

PROJET DE NORME INTERNATIONALE

ISO/DIS 748

ISO/TC 113/SC 1

Secrétariat: BIS

Début de vote:
2020-06-18

Vote clos le:
2020-09-10

Hydrométrie — Mesurage du débit des cours d'eau — Méthodes d'exploration du champ des vitesses utilisant le mesurage de la vitesse par point

Hydrometry — Measurement of liquid flow in open channels — Velocity area methods using point velocity measurements

ICS: 17.120.20

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/DIS 748](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/070f9c7c-4145-4f7a-953f-7df7fd4f57ca/iso-dis-748)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/070f9c7c-4145-4f7a-953f-7df7fd4f57ca/iso-dis-748>

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

Le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité.

TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN



Numéro de référence
ISO/DIS 748:2020(F)

© ISO 2020

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO/DIS 748

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/070f9c7c-4145-4f7a-953f-7df7fd4f57ca/iso-dis-748>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, 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, Geneva
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Website: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives.....	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Principe des méthodes de mesurage	2
5 Sélection de sites	2
5.1 Choix de l'emplacement.....	2
5.2 Délimitation de l'emplacement.....	3
6 Mesurage de l'aire de la section transversale.....	4
6.1 Généralités.....	4
6.2 Mesurage de la largeur.....	4
6.3 Mesurage de la profondeur.....	4
7 Mesurage de la vitesse.....	4
7.1 Détermination de la vitesse par mesurage de la vitesse par point	4
7.1.1 Mode opératoire de mesurage.....	4
7.1.2 Écoulement oblique.....	6
7.1.3 Détermination de la vitesse moyenne sur une verticale.....	6
7.1.4 Méthode d'intégration.....	9
7.1.5 Erreurs et limites d'emploi.....	10
7.2 Détermination de la vitesse moyenne à partir de la vitesse superficielle.....	10
7.2.1 Généralités.....	10
7.2.2 Systèmes sans contact	11
7.2.3 Méthode du point unique en surface avec un courantomètre	11
7.2.4 Mesurage de la vitesse à l'aide de flotteurs.....	11
8 Calcul du débit.....	12
8.1 Méthodes arithmétiques — Généralités	12
8.1.1 Méthode de la section moyenne.....	12
8.1.2 Méthode de la section médiane.....	13
8.1.3 Verticales bathymétriques.....	13
8.2 Méthode des verticales indépendantes.....	14
8.3 Méthode de la section moyenne — Plans horizontaux.....	16
8.4 Méthode par vitesse témoin	17
9 Incertitudes dans le mesurage du débit.....	17
9.1 Généralités.....	17
9.2 Limites.....	17
9.3 Méthode de calcul de l'incertitude dans la détermination du débit par mesurage de la vitesse à l'aide de courantomètres	19
9.3.1 Généralités.....	19
9.3.2 Incertitudes contributives	20
9.3.3 Exemple	21
9.3.4 Incertitude composée	22
9.4 Méthode de calcul de l'incertitude dans la détermination du débit par mesurage de la vitesse à l'aide de flotteurs	22
9.4.1 Généralités.....	22

9.4.2 Incertitudes contributives	23
9.4.3 Incertitude composée sur le débit.....	23
9.4.4 Exemple.....	24
Annexe A (informative) Utilisation des courantomètres à vitesse ponctuelle.....	25
Annexe B (informative) Mesurage de la vitesse superficielle à l'aide de flotteurs.....	28
Annexe C (informative) Exemples de systèmes de vitesse superficielle	33
Annexe D (informative) Incertitudes dans le mesurage par exploration du champ des vitesses..	36
Annexe E (informative) Mesurage de la vitesse dans des conditions de glace	40
Annexe F (informative) Corrections de longueur immergée du câble dans le mesurage des profondeurs par un câble non perpendiculaire à la surface	47
Bibliographie.....	51

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/DIS 748

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/070f9c7c-4145-4f7a-953f-7df7fd4f57ca/iso-dis-748>

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).

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).

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 le lien suivant : www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 113, *Hydrométrie*, sous-comité SC 1, *Méthodes d'exploration du champ des vitesses*.

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.

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

ISO/DIS 748

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/070f9c7c-4145-4f7a-953f-7df7fd4f57ca/iso-dis-748>

Hydrométrie — Mesurage du débit des cours d'eau — Méthodes d'exploration du champ des vitesses utilisant le mesurage de la vitesse par point

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes permettant de déterminer la vitesse et l'aire de la section transversale d'un écoulement d'eau à surface libre et de calculer le débit à l'aide de dispositifs de mesurage de la vitesse par point.

Elle couvre les méthodes utilisant les courantomètres à élément rotatif, les vélocimètres à effet Doppler acoustique (ADV), les profileurs acoustiques de vitesse à effet Doppler (ADVP) – la méthode stationnaire, le mesurage de la vitesse superficielle, y compris les flotteurs et autres systèmes de vitesse superficielle.

Bien que certaines procédures générales soient abordées, elle ne décrit pas en détail comment utiliser ou déployer ces systèmes. Pour les procédures détaillées, il convient de se référer aux lignes directrices des fabricants d'instruments et des organismes publics appropriés.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 772:2011, *Hydrométrie — Vocabulaire et symboles*

ISO 1088:2007, *Hydrométrie — Méthodes d'exploration du champ des vitesses à l'aide de moulinets — Recueil et traitement des données pour la détermination des incertitudes de mesurage du débit*

ISO 2537:2007, *Hydrométrie — Moulinets à élément rotatif*

ISO 3455:2007, *Hydrométrie — Étalonnage des moulinets en bassins découverts rectilignes*

ISO/TR 24578:2012, *Hydrométrie — Profils Doppler acoustiques — Méthode et application pour le mesurage du débit en conduites ouvertes*

ISO 25377:2007, *Hydrométrie — Lignes directrices relatives à l'incertitude en hydrométrie (HUG)*

ISO 5168:2005, *Mesure de débit des fluides — Procédures pour le calcul de l'incertitude*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 772 s'appliquent.

4 Principe des méthodes de mesurage

Le principe dépend de la détermination de la vitesse et de l'aire de la section transversale.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- un emplacement de mesurage doit être choisi conformément aux exigences spécifiées ;
- l'aire de la section transversale doit être mesurée selon une méthode spécifiée dans la présente norme et adaptée aux dimensions ;
- les relevés de la vitesse doivent être réalisés selon une méthode spécifiée dans la présente norme ;
- le débit doit être calculé à l'aide d'une méthode spécifiée dans la présente norme.

$$Q = \bar{V}A \quad (1)$$

où

Q débit ;

$\bar{V}$ vitesse moyenne ;

A aire de la section transversale.

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.itech.ai)

5 Sélection de sites

5.1 Choix de l'emplacement

ISO/DIS 748

L'emplacement choisi doit satisfaire aux exigences suivantes :

- a) à l'emplacement du mesurage, le chenal doit être rectiligne et de section et de pente uniformes afin de réduire au minimum la distribution anormale des vitesses. La longueur droite en amont doit être au moins égale au double de celle en aval ;
- b) les directions d'écoulement de tous les points des verticales sur la largeur doivent être parallèles les unes aux autres et perpendiculaires à la section de mesurage ;
- c) le lit et les bords des chenaux doivent être stables et bien définis à tous les niveaux de l'écoulement de façon à permettre un mesurage précis de la section transversale et à garantir des conditions uniformes pendant et entre deux jaugeages ;
- d) les courbes de distribution des vitesses doivent être régulières dans les plans de mesurage vertical et horizontal ;
- e) les conditions d'écoulement à la section transversale et son voisinage doivent être telles qu'aucun changement n'intervient dans la distribution des vitesses pendant la durée de mesurage ;
- f) les sites où des vortex ou des courants de retour ont tendance à se produire, ainsi que les zones d'eau morte doivent être évités ;
- g) la section de mesurage doit être bien visible sur sa largeur et ne doit pas être obstruée par des arbres, de la végétation aquatique ou tout autre obstacle ;

