

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
9104

Première édition  
1991-04-01

---

---

**Mesure de débit des fluides dans les conduites  
fermées — Méthodes d'évaluation de la  
performance des débitmètres  
électromagnétiques utilisés pour les liquides**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Measurement of fluid flow in closed conduits — Methods of evaluating  
the performance of electromagnetic flow-meters for liquids*

ISO 9104:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eac2f254-f1f8-4a61-aa4c-b9a68edfb804/iso-9104-1991>



Numéro de référence  
ISO 9104:1991(F)

**Sommaire**

	Page
1	1
2	1
3	2
4	2
4.1	3
4.2	3
4.3	4
4.4	4
4.5	5
4.6	5
4.7	5
4.8	5
4.9	5
5	6
5.1	6
5.2	7
5.3	11
6	17
6.1	17
6.2	17
6.3	17
6.4	17

iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b9a68edfb804/iso-9104-1991>

ISO 9104:1991  
Conditions requises et méthodes

© ISO 1991

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

6.5 Perturbations radioélectriques ..... 17

**Annexe**

**A** Bibliographie ..... 18

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

[ISO 9104:1991](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eac2f254-f1f8-4a61-aa4c-b9a68edfb804/iso-9104-1991)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eac2f254-f1f8-4a61-aa4c-b9a68edfb804/iso-9104-1991>

## 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9104 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 30, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées*.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

## Introduction

Les méthodes d'évaluation prescrites dans la présente Norme internationale sont destinées aux constructeurs souhaitant déterminer les performances de leurs produits et aux utilisateurs ou organismes d'essai indépendants, souhaitant vérifier les spécifications des constructeurs et l'aptitude des produits à l'emploi.

Les conditions d'essai prescrites dans la présente Norme internationale, par exemple la plage de températures ambiantes et l'alimentation électrique, constituent les conditions d'emploi courantes. Les valeurs prescrites sont en conséquence à respecter, sauf spécification contraire du constructeur.

Les essais prescrits dans la présente Norme internationale ne sont pas nécessairement suffisants pour des appareils spécialement conçus pour des régimes inhabituellement sévères. À l'inverse, une série d'essais plus restreinte peut convenir à des appareils conçus pour fonctionner dans une gamme limitée de conditions.

[ISO 9104:1991](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eac2f254-f1f8-4a61-aa4c-b9a68edfb804/iso-9104-1991)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eac2f254-f1f8-4a61-aa4c-b9a68edfb804/iso-9104-1991>

Page blanche

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

ISO 9104:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eac2f254-f1f8-4a61-aa4c-b9a68edfb804/iso-9104-1991>

# Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées — Méthodes d'évaluation de la performance des débitmètres électromagnétiques utilisés pour les liquides

## 1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale recommande des méthodes d'essai permettant d'évaluer la performance des débitmètres électromagnétiques utilisés pour les liquides s'écoulant en conduites fermées. Elle prescrit un mode opératoire uniforme de vérification des caractéristiques de fonctionnement des débitmètres soumis à des grandeurs d'influence identifiées, ainsi que les méthodes de présentation des résultats des mesurages de performance.

NOTE 1 Lorsqu'une évaluation complète conforme à la présente Norme internationale n'est pas nécessaire, il convient d'effectuer les essais requis et d'enregistrer les résultats dans un rapport suivant les prescriptions des paragraphes correspondants de la présente Norme internationale.

1.2 La présente Norme internationale ne s'applique qu'aux débitmètres électromagnétiques industriels montés sur la conduite. Elle ne s'applique pas aux débitmètres à insérer, aux débitmètres à métal liquide et aux débitmètres à usage médical, bien que certains des essais qui y sont décrits puissent s'appliquer à ces appareils s'il en est convenu ainsi entre le constructeur et l'utilisateur ou l'organisme évaluateur.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. 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 la présente Norme internationale 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 3966:1977, *Mesure du débit des fluides dans les conduites fermées — Méthode d'exploration du champ des vitesses au moyen de tubes de Pitot doubles.*

ISO 4006:1991, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées — Vocabulaire et symboles.*

ISO 4185:1980, *Mesure de débit des liquides dans les conduites fermées — Méthode par pesée.*

