 2, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 113, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts*.

L'ISO/TR 9824 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Mesurage du débit des écoulements à surface dénoyée dans les conduites fermées* :

© 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

— *Partie 1: Méthodes*

— *Partie 2: Matériels*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO/TR 9824 est donnée uniquement à titre d'information.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO/TR 9824-1:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1f27d9f6-1dbb-4bc0-b314-0fab4789e053/iso-tr-9824-1-1990>

## Introduction

Le mesurage du débit des fluides et du niveau dans les conduites fermées partiellement remplies pose des problèmes particulièrement difficiles et l'on ne dispose pas de documentation complète à ce sujet. La présente partie de l'ISO/TR 9824 a donc été préparée pour donner aux usagers des lignes directrices concernant les méthodes existantes utilisées et les travaux récents dans ce domaine.

Le mesurage du débit des écoulements à surface libre dans les conduites fermées est analogue au jaugeage normal en canaux découverts; ainsi les techniques de jaugeage en canaux découverts peuvent être appliquées aux écoulements à surface libre dans les conduites fermées. Les conduites fermées peuvent être classées en plusieurs catégories:

- a) conduites d'eaux usées (d'évacuation) ne transportant que des déchets domestiques et industriels;
- b) conduites d'eaux pluviales, déversant après de fortes pluies, le ruissellement des zones imperméables dans le cours d'eau le plus proche;
- c) conduites mixtes recueillant à la fois les eaux usées et les eaux pluviales;
- d) dalots ou aqueducs, conduisant l'eau sous une route, une voie de chemin de fer, etc.

Le but d'une conduite fermée des types a), b) ou c) est d'évacuer les eaux usées des zones urbanisées et de les transporter jusqu'à un site où elles pourront être traitées (par des moyens mécaniques chimiques, biologiques ou combinés). Pour fonctionner au moindre coût de transport, il faut normalement que la conduite suive la topographie naturelle des lieux tout en ayant une pente suffisante pour empêcher la stagnation des eaux usées et favoriser leur écoulement naturel. Dans les zones très plates, il peut s'avérer nécessaire de poser les conduites à des profondeurs élevées pour atteindre un gradient hydraulique suffisant, ou si l'on reste à de faibles profondeurs, prévoir des stations de pompage.

Aux époques de précipitations abondantes, les conduites de type b) peuvent s'engorger. Des trop plein sont alors construits pour diriger l'excédent d'eau vers le cours d'eau le plus proche ou vers un réservoir d'accumulation déchargeant la conduite et évitant l'inondation.

Les conduites, qu'elles soient considérées comme fermées ou ouvertes, peuvent être construites en matériaux divers tels que le grès cérame vitrifié, le béton, l'amiante-ciment, la fonte, la brique et plus récemment les matières plastiques ou produits à base de matières plastiques. Leur diamètre peut être de 150 mm et plus, bien qu'il soit rare, sauf dans les grandes villes, de voir des conduites dépasser 3 m de diamètre.

Les eaux usées contiennent des solides flottants et en suspension, et peuvent contenir des résidus de nature corrosive. L'atmosphère des conduites fermées peut en outre contenir des gaz à la fois inflammables et corrosifs. On peut donc globalement qualifier d'hostile l'environnement des conduites fermées.

Un débitmètre fonctionnant dans ce milieu hostile aura à faire face à une large gamme de conditions d'écoulement depuis l'écoulement à surface libre analogue à celui des canaux découverts, jusqu'à l'écoulement sous pression en conduite pleine. La nature de l'écoulement des eaux en milieu urbain est telle qu'il est rare d'y constater un écoulement permanent, sauf dans les canaux émissaires des grands bassins de captation où se produit une atténuation. De même l'écoulement ne peut pas être uniforme du fait des coudes, intersections et déplacements de jonctions.