- h) lorsque le mesurage est effectué à partir d'un pont avec piliers de division, chaque section du chenal doit être mesurée séparément. La détermination de la distribution des vitesses doit faire l'objet d'une attention particulière lorsque les ouvertures du pont sont surchargées ou obstruées ;
- i) la hauteur d'eau à la section de mesure choisie doit être suffisante à tous les niveaux pour garantir la conformité aux critères minimaux du fabricant, quel que soit le dispositif déployé ;
- j) si l'emplacement est appelé à être défini comme une station permanente, il doit être aisément accessible à tout moment avec le matériel de mesurage nécessaire adapté aux conditions d'écoulement ;
- k) il convient que les mesurages effectués directement à partir d'un pont soient généralement réalisés du côté aval, en veillant à éviter les turbulences et les tourbillons produits par les piliers du pont et les autres structures ;
- l) la section ne doit pas se trouver à proximité d'une pompe, d'un conduit de décharge ou d'un déversoir, si la proximité de ces derniers est à même de créer des conditions d'écoulement instables ;
- m) les emplacements présentant un écoulement convergent ou divergent doivent être évités ;
- n) si une section transversale appropriée comprend un pont, les mesurages à partir d'un bateau ou en passant à gué doivent être effectués en amont du pont ;
- o) le mesurage du débit sous la glace est traité à l'Annexe E. Pour les cours d'eau sujets à formation de glace en surface, la partie principale de la présente norme doit être utilisée lorsque l'écoulement du cours d'eau est libre ;
- p) dans certaines conditions d'écoulement ou de niveau du cours d'eau, il peut s'avérer nécessaire d'effectuer les mesurages sur des sections en amont ou en aval de l'emplacement initialement choisi. Cela est tout à fait acceptable si les pertes ou apports non mesurés par rapport à l'écoulement sont mineurs le long du bief d'intervention et tant que tous les mesurages du débit peuvent être reliés à une valeur de niveau enregistrée dans la section de référence principale.

NOTE Les conditions de mesurage idéales seront obtenues lorsque toutes les exigences seront satisfaites. Si les conditions idéales ne sont pas disponibles, il peut encore être possible de réaliser un mesurage, mais l'incertitude sera accrue.

5.2 Délimitation de l'emplacement

Une station permanente ou une station susceptible d'être fréquemment utilisée pour des mesurages ultérieurs doit être équipée de moyens de repérage de la section et de détermination du niveau.

5.2.1 La position de chaque section, perpendiculaire à la direction moyenne de l'écoulement, doit être définie sur les deux rives par des repères clairement visibles et immédiatement identifiables. Lorsqu'un emplacement peut être couvert par une importante couche de neige, les repères de la ligne de section peuvent être référencés par rapport à d'autres objets, tels que des tumuli de pierres.

5.2.2 Le niveau doit être lu sur une échelle limnimétrique au début et à la fin de la période de mesurage. Si le niveau d'eau change rapidement, il est recommandé d'effectuer un mesurage du niveau toutes les 30 minutes.

5.2.3 S'il est possible que le niveau de la surface de l'eau soit différent entre deux rives, l'utilisation d'une échelle limnimétrique auxiliaire doit être envisagée. Lorsqu'il y a lieu de craindre une différence du niveau de l'eau entre les deux rives, une échelle limnimétrique auxiliaire doit être installée sur la rive opposée. La moyenne des valeurs relevées par les deux échelles doit être utilisée comme niveau moyen de la surface de l'eau et comme base de tracé du profil de la section transversale du cours d'eau.

6 Mesurage de l'aire de la section transversale

6.1 Généralités

Le profil de la section du chenal à l'emplacement des mesurages doit être déterminé en un nombre de points suffisant pour établir la forme du fond et pour réduire au minimum l'incertitude liée au calcul de l'aire de la section transversale.

6.2 Mesurage de la largeur

6.2.1 Les valeurs de la largeur du chenal et des éléments individuels de section peuvent être obtenues en mesurant les distances horizontales à partir d'un point de référence fixe ou jusqu'à un point de référence fixe qui doit être situé dans le plan vertical de la section de mesurage.

6.3 Mesurage de la profondeur

6.3.1 Les mesurages de profondeur doivent être effectués à des intervalles suffisamment rapprochés pour définir avec précision le profil de la section. Le nombre de points de mesurage de la profondeur doit être au moins égal au nombre de points de mesurage de la vitesse.

Le nombre de points d'échantillonnage dépend de la variabilité de la profondeur de l'eau dans la section. Le nombre de points est adéquat lorsqu'il n'affecte pas sensiblement la valeur obtenue.

Lorsqu'il est impossible de faire plus d'une seule lecture de la profondeur, l'incertitude de mesure peut être augmentée (voir Article 9).

7 Mesurage de la vitesse

7.1 Détermination de la vitesse par mesurage de la vitesse par point

Toute une gamme d'instruments est disponible pour mesurer la vitesse par point. Ils sont décrits à l'Annexe A

7.1.1 Mode opératoire de mesurage

Les relevés de la vitesse sont normalement effectués en même temps que les mesurages de profondeur. Cette méthode doit notamment être utilisée dans le cas de fonds instables. Cependant, si les deux mesurages sont effectués à des moments différents, par exemple sur une station préalablement étudiée, les relevés de vitesse doivent être effectués en un nombre suffisant de positions et la distance horizontale entre les mesurages doit être mesurée comme spécifié en 6.2 et 6.3

Il convient de faire appel au jugement professionnel d'un hydrographe expérimenté pour tous les mesurages. Il convient également d'inclure des notes détaillées concernant les mesurages et les hypothèses formulées dans le dossier.

