

---

---

**Mesurage de débit d'eau dans les conduites  
fermées — Compteurs d'eau potable  
froide —**

**Partie 3:  
Méthodes et matériels d'essai**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Measurement of water flow in closed conduits — Meters for cold potable  
water*

*Part 3: Test methods and equipment*

[ISO 4064-3:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08c4b6b0-e57c-40b4-9b8c-5a1155067934/iso-4064-3-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08c4b6b0-e57c-40b4-9b8c-5a1155067934/iso-4064-3-1999>



Sommaire	Page
1 Domaine d'application .....	1
2 Référence normative .....	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Exigences communes à tous les essais .....	2
5 Essais pour la détermination des erreurs de mesurage.....	3
6 Essais de tenue à la pression.....	7
7 Essais pour la détermination de la perte de pression .....	8
8 Essais d'usure accélérée .....	14
9 Rapport d'essai .....	16
10 Exemples de programmes d'essais .....	19
Annexe A (normative) Résumé des exigences et des tolérances pour la mesure des grandeurs physiques associées aux méthodes et matériels d'essai des compteurs d'eau potable froide .....	23
Bibliographie.....	24

ISO 4064-3:1999  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08c4b6b0-e57c-40b4-9b8c-5a1155067934/iso-4064-3-1999>

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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 4064-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 30, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées*, sous-comité SC 7, *Méthodes par débitmètre volume*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4064-3:1983) dont elle constitue une révision technique.

L'ISO 4064 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Mesurage de débit d'eau dans les conduites fermées — Compteurs d'eau potable froide*:

— *Partie 1: Spécifications*

[ISO 4064-3:1999](#)

— *Partie 2: Conditions d'installation* [standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08c4b6b0-e57c-40b4-9b8c-5a1155067934/iso-4064-3-1999](#)

— *Partie 3: Méthodes et matériels d'essai*

L'annexe A constitue un élément normatif de la présente partie de l'ISO 4064.

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

ISO 4064-3:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08c4b6b0-e57c-40b4-9b8c-5a1155067934/iso-4064-3-1999>

# Mesurage de débit d'eau dans les conduites fermées — Compteurs d'eau potable froide —

## Partie 3: Méthodes et matériels d'essai

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4064 est applicable aux compteurs d'eau potable froide, tels que définis à l'article 1 de l'ISO 4064-1. Elle spécifie les méthodes d'essai et les matériels à employer pour déterminer les principales caractéristiques des compteurs d'eau.

NOTE 1 L'ISO 4064-1 traite de la terminologie, des caractéristiques techniques et dimensionnelles, des caractéristiques métrologiques et de la perte de pression. L'ISO 4064-2 traite des conditions d'installation.

NOTE 2 Lorsque des réglementations légales existent, celles-ci doivent toujours prendre le pas sur les spécifications de la présente partie de l'ISO 4064. En particulier, il convient de noter que, dans les pays où les prescriptions légales spécifient que les essais doivent être effectués conformément aux règles de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), par exemple pour l'approbation de modèle et la vérification primitive des compteurs, il convient de suivre la Recommandation OