

---

---

**Mesure de débit des liquides dans les canaux  
découverts — Mesurage en rivières à méandres  
et en cours d'eau à limites instables**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Measurement of liquid flow in open channels — Measurement in  
meandering rivers and in streams with unstable boundaries*

ISO/TR 9210:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b4c790b1-9358-453b-9cd5-439b0a96ffd0/iso-tr-9210-1992>



## Sommaire

	Page
1 Domaine d'application .....	1
2 Références normatives .....	1
3 Définitions .....	1
4 Choix d'un emplacement pour des biefs stables et rectilignes de rivières à méandres .....	2
5 Choix d'un emplacement sur les rivières à méandres relativement stables .....	2
6 Choix d'un emplacement sur les rivières à méandres instables .....	2
7 Mesurage du débit des rivières anastomosées .....	3
8 Mesurage du débit à partir d'un pont .....	3

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

[ISO/TR 9210:1992](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b4c790b1-9358-453b-9cd5-439b0a96ffd0/iso-tr-9210-1992)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b4c790b1-9358-453b-9cd5-439b0a96ffd0/iso-tr-9210-1992>

© ISO 1992

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

## 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 9210, rapport technique du type 2, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 113, *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts*, sous-comité SC 7, *Problèmes spéciaux et méthodes de mesure*.

## Introduction

Il existe de nombreuses méthodes pour mesurer le débit dans les canaux découverts. La plus couramment utilisée est celle qui repose sur l'exploration du champ des vitesses. Les principes de cette méthode sont donnés dans l'ISO 748. Le présent Rapport technique traite spécifiquement des mesurages de débit en rivières à méandres et anastomosées et précise quelques dispositions de l'ISO 748.

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

[ISO/TR 9210:1992](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b4c790b1-9358-453b-9cd5-439b0a96ffd0/iso-tr-9210-1992)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b4c790b1-9358-453b-9cd5-439b0a96ffd0/iso-tr-9210-1992>

# Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts — Mesurage en rivières à méandres et en cours d'eau à limites instables

## 1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique donne des lignes directrices pour le mesurage du débit des rivières à méandres ou anastomosées, éventuellement à partir de ponts, en suivant les dispositions de l'ISO 748.

## 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.*

## 3 Définitions

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

**3.1 rivière encaissée:** Rivière qui a tracé son lit dans une partie du fond d'une vallée ou qui a formé son chenal par érosion. Les sédiments transportés par ce type de rivières ne ressemblent en général pas à ceux du lit.

**3.2 rivière alluviale:** Rivière qui coule à travers les alluvions formées par ses propres dépôts. Sauf pour les éléments en saltation, les sédiments qu'elle transporte sont de même nature que ceux du lit.

**3.3 rivière à méandres:** Type de chenal qui suit un chemin sinueux dû à des causes physiques naturelles et non à des contraintes extérieures. Les conditions se caractérisent par un écoulement en courbes, l'alternance de hauts-fonds et une érosion des rives.

**3.4 rivière anastomosée:** Rivière caractérisée par un chenal extrêmement large et peu profond où l'écoulement passe par de nombreux petits canaux entrelacés, séparés par des hauts-fonds, avec peu ou pas d'érosion des rives principales. Le chenal n'est pas globalement méandreux bien qu'on observe des méandres localisés dans les petits canaux.

**3.5 transition:** Tronçon de chenal qui sépare deux boucles méandreuses successives, où l'écoulement principal passe d'une rive à l'autre. La transition se caractérise par une diminution de la profondeur d'écoulement.

**3.6 écoulement transversal:** Écoulement perpendiculaire au sens principal de l'écoulement qui, lui, est parallèle à l'axe du chenal. On qualifie quelquefois cet écoulement de «secondaire» pour le différencier de l'écoulement principal ou primaire. On rencontrera un écoulement transversal dans tous les chenaux, qu'ils soient rectilignes ou incurvés en plan, bien que cet écoulement dit transversal soit plus fréquent dans les coudes où il provoquera une surélévation du plan d'eau sur l'extrados de la courbe.

**3.7 nœud; point nodal:** Point en plan d'un chenal sinueux où l'amplitude de la trajectoire est minimal. Il se situe à la transition (ou croisement) du chenal. Dans un chenal à méandres dynamiquement sta-

bles, le nœud se déplace vers l'aval, avec les boucles des méandres, mais peut en être empêché par des obstacles naturels ou artificiels, créant ainsi un tronçon aval statique dans la rivière.

**3.8 débit spécifique:** Ce terme a plusieurs sens suivant les usages locaux.

- a) Débit par unité de superficie du bassin versant. Souvent employé pour comparer les valeurs de débit de différentes rivières (maximal, moyen ou minimal).
- b) Débit correspondant à un niveau spécifique. Souvent utilisé pour illustrer les variations dans la capacité de transport d'un chenal causées par des variations de la charge sédimentaire et du niveau du lit pendant certaines périodes (crues, débit annuel, débit interannuel, etc.). Quelquefois utilisé pour repérer les biefs soumis à dépôt ou ablation, et qui évoluent dans le temps.

#### 4 Choix d'un emplacement pour des biefs stables et rectilignes de rivières à méandres

Le paragraphe 6.2.1a) de l'ISO 748:1979 indique qu'à l'emplacement du mesurage le chenal doit être rectiligne, de section et de pente aussi uniformes que possible afin d'éviter une répartition hétérogène des vitesses. Le paragraphe 6.2 b) de l'ISO 748:1979 indique en outre que l'exactitude du débit mesuré par la méthode d'exploration du champ des vitesses croît si les vitesses en tous points sont parallèles les unes aux autres et perpendiculaires à la section du méandre. En un emplacement de mesurage convenablement choisi pour satisfaire aux conditions rencontrées en crues, on peut noter une variation du sens de l'écoulement par rapport aux conditions d'étiage. Il faut modifier le moins possible la section de jaugeage de base sur le cours d'eau. Néanmoins, si le sens de l'écoulement change significativement entre les saisons de crue et d'étiage, compte tenu des spécifications de l'ISO 748:1979, paragraphes 6.2.1 a) et 6.2 b), il sera permis de modifier, si nécessaire, l'orientation de la section de jaugeage pendant la saison des basses eaux.

#### 5 Choix d'un emplacement sur les rivières à méandres relativement stables

Dans les rivières alluviales sur de longs biefs, le cours peut parfois comporter deux méandres successifs. Trouver un bief suffisamment long peut alors devenir difficile. Il faut, dans ces conditions, choisir la section de jaugeage soit dans le bief entre ces deux coudes, soit à la transition entre deux coudes successifs.

Dans un coude, un écoulement transversal s'installe, et le sens et la vitesse de cet écoulement sont la résultante des composantes normale et transversale. La répartition des vitesses et des profondeurs dans la section devient ainsi extrêmement hétérogène.

Par ailleurs, dans la transition qui sépare deux méandres successifs, le cours de la rivière devient relativement rectiligne sur une courte distance. La section droite est plus uniforme et mieux définie que dans un coude. Un bief de transition fournira par conséquent de meilleures conditions d'emplacement pour une station de jaugeage. Si l'on n'a pas de bief rectiligne de longueur suffisante, la meilleure solution est de choisir un emplacement dans la transition entre les boucles de méandres.

Les facteurs importants qui fixent l'exactitude des mesures de débit dans les rivières à méandres sont l'affouillement, l'ensablage et le changement de sens de l'écoulement dans la section de mesurage. Pour ce qui est des deux premiers phénomènes, il suffira de réduire le temps de mesurage le plus possible en faisant travailler plusieurs équipes en même temps. Pour ce qui est du dernier, on corrigera la vitesse mesurée en chaque point avec prise en compte de l'angle d'incidence en utilisant un moulinet directionnel.

#### 6 Choix d'un emplacement sur les rivières à méandres instables

Dans les rivières alluviales, les méandres sont souvent instables. Si le rayon de courbure est important, les méandres ont tendance à progresser vers l'aval en érodant en continu la rive concave et en comblant la rive convexe. Pendant ce processus le cours d'eau change d'emplacement. Si le rayon se réduit, les phénomènes continus d'érosion et de sédimentation entraînent la formation d'un coude en épingle à cheveux qui se traduit finalement par un goulot d'étranglement. Pendant ce processus, le méandre change de forme.