Pour apprécier le nombre minimal recommandé de verticales à définir dans les chenaux étroits (< 5 m) pour déterminer le débit à un endroit particulier, les critères suivants doivent être appliqués.

- Largeur du chenal < 0,5 m $n \geq 15$
- Largeur du chenal > 0,5 m et < 5 m $n \geq 20$
- Largeur du chenal > 5 m $n \geq 22$
- Il convient que la proximité des verticales adjacentes ne soit pas inférieure aux recommandations minimales indiquées par les fournisseurs d'équipement pour l'instrument concerné.

NOTE 1 Pour les chenaux très étroits, des recommandations d'ordre pratique peuvent ne pas permettre d'atteindre le nombre minimal de verticales recommandé.

NOTE 2 Dans la mesure du possible, il convient de choisir les verticales de sorte que le débit de chaque élément de section soit inférieur à 5 % du total.

Dans tous les cas, les mesurages de profondeur effectués en bordure de l'eau s'ajoutent aux exigences ci-dessus. Les première et dernière verticales doivent être aussi proches que possible de la bordure de l'eau.

Il est en outre recommandé de sélectionner l'emplacement des verticales après une étude préalable du plan de section.

Le dispositif utilisé pour réaliser le mesurage de la vitesse par point doit être maintenu en position afin de réduire au minimum le mouvement pendant le mesurage. Il doit être maintenu de manière à ne pas être affecté par les perturbations de l'écoulement.

Dans les chenaux où l'écoulement n'est pas stable, il est possible de corriger les variations du débit total pendant la période de mesurage, non seulement en observant les changements du niveau, mais aussi en mesurant de façon continue la vitesse en un point approprié du courant principal.

À des fins de continuité avec les précédentes versions de cette norme, les critères suivants peuvent être utilisés, mais le niveau d'incertitude du mesurage global sera beaucoup plus élevé.

- Largeur du chenal < 0,5 m $n = 5 \text{ à } 6$
- Largeur du chenal > 0,5 m et < 1 m $n = 6 \text{ à } 7$
- Largeur du chenal > 1 m et < 3 m $n = 7 \text{ à } 12$
- Largeur du chenal > 3 m et < 5 m $n = 13 \text{ à } 16$
- Largeur du chenal > 5 m $n \geq 22$
- Le Tableau D.6 du D.4.4 fournit un guide du pourcentage d'incertitude lié au mesurage de la vitesse moyenne en raison d'un nombre de verticales limité.

7.1.2 Écoulement oblique

Si un écoulement oblique est inévitable, il convient de mesurer soit directement la composante de vitesse perpendiculaire à la section transversale, soit l'amplitude de la vitesse mesurée et corrigée en fonction de l'angle par rapport à la perpendiculaire. Des instruments spéciaux ont été mis au point pour mesurer simultanément l'angle et la vitesse en un point. Cependant, si l'on n'en dispose pas et s'il n'y a pratiquement pas de vent, on peut admettre que l'angle de l'écoulement le long d'une verticale est égal à celui observé en surface. Cet angle peut être mesuré à l'aide d'un équipement approprié à condition que l'opérateur soit placé au-dessus de la verticale de mesurage. Si le chenal est très profond, sujet à des marées ou si le profil local de son lit varie rapidement, cette hypothèse ne doit pas être admise sans vérification.

Si θ est l'angle mesuré entre la direction de l'écoulement et la perpendiculaire à la section transversale, la vitesse servant au calcul du débit d'écoulement doit être :

$$v_{\text{corrigée}} = v_{\text{mesurée}} \times \cos\theta \quad (2)$$

NOTE Certains courantomètres permettent de mesurer directement la composante normale de la vitesse lorsqu'ils sont maintenus perpendiculairement à la section de mesurage dans l'écoulement oblique. Dans ce cas, cette correction ne serait pas appliquée.

7.1.3 Détermination de la vitesse moyenne sur une verticale

7.1.3.1 Choix et classification

Le choix de la méthode permettant de déterminer la vitesse moyenne dépend de certains facteurs : Sécurité, temps disponible, largeur et profondeur du chenal, état du fond dans la section de mesurage et en amont du bief, taux de variation du niveau, degré de précision souhaité et matériel utilisé.