ISO 5168:—<sup>1)</sup>, *Mesure de débit des fluides — Calcul de l'incertitude.*

ISO 6817:—<sup>2)</sup>, *Mesure de débit d'un fluide conducteur dans les conduites fermées — Méthode par débitmètres électromagnétiques.*

ISO 7066-1:1989, *Évaluation de l'incertitude dans l'étalonnage et l'utilisation des appareils de mesure du débit — Partie 1: Relations d'étalonnage linéaires.*

ISO 7066-2:1988, *Évaluation de l'incertitude dans l'étalonnage et l'utilisation des appareils de mesure du débit — Partie 2: Relations d'étalonnage non linéaires.*

ISO 8316:1987, *Mesure de débit des liquides dans les conduites fermées — Méthode par jaugeage d'un réservoir volumétrique.*

1) À publier. (Révision de l'ISO 5168:1978)

2) À publier. (Révision de l'ISO 6817:1980)

CEI 68-2-3:1969, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique — Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.*

CEI 68-2-4:1960, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique — Essai D: Essai accéléré de chaleur humide.*

CEI 68-2-6:1982, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique — Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales).*

CEI 68-2-27:1972, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique — Essai Ea: Chocs.*

### 3 Définitions

Pour le besoin de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 4006 s'appliquent. Les définitions qui suivent se réfèrent uniquement à des termes utilisés dans un sens particulier ou dont il peut être utile de rappeler le sens.

**3.1 débitmètre électromagnétique:** Appareil créant un champ magnétique perpendiculaire à l'écoulement et permettant ainsi de déduire le débit à partir de la force électromotrice induite (fem) produite par le déplacement du fluide conducteur dans le champ magnétique. Un débitmètre électromagnétique comprend un élément primaire et un ou plusieurs éléments secondaires.

**3.2 élément primaire:** Ensemble comprenant les éléments suivants:

- un tube de mesurage isolant électriquement, à travers lequel s'écoule le fluide conducteur à mesurer,
- une ou plusieurs paires d'électrodes de mesurage, diamétralement opposées, servant à mesurer le signal engendré dans le fluide, et
- un électroaimant pour produire un champ magnétique dans le tube de mesurage.

L'élément primaire produit un signal proportionnel au débit, et, dans certains cas, un signal de référence.

**3.3 élément secondaire:** Ensemble contenant les éléments qui extraient le signal de débit du signal des électrodes et le convertissent en un signal de sortie normalisé directement proportionnel au débit. Cet ensemble peut être monté sur l'élément primaire.

**3.4 tube de mesurage:** Tronçon tubulaire de l'élément primaire à travers lequel le fluide à mesurer s'écoule; sa surface intérieure est habituellement isolante électriquement.

**3.5 électrodes de mesurage:** Une ou plusieurs paires de plots à l'aide desquels on détecte la tension induite.

**3.6 valeur de bas de plage:** Valeur la plus faible de la variable mesurée qu'un appareil est réglé pour mesurer.

**3.7 valeur de haut de plage:** Valeur la plus élevée de la variable mesurée qu'un appareil est réglé pour mesurer.

**3.8 étendue:** Différence algébrique entre les valeurs de haut et de bas de plage. Par exemple l'étendue est égale à 16 mA lorsque la plage est de 4 mA à 20 mA.

**3.9 tension de mode commun:** Tension apparaissant de façon égale entre les électrodes et un potentiel de référence.

**3.10 signal de référence:** Signal proportionnel au flux magnétique créé dans l'élément primaire et qui est comparé dans l'élément secondaire au signal de débit.

**3.11 signal de sortie:** Signal de sortie de l'élément secondaire qui est une fonction du débit.

**3.12 débit à pleine échelle:** Débit correspondant au signal de sortie maximal.

**3.13 mesurages en cas de litige:** Mesurages répétés dans des conditions atmosphériques étroitement contrôlées lorsque les facteurs de correction permettant d'ajuster les paramètres sensibles aux conditions atmosphériques aux valeurs normales de référence ne sont pas connus et lorsque les résultats obtenus dans la plage recommandée de conditions atmosphériques ambiantes ne sont pas satisfaisants.

### 4 Mode opératoire général d'essai

La plupart des essais d'évaluation des débitmètres électromagnétiques sont effectués lorsque le liquide s'écoule tant dans le débitmètre que dans l'installation d'étalonnage normalisée ou le débitmètre de référence. On doit veiller à assurer un écoulement moyen permanent dans le circuit d'essai, indépendamment des fluctuations rapides des vitesses locales dues à la turbulence qui se produit toujours dans la plage des nombres de Reynolds particuliers aux conditions de débit industrielles. En outre, il convient de tenir compte de l'incertitude de mesurage du débitmètre de référence ou de l'installation d'étalonnage dans l'estimation de l'incertitude de mesurage du débitmètre électromagnétique essayé.

Il serait recommandé que la plus étroite collaboration soit établie entre l'organisme évaluateur et le

constructeur. En particulier, doivent être prises en compte les prescriptions du constructeur lors de l'établissement du programme d'essai et il convient d'inviter le constructeur à faire des observations tant sur les programmes d'essai que sur leurs résultats.

## 4.1 Conditions générales

**4.1.1** L'écoulement doit être permanent.

**4.1.2** À l'entrée de la longueur droite de la tuyauterie amont, l'écoulement doit être axisymétrique et exempt de pulsations ou de rotations significatives.

**4.1.3** Le débitmètre de référence ou l'étalon de mesurage du débit ou de la quantité doit être conforme aux exigences de l'ISO 4185 ou l'ISO 8316 ou de toute Norme internationale ultérieure traitant des étalons de référence pour la mesure du débit des liquides.

NOTE 2 Il est notoire que les étalons de référence utilisés pour le mesurage du débit sont de divers types. Les dispositifs mesurant directement en termes d'unités fondamentales de masse, de longueur et de temps sont communément appelés étalons primaires. D'autres dispositifs, y compris certains débitmètres étalonnés par rapport à des étalons primaires, peuvent servir à mesurer le débit à des fins d'étalonnage s'ils démontrent une reproductibilité élevée. Ces dispositifs sont communément appelés étalons secondaires.

L'évolution de la technique de mesurage du débit des liquides peut faire apparaître des étalons de référence ayant un haut degré d'exactitude. La prise en compte de ces étalons sera nécessaire si leur exactitude peut être rapportée aux mesurages fondamentaux et s'ils ont fait l'objet d'études approfondies de l'incertitude qui leur est associée et de l'influence que cela peut avoir sur l'étalonnage de l'appareil en essai.

**4.1.4** Le débitmètre de référence ou l'étalon doit avoir une étendue de mesurage adaptée à la plage de débit du débitmètre à essayer. Si le débitmètre doit pouvoir être monté sur plusieurs appareillages d'essai, toutes les installations devront être décrites.

L'exactitude nominale du système d'étalons doit de préférence être au moins trois fois supérieure à celle du matériel en essai.

**4.1.5** L'installation et les étalons de référence doivent être décrits dans le détail, avec en particulier leur traçabilité, le degré d'incertitude de leurs indications et celui de tous les autres dispositifs qui font partie du système d'étalonnage de référence. L'évaluation de l'incertitude de mesurage du débit doit se faire conformément à l'ISO 5168, l'ISO 7066-1 et l'ISO 7066-2.

**4.1.6** La conduite où circule le liquide doit toujours être pleine. Le liquide doit avoir les caractéristiques définies en 4.3.

**4.1.7** Tout réglage du débitmètre pendant l'essai doit être noté, et l'effet des réglages sur les performances dans les conditions de référence doit être évalué et exprimé en pourcentage d'étendue des valeurs de sortie.

**4.1.8** Plusieurs paramètres peuvent influencer sur les performances d'un débitmètre électromagnétique, et il convient en général d'effectuer les essais en modifiant un seul de ces paramètres à la fois et en vérifiant que les autres demeurent constants. Il peut être nécessaire de limiter par des moyens appropriés la variation des paramètres interdépendants.

## 4.2 Installation

### 4.2.1 Installation de tuyauterie

Les éléments primaire et secondaire d'un débitmètre électromagnétique doivent être installés suivant les directives du constructeur et les indications de l'ISO 6817.

Le tube de mesurage doit être rempli de liquide tout au long des essais. À cet effet il est nécessaire que la partie de tuyauterie où est monté l'élément primaire comporte un moyen approprié d'élimination des gaz qui peuvent s'y accumuler.