Selon l'importance du rayon de courbure, la récession des rives et le changement de position et/ou de forme du méandre rendront le cours de la rivière instable. Ce type de rivière ne pourra plus remplir les exigences requises de stabilité du site.

On rencontre parfois des bandes localisées d'argile épaisse ou de rochers le long du cours méandreux des rivières alluviales. Cet obstacle naturel obstrue le libre passage du train de méandres. Les méandres s'accumulent en amont de ce type d'obstacle. A quelque distance de là, en aval, la rivière recommence à former des méandres. Mais à hauteur de l'obstacle et immédiatement en aval, le profil de la rivière ne change pas notablement. On appelle ces emplacements des «points nodaux» qui, en raison de la stabilité du bief en ces endroits,

constituent les meilleurs emplacements de jaugeage de ces rivières à cours par ailleurs instable.

S'il n'existe aucun obstacle naturel, il peut parfois y avoir des obstacles artificiels, tels que les ponts qui rétrécissent la veine liquide. Ces obstacles artificiels forment ainsi des points nodaux. On peut, par conséquent, utiliser pour y placer les emplacements de jaugeage, le bief de la rivière situé immédiatement en aval de ces structures, là où le cours d'eau de la rivière demeure localement stable.

## 7 Mesurage du débit des rivières anastomosées

L'une des difficultés du mesurage de débit des rivières anastomosées à lit sablonneux et où les courants sont souvent forts, est l'instabilité du cours d'eau. On peut y observer différentes formes de lit: ondulations, méga-ondulations, dunes et vagues de sable qui se forment simultanément dans différentes parties de la section. Elles peuvent être de dimensions relativement grandes (hauteurs de 0,3 m, 1,5 m, 7,6 m et 15,2 m, correspondant respectivement à des longueurs d'onde de 1,5 m, 152 m, 488 m et 914 m). Ces formes de lit peuvent également avoir une vitesse importante de déplacement vers l'aval, (on a observé des vitesses de 3 m/jour, 122 m/jour, 167 m/jour et 204 m/jour respectivement). Ces formes de lit jouent sur sa rugosité; par conséquent des portions distinctes de la section peuvent présenter des rugosités à des profondeurs différentes simplement par suite de leurs différences de forme. La mobilité du lit sur une même journée provoque des variations continues des coefficients de rugosité locale ainsi que des profondeurs. Tous ces facteurs peuvent entraîner des variations appréciables du niveau d'eau pour un débit donné. Dans ces conditions, outre la courbe de débit à la hauteur moyenne, il faut établir une courbe enveloppe des différentes hauteurs. On concevra, en particulier, les parties supérieures et les francs-bords des structures de génie civil en fonction des courbes qui correspondent aux hauteurs supérieures, tandis que pour les fondations, on tiendra compte de la profondeur d'écoulement qui correspond à la courbe enveloppe des hauteurs inférieures.

Une autre cause d'instabilité des rivières anastomosées est le déplacement vers l'aval des îles qui séparent les canaux. Ces îles connaissent une érosion de leur extrémité amont et une reconstitution par migration de leur extrémité aval. Ce mouvement reste, toutefois, lent et peut donc ne pas affecter la précision des observations quotidiennes du débit à la station de jaugeage. Il peut, toutefois, être nécessaire de modifier la maille d'exploration lorsque les observations quotidiennes ou périodiques se font pendant toute la saison des crues.

Lorsqu'il faut jauger plusieurs canaux majeurs le long de la ligne de mesurage, il peut s'avérer nécessaire d'employer deux ou plusieurs canots et, par conséquent, autant d'équipes qui travailleront simultanément pour mesurer le débit en une seule fois. Il est toutefois préférable de placer, si possible, la station de jaugeage là où la rivière est la plus étroite et présente le moins de canaux actifs par suite des obstacles tant naturels qu'artificiels.

Les rivières anastomosées des régions semi-montagneuses peuvent connaître des crues fugaces où la hauteur change rapidement. Il faut alors procéder aux mesurages de débit aussi rapidement que possible pour définir une hauteur variant le moins possible. On peut, pour ce faire, au lieu d'adopter une méthode de mesurage en deux ou plusieurs points, ne mesurer la vitesse qu'en un seul point en réduisant le nombre de verticales d'observation. Le critère à adopter pour cette réduction sera que l'erreur résultante doit être inférieure à l'erreur provoquée par un changement rapide du niveau pendant le temps d'un mesurage isolé.

À titre d'exemple, un mesurage rapide du débit peut se faire de la manière suivante:

- a) emploi de la méthode de mesurage à une profondeur de 0,6 de préférence à une méthode à 0,2 à 0,8 ou à une méthode multipoints;
- b) emploi de la méthode à une profondeur de 0,2 ou sous la surface, si la méthode à 0,6 crée un angle par rapport à la verticale obligeant à des corrections longues ou si cet angle augmente sous l'effet d'une dérive qui accroît le temps de sondage;
- c) réduction du temps d'observation de la vitesse à 20 s à 30 s environ;
- d) réduction du nombre de verticales d'observation à 15 à 18 environ.

Cette démarche permettra de réduire le temps de mesurage du débit à 15 min à 20 min.

Les rivières anastomosées des régions semi-montagneuses sont souvent sujettes à sédimentation, avec tendance à la migration des canaux. Cette instabilité n'affecte pas seulement la segmentation mais entraîne également une évolution de la courbe de tarage. Pour conserver trace de la vitesse de sédimentation, il est souvent utile d'établir des courbes spécifiques de jaugeage du débit.

## 8 Mesurage du débit à partir d'un pont

Dans les grandes plaines inondables, on observe souvent, en période de crues, de forts débordements des rivières à méandres ou anastomosées. Les profondeurs des champs de débordement sont

alors conséquentes et l'on observe une inondation de grande ampleur.

Dans la zone de débordements, de nombreux obstacles gênent l'écoulement; habitations, cultures, arbres, buissons, végétation. Il est difficile d'éviter ces obstacles lorsqu'on mesure le débit à partir d'un canot. Cette difficulté est levée si l'on procède à partir d'un pont. L'écoulement dans le lit principal et sur la zone de débordements doit être étendu en largeur mais converge vers la géométrie relativement étroite et bien définie du pont. Il est donc pratique de mesurer le débit à partir du pont.

Pour observer la profondeur et la vitesse à partir d'un pont, on se laissera guider par les qualités comparées des sections amont et aval, avant de choisir la section d'observation. Ainsi, si l'on choisit l'amont, les conditions hydrauliques seront meilleures et l'on pourra voir et donc éviter plus facilement les corps flottants. D'un autre côté, si l'on choisit l'aval, on observera plus facilement les angles des verticales, l'écoulement sera plus rectiligne en raison de l'influence redresseuse du fait de l'influence du pont sur les filets liquides et l'on évitera les risques d'endommagement du moulinet sur les piles du pont. Dans le choix des côtés amont ou aval

interviennent également quelques considérations d'ordre physique, telles que l'emplacement de la voie de circulation, les risques liés à la circulation, l'accumulation de toutes natures sur les piles, etc.

Dans les observations menées à partir d'un pont, il est également important de prendre en compte l'effet d'obstacle créé par les piles sur la répartition des vitesses dans la section de mesure. Cette influence est ponctuelle et n'intéresse qu'une faible largeur de part et d'autre des piles. Sur cette largeur, il est difficile et dangereux de mesurer la vitesse et la profondeur, et l'incertitude de mesurage sera plus grande. Plus il y a de piles, plus l'incertitude sur le débit total mesuré augmentera. Dans ce cas, on préférera une estimation du débit passant par la section proche des piles à un mesurage direct. Pour cette estimation, on déterminera d'abord la valeur du débit  $q_m$  sur la verticale située à l'extrémité de la zone affectée de part et d'autre de chaque pile. Ensuite on supposera qu'en l'absence de pile, cette valeur aurait été applicable sur toute la largeur  $b_m$  située entre la verticale à l'extrémité de la zone affectée et l'axe médian de la pile. Le débit s'écoulant dans la zone adjacente à chaque pile sera alors estimé à  $q_m b_m$ .

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 9210:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b4c790b1-9358-453b-9cd5-439b0a96ffd0/iso-tr-9210-1992>



Page blanche

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

ISO/TR 9210:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b4c790b1-9358-453b-9cd5-439b0a96ffd0/iso-tr-9210-1992>