Ces méthodes sont classées de la façon suivante :

- a) méthode de distribution des vitesses (voir 7.1.3.2) ;
- b) méthodes utilisant un nombre réduit de points (voir 7.1.3.3) ;
- c) méthode d'intégration (voir 7.1.3.4).

7.1.3.2 Méthode de distribution des vitesses

Avec cette méthode, les valeurs de vitesse sont obtenues par des relevés effectués en un certain nombre de points le long de chaque verticale entre la surface de l'eau et le fond du chenal. Le nombre et l'espacement des points doivent être choisis de manière à déterminer précisément la distribution des vitesses sur chaque verticale, la différence des relevés entre deux points adjacents ne dépassant pas 20 % de la vitesse la plus élevée. Les emplacements de relevé supérieur et inférieur doivent être choisis en tenant compte des spécifications en 7.1.1 et 7.1.2.

NOTE 1 Bien que ce paragraphe traite principalement de la détermination de la vitesse moyenne sur une verticale, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer le même principe à la détermination de la vitesse moyenne à proximité de la berge ou de la paroi verticale d'un chenal. La courbe des vitesses peut être extrapolée à partir du dernier point de mesure jusqu'au fond ou jusqu'à la paroi verticale du chenal en calculant v_x au moyen de la Formule (3) :

$$v_x = v_a \left(\frac{x}{a} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (3)$$

où

v_x est la vitesse ponctuelle dans la zone d'extrapolation à une distance x du lit ou de la paroi verticale ;

v_a est la vitesse au niveau du dernier point de mesure, à une distance a du lit ou de la paroi verticale ;

m est un exposant.

La vitesse moyenne, $\bar{v}$, entre le fond (ou une paroi verticale) du chenal et le point de mesure le plus proche (où la vitesse mesurée est v_a) peut être calculée directement par la Formule (4) :

$$\bar{v} = \left(\frac{m}{m+1} \right) v_a \quad (4)$$

En général, m varie entre 5 et 7, mais il peut varier sur une plage plus étendue selon la résistance hydraulique. La valeur $m = 4$ s'applique aux lits ou parois verticales rugueux alors que $m = 10$ caractérise les lits ou parois verticales lisses.

m s'obtient de la façon suivante :

$$m = \frac{C_{\text{ver}}}{\sqrt{g}} \left(\frac{2\sqrt{g}}{\sqrt{g} + C_{\text{ver}}} + 0,3 \right) \quad (5)$$

où

g est l'accélération due à la pesanteur (m/s^2) ;

C_{ver} est le coefficient de Chézy sur une verticale ($\text{m}^{0,5}/\text{s}$).

NOTE 2 Une autre méthode permettant d'obtenir la vitesse dans la zone située au-dessous du dernier point de mesure repose sur l'hypothèse que, jusqu'à une certaine distance du lit du chenal, la vitesse est proportionnelle au logarithme de la distance X par rapport à cette paroi. Si les vitesses relevées aux points voisins du fond sont représentées graphiquement en fonction de $\log X$, la droite ajustée passant par ces points peut être prolongée jusqu'à la paroi. Les vitesses au voisinage de la paroi peuvent alors être lues sur le graphique.

7.1.3.2.1 Méthode stationnaire à l'aide d'un ADCP

Pour la méthode stationnaire avec ADCP, celui-ci est maintenu à un emplacement spécifique pendant une durée déterminée, la moyenne des données à cette verticale est ensuite calculée pour obtenir un profil de vitesse moyenne ou une vitesse moyenne intégrée sur la profondeur à cet emplacement.

Il convient de noter que l'instrument ADCP ne peut pas mesurer la vitesse à proximité des transducteurs de l'ADCP, au-dessus des transducteurs ou à proximité du lit. Les logiciels actuels des fabricants permettent l'extrapolation dans ces zones sur la base des vitesses mesurées afin de calculer une vitesse moyenne pour la verticale.

7.1.3.3 Méthodes utilisant un nombre réduit de points

7.1.3.3.1 Généralités

Ces méthodes, moins strictes que celles examinant l'intégralité du champ des vitesses, sont fréquemment utilisées parce qu'elles sont plus rapides que la méthode de distribution des vitesses (7.1.3.2).

Pour une nouvelle section de mesurage, il est préférable d'évaluer la précision de la méthode choisie par la méthode de distribution des vitesses.

7.1.3.3.2 Méthode du point unique

Les relevés de la vitesse doivent être effectués sur chaque verticale en plaçant le courantomètre à 0,6 fois la profondeur au-dessous de la surface. La valeur mesurée doit être prise comme vitesse moyenne sur la verticale.

7.1.3.3.3 Méthode des deux points

Les relevés de la vitesse doivent être effectués sur chaque verticale en plaçant le courantomètre à 0,2 et à 0,8 fois la profondeur au-dessous de la surface. La moyenne de ces deux valeurs doit être prise comme vitesse moyenne sur la verticale.

$$\bar{v} = 0,5(v_{0,2} + v_{0,8}) \quad (6)$$

La méthode Kreps est une autre méthode permettant de déterminer la vitesse moyenne d'une verticale. Elle utilise les relevés de la vitesse à la surface et à 0,62 fois la profondeur au-dessous de la surface.

Lorsque la méthode Kreps est utilisée, les relevés de la vitesse doivent être réalisés aussi près que possible de la surface et à 0,62 fois la profondeur sous la surface. Voir la Formule (7)

$$\bar{v} = 0,31*v_0 + 0,634*v_{0,38} \quad (7)$$

NOTE La « méthode Kreps », développée par l'hydrologue autrichien Harald Kreps, est également une méthode en deux points, voir la Bibliographie n° 15.

7.1.3.3.4 Méthode des trois points

Les relevés de la vitesse doivent être effectués sur chaque verticale en plaçant le courantomètre à 0,2, 0,6 et 0,8 fois la profondeur au-dessous de la surface. Le mesurage à 0,6 peut être pondéré et la vitesse moyenne $\bar{v}$ calculée à l'aide de la Formule (8) :

$$\bar{v} = 0,25(v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8}) \quad (8)$$

7.1.3.3.5 Méthode des cinq points

Les relevés de la vitesse sont effectués sur chaque verticale en plaçant le courantomètre à 0,2, 0,6 et 0,8 fois la profondeur au-dessous de la surface et aussi près que possible de la surface et du lit. La vitesse moyenne $\bar{v}$ est obtenue à l'aide de la Formule (9).

$$\bar{v} = 0,1(v_{\text{surface}} + 3v_{0,2} + 3v_{0,6} + 2v_{0,8} + v_{\text{lit}}) \quad (9)$$

7.1.3.3.6 Méthode des six points

Les relevés de la vitesse sont effectués sur chaque verticale en plaçant le courantomètre à 0,2, 0,4, 0,6 et 0,8 fois la profondeur au-dessous de la surface et aussi près que possible de la surface et du lit. La vitesse moyenne $\bar{v}$ peut être obtenue à l'aide de la Formule (10).

$$\bar{v} = 0,1(v_{\text{surface}} + 2v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + 2v_{0,8} + v_{\text{lit}}) \quad (10)$$

7.1.3.3.7 Autres méthodes d'échantillonnage

D'autres méthodes d'échantillonnage permettant de déterminer la vitesse moyenne sur la verticale peuvent être utilisées dans des circonstances exceptionnelles (par exemple vitesse élevée, niveau fluctuant rapidement ou débris flottants), à condition qu'il puisse être démontré expérimentalement que la méthode appliquée donne des résultats ayant la même précision que ceux obtenus par les méthodes indiquées ci-dessus.

7.1.4 Méthode d'intégration

Avec cette méthode, la vitesse sur chaque verticale est mesurée en élevant et en abaissant un courantomètre à une vitesse uniforme.

7.1.4.1 Courantomètre

Avec la méthode utilisant le courantomètre, celui-ci est déplacé sur chaque verticale, à une vitesse uniforme, de haut en bas et de bas en haut, sur la totalité de la profondeur. Il convient que la vitesse de déplacement du courantomètre ne soit pas supérieure à 5 % de la vitesse moyenne de l'eau et ne dépasse en aucun cas 0,04 m/s. Il convient de réaliser deux cycles complets sur chaque verticale et, si les résultats diffèrent de plus de 10 %, il convient de répéter l'opération (deux cycles complets) jusqu'à ce que les résultats cadrent avec cette limite.

La méthode d'intégration donne de bons résultats si le temps de mesurage est suffisamment long (60 s à 100 s). Cette technique peut être utilisée, mais ne l'est normalement pas, lorsque la profondeur de l'eau est inférieure à 1 m.