Si le constructeur recommande l'utilisation d'anneaux de mise à la terre, il convient de se conformer à ses Instructions et de le mentionner.

Si le constructeur ne préconise pas un matériau particulier pour la tuyauterie, il sera nécessaire de déterminer l'effet éventuel sur les performances de l'emploi de différents matériaux.

Exemples de matériaux:

- tuyaux en plastique (non conducteurs de l'électricité et non magnétiques),
- tuyaux en acier ordinaire (conducteurs de l'électricité et magnétiques),
- tuyaux en acier inoxydable Ni-Cr (conducteurs de l'électricité et non magnétiques).

L'effet doit être indiqué en pourcentage de l'étendue des valeurs de sortie.

Dans tous les cas, on doit respecter les instructions du constructeur pour le montage de l'appareillage de mesure.

En l'absence de recommandations du constructeur, le débitmètre doit être installé sur une tuyauterie

dont le diamètre nominal et le diamètre intérieur nominal sont égaux au diamètre des raccordements aval et amont. Le diamètre intérieur de la tuyauterie raccordée au débitmètre ne doit pas être inférieur au diamètre intérieur de celui-ci et ne doit pas lui être supérieur de plus de 3 %.

L'élément primaire doit être installé sur une longueur droite à une distance d'au moins 10 fois le diamètre nominal (10 DN) de toute perturbation amont et 5 DN de toute perturbation aval. Un tranquilliseur peut être utilisé en cas de besoin pour éliminer la rotation. Les essais ne doivent jamais avoir lieu en aval d'un point d'étranglement (par exemple vanne ou robinet partiellement ouvert) (voir la note en 5.2.3.2).

Le raccordement entre la tuyauterie et le débitmètre doit être fait de telle sorte que le joint ne dépasse pas à l'intérieur dans la veine fluide.

Lorsque l'élément primaire n'est pas muni de brides et est donc raccordé entre deux brides, on veillera à assurer une concentricité de montage aussi parfaite que possible.

Si les matériaux avoisinants peuvent influencer le champ magnétique du débitmètre, il convient de demander l'avis du constructeur.

#### 4.2.2 Installation électrique

Le potentiel du liquide mesuré et celui de l'élément primaire doivent être au même niveau, de préférence le potentiel de terre. La connexion entre le liquide et l'enveloppe de l'élément primaire peut se faire par contact direct avec la tuyauterie adjacente ou à l'aide d'une fausse bride de mise à la terre montée aux deux extrémités de l'élément primaire.

Les instructions du constructeur pour raccorder l'élément primaire à l'élément secondaire ainsi que les instructions de raccordement à la source d'alimentation électrique doivent être suivies avec soin.

### 4.3 Liquide d'essai

Les propriétés du liquide d'essai pouvant influencer les caractéristiques du débitmètre, il est d'usage courant d'utiliser de l'eau dans des conditions qui rendent cet effet négligeable. Cette eau doit être à une température de 4 °C à 35 °C et ne doit pas contenir d'air entraîné, de particules magnétiques, ni trop de particules visibles. En cas d'utilisation d'autres liquides, il conviendra d'en connaître ou d'en déterminer le type (avec la marque de fabrication), la viscosité, la masse volumique et la conductivité immédiatement avant et après l'essai.

#### 4.3.1 Entraînement d'air

Le liquide d'essai doit être exempt d'air entraîné et la pression d'essai doit être suffisamment élevée pour maintenir le liquide au-dessus de sa pression de vapeur et empêcher les gaz dissous dans le liquide de s'échapper de la solution en un point quelconque du circuit.

#### 4.3.2 Plage de conductivité

La conductivité du liquide d'essai doit, sauf prescription contraire du constructeur, se situer entre 5 mS/m (50 µS/cm) et 500 mS/m (5 000 µS/cm).

### 4.4 Conditions d'essai relatives à l'environnement

Les conditions d'essai prescrites dans la présente Norme internationale sont conformes à la CEI 160.

Les essais et les étalonnages doivent être faits, sauf prescription contraire, dans les conditions de référence. Toutes les prescriptions données dans la présente Norme internationale se réfèrent à ces conditions de référence.