Le seul moyen d'accès à un système de conduites fermées est le canal émissaire ou les points spécialement conçus à cet usage (c'est-à-dire les trous d'homme). Les trous d'homme sont situés à intervalles irréguliers, là où l'égout change de direction, ou au niveau d'un gradient ou d'une intersection. Ces points ne sont pas satisfaisants d'un point de vue hydraulique pour le mesurage du débit. Une difficulté supplémentaire peut être rencontrée dans le canal, au niveau d'un trou d'homme lorsque la conduite est plus qu'à moitié remplie du fait que pour permettre aux ouvriers de se tenir dans le trou d'homme, on y a fréquemment pratiqué une sorte de banquette. Lorsque la hauteur d'eau dépasse la moitié de la conduite, on a donc solution de discontinuité dans l'aire de la section transversale de la conduite fermée.

(Dans les conduites profondes, il est recommandé de construire une plate-forme ou une galerie à intervalles verticaux de 10 m. On accroît ainsi la sécurité de la descente et de la remontée dans les trous d'homme, et il n'est pas nécessaire d'espacer de plus de 10 m les capteurs et enregistreurs, mais ils doivent pouvoir résister à l'inondation.)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9824-1-1990/iso-tr-9824-1-1990>

**Page blanche**

**iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)**

ISO/TR 9824-1:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1f27d9f6-1dbb-4bc0-b314-0fab4789e053/iso-tr-9824-1-1990>

# Mesurage du débit des écoulements à surface dénoyée dans les conduites fermées —

## Partie 1: Méthodes

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO/TR 9824 fournit un résumé des méthodes de mesurage du débit qui peuvent être employées dans les conduites fermées partiellement remplies et donne des détails sur les avantages et inconvénients de chacune de ces méthodes.

### 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 partie de l'ISO/TR 9824. 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 partie de l'ISO/TR 9824 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 partie de l'ISO/TR 9824, les définitions données dans l'ISO 772 et les définitions suivantes s'appliquent.

**3.1 débitmètre permanent:** Débitmètre installé pour une longue durée (plus de 12 mois) et utilisé pour

mesurer le débit en continu ou à intervalles de temps discrets.

**NOTE 1** Les coûts d'installation élevés de ces débitmètres sont rendus supportables par leur amortissement sur la durée.

Les relevés peuvent servir à l'établissement d'un système d'archives permettant d'avoir une vue d'ensemble des tendances du moment et des tendances futures, et de faire face également aux besoins quotidiens.

**3.2 débitmètre temporaire:** Débitmètre transportable, installé pour une durée prescrite (moins de 12 mois) et utilisé pour mesurer le débit en continu ou à intervalles de temps discrets.

**NOTE 2** L'installation du débitmètre devrait être simple et ne devrait engendrer que peu ou pas de frais en matière de génie civil.

**3.3 débitmètre portatif:** Débitmètre utilisé pour obtenir des relevés instantanés du débit, ou des composants de vitesse et de profondeur de celui-ci.

### 4 Méthodes de mesurage du débit

Il existe deux types de base de mesurage du débit, à savoir le mesurage direct et le mesurage indirect.

#### 4.1 Mesurage direct

Un mesurage direct est un mesurage par lequel le débit est déterminé à partir des valeurs de ses diverses composantes; il ne s'agit pas d'une valeur dérivée. Les méthodes disponibles de mesurage direct sont la méthode volumétrique et la méthode de dilution.

#### 4.1.1 Méthode volumétrique

Connaissant le volume d'une cuve, on y dirige la totalité d'un écoulement. On enregistre le temps mis par la cuve pour se remplir, ce qui permet de calculer le débit moyen pendant le remplissage.

Cette méthode n'est généralement pas utilisable pour les systèmes souterrains.

Dans les systèmes incorporant par construction un puisard, avec une pompe pour vider ce dernier, le débit peut être mesuré par

- a) le calcul du rapport profondeur/volume du puisard, et par
- b) le mesurage du niveau de l'eau dans le puisard (à l'aide d'un limnimètre) à intervalles de temps discrets, ces intervalles étant fonction de la vitesse de remplissage de la cuve. Le but est de mesurer la vitesse de montée du niveau d'eau et de calculer le débit entrant.

Dans les systèmes d'évacuation des pluies d'orage où les pompes fonctionnent en continu, le débit peut être mesuré par

- a) le contrôle du niveau dans le puisard, et par
- b) le contrôle des pompes qui fonctionnent.

Le débit des pompes ou de l'ensemble de pompage est étalonné au moyen d'essais indépendants in situ, en contrôlant le temps nécessaire pour vider le puisard. Si l'on ne peut pas isoler le puisard en fermant la conduite forcée, on supposera que le débit entrant demeure constant pendant l'essai de pompage.

Les avantages de cette méthode sont les suivants:

- a) le débit est mesuré directement,
- b) les appareils peuvent être branchés sur le réseau d'alimentation électrique général, et
- c) la technique de détection à distance peut être employée.

Les inconvénients sont les suivants:

- a) la configuration du système, c'est-à-dire qu'il n'est pas facile de calculer le rapport profondeur/volume du puisard si les tuyauteries d'arrivée à celui-ci se trouvent en-dessous du niveau du commutateur de pompage, et
- b) dans les systèmes d'évacuation contenant de fortes proportions de sédiments ou de boues, le volume du puisard est réduit et la présence des sédiments peut ralentir le débit de refoulement des pompes.

#### 4.1.2 Méthodes de dilution

Il est possible d'employer les techniques normalisées de mesurage par dilution stipulées dans l'ISO 555-1 et l'ISO 555-2, c'est-à-dire la méthode d'injection à débit constant ou la méthode par intégration (connue précédemment comme injection instantanée).

Les méthodes de dilution sont les mieux adaptées pour le mesurage du débit instantané ou du débit moyen sur une courte période de temps (généralement moins de 1 h). Il est toutefois possible de prolonger les mesurages sur une longue période (quelques jours) si des dispositifs adaptés pour l'injection et l'analyse (par exemple traceurs radioactifs) sont disponibles.

Comme pour toutes les méthodes de mesurage par dilution:

- a) il est nécessaire d'obtenir un degré suffisant de mélange sur le site d'échantillonnage, et
- b) il est important de choisir un traceur qui ne sera pas absorbé par le liquide à mesurer et qui ne réagira pas avec lui.

#### 4.2 Mesurage indirect

Un mesurage indirect est un mesurage dans lequel le débit dérive des mesurages de ses diverses composantes. Les méthodes disponibles de mesurage indirect sont les méthodes basées sur l'emploi de déversoirs et canaux jaugeurs, la méthode de la pente de la ligne d'eau et la méthode d'exploration du champ des vitesses.

##### 4.2.1 Canaux jaugeurs et déversoirs

Dans les conduites fermées transportant un liquide renfermant un fort pourcentage de particules solides et où l'écoulement se fait à la fois en régime forcé et avec une surface libre, les canaux jaugeurs et les déversoirs classiques ne peuvent pas être utilisés. Par conséquent, il faut utiliser des dispositifs spéciaux mis au point et construits pour fonctionner dans de telles conditions; ils sont décrits ci-dessous.

##### 4.2.1.1 Déversoir rectangulaire (voir figure 1)

Ce déversoir permet aux matières solides de traverser l'installation. La courbe de tarage du déversoir rectangulaire peut dépendre de la pente et de la rugosité de la conduite, notamment lorsque l'échancrure est large et le débit faible. Ce type de déversoir convient le mieux pour les conduites de grand diamètre où le liquide s'écoule avec une surface libre seulement.



Dimensions en mètres

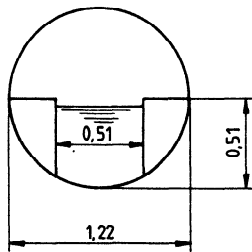


Figure 1 — Déversoir rectangulaire

#### 4.2.1.2 Déversoir trapézoïdal (voir figure 2)

Ce déversoir fonctionne de la même manière que le déversoir rectangulaire dans la mesure où il permet le passage des matières solides et n'obstrue pas excessivement l'écoulement. Sa courbe de tarage est également dépendante de la pente et de la rugosité de la conduite, mais il permet de mesurer des profondeurs et des débits plus faibles que le déversoir rectangulaire. Ce type de déversoir convient le mieux pour les conduites de grand diamètre, sans surcharge.

Dimensions en mètres

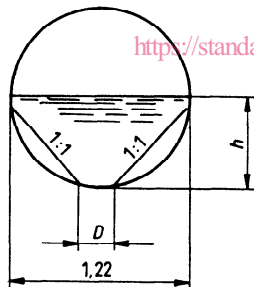


Figure 2 — Déversoir trapézoïdal

#### 4.2.1.3 Débitmètre des services américains de topographie (USGS) (voir figure 3)

Les systèmes d'évacuation travaillant fréquemment en surcharge, il est nécessaire que le dispositif puisse mesurer le débit dans des conditions à la fois d'écoulement à surface dénoyée et d'écoulement forcé; un tel dispositif est le débitmètre des services américains de topographie. Dans les conditions d'écoulement à surface dénoyée, le dispositif se comporte comme un canal jaugeur et offre la fiabilité et l'exactitude d'un canal jaugeur. Cette exactitude est cependant à troquer contre l'étranglement de l'écoulement, c'est-à-dire plus l'étranglement est important, meilleure est l'exactitude. Dans les conditions d'écoulement forcé, ce dispositif se com-

porte comme une tuyère et le débit est déterminé à partir d'un mesurage de la pression en amont et en aval de la tuyère.

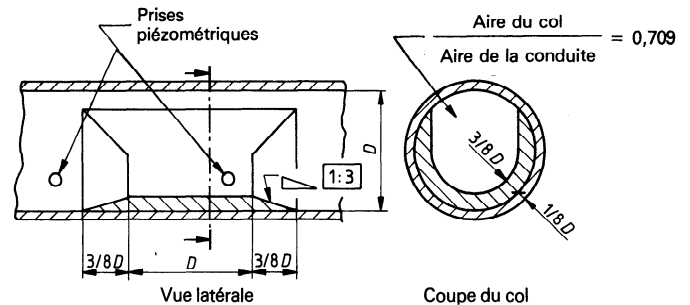


Figure 3 — Débitmètre des services américains de topographie

#### 4.2.1.4 Débitmètre de l'université de l'Illinois (UI) (voir figure 4)

Ce débitmètre possède un fonctionnement similaire au débitmètre USGS et mesure les débits de la même manière dans les conditions d'écoulement à surface dénoyée et d'écoulement forcé. La transition entre l'écoulement à surface dénoyée et l'écoulement forcé n'est cependant pas si douce que dans le cas du débitmètre USGS, ce qui est dû à la forme de l'étranglement sur l'intrados de la conduite.

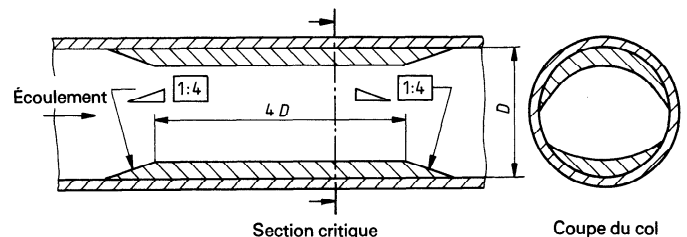


Figure 4 — Débitmètre de l'université d'Illinois

#### 4.2.1.5 Canal jaugeur de Parshall (voir figure 5)

Ce canal jaugeur à profondeur critique ou canal Venturi a été conçu sous un grand nombre de formes. L'un des modèles les plus répandus est le canal jaugeur Parshall mis au point en 1920 pour les canaux d'irrigation. Dans ce dispositif, le rapport charge/débit dépend de la largeur du col. Une fois encore, ce dispositif convient le mieux pour les conduites de grand diamètre.