#### 4.4.1 Conditions normales ambiantes de référence

Pour les besoins de la présente Norme internationale, l'atmosphère normale de référence doit être conforme aux prescriptions suivantes:

température:	20 °C
humidité relative:	65 %
pression atmosphérique:	1013 mbar (101,3 kPa)

L'atmosphère normale de référence est l'atmosphère par rapport à laquelle sont corrigées par le calcul les valeurs mesurées dans d'autres conditions ambiantes.

Il est notoire que dans bien des cas, il n'est pas possible de trouver un facteur de correction pour l'humidité. Dans ces cas, l'atmosphère normale de référence ne tiendra compte que de la température et de la pression.

Cette atmosphère est équivalente aux conditions normales de travail de référence généralement indiquées par le constructeur.

#### 4.4.2 Plage admissible de variation des conditions ambiantes pour les mesurages d'essai

La plage admissible de variation des conditions ambiantes pour les mesurages d'essai est donnée au tableau 1.

Tableau 1

Condition	Plage admissible
Température	4 °C à 35 °C
Humidité relative	35 % à 75 %
Pression atmosphérique	860 mbar (86 kPa) à 1 060 mbar (106 kPa)
Champ électromagnétique	Valeur à indiquer le cas échéant

Le taux maximal de variation de température admis au cours d'un essai doit être de 5 °C en 1 h.

#### 4.4.3 Conditions normales ambiantes en cas de litige

Lorsque les facteurs de correction à employer pour ramener des paramètres sensibles aux conditions ambiantes aux valeurs normales de référence ne sont pas connus, et lorsque les mesurages effectués dans la plage admissible de conditions ambiantes définie en 4.4.2 ne sont pas satisfaisants, il convient que des mesures répétitives dans des conditions ambiantes étroitement contrôlées soient mises en œuvre.

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les conditions ambiantes à considérer en cas de litige sont prescrites au tableau 2.

Tableau 2

Condition	Valeur nominale	Tolérance
Température	20 °C	± 2 °C
Humidité relative	65 %	± 5 %
Pression atmosphérique	860 mbar (86 kPa) à 1 060 mbar (106 kPa)	

Pour les conditions de climat tropical, subtropical ou autre, des variantes d'atmosphères de référence sont données dans la CEI 160.

#### 4.5 Conditions nominales d'étalonnage pendant les essais

##### 4.5.1 Valeurs de référence

Les valeurs de référence doivent être celles prescrites par le constructeur.

##### 4.5.2 Tolérances

Les tolérances sur les valeurs d'alimentation électrique données au tableau 3 doivent être appliquées, sauf accord sur des tolérances plus étroites entre l'utilisateur et le constructeur.

Tableau 3

Variable	Tolérance
Tension nominale	± 1 %
Fréquence nominale	± 1 %
Distorsion harmonique	moins de 5 % (courant alternatif)
Ondulation	moins de 0,1 % (courant continu)

#### 4.5.3 Conditions de référence du câble de raccordement

Le câble raccordant l'élément primaire à l'élément secondaire ne doit pas être plus long que nécessaire et doit être conforme aux exigences du constructeur.

#### 4.6 Signal de sortie

##### 4.6.1 Signal analogique

L'impédance de charge doit être la moyenne arithmétique des valeurs maximale et minimale admises ou la valeur de référence prescrite par le constructeur.

##### 4.6.2 Fréquence

L'impédance de charge doit correspondre au minimum admis.

#### 4.7 Vérification du zéro

Pour pouvoir vérifier le zéro du débitmètre, il faut prévoir le moyen d'arrêter l'écoulement dans l'élément primaire en laissant celui-ci plein de liquide au repos.

#### 4.8 Autres conditions

Il ne doit y avoir ni fluctuations de pression ni pulsations qui affectent les mesurages.

#### 4.9 Étalonnage du débitmètre — Conditions requises et méthodes

Laisser le débitmètre en essai et le matériel d'essai associé se stabiliser (c'est-à-dire chauffer pendant au moins 15 min dans des conditions environnantes stables avant de commencer l'essai). Durant cette période de «mise en température», le signal de sortie doit se trouver à peu près au milieu de l'étendue de mesurage. Noter et enregistrer les conditions environnantes pouvant influencer les résultats d'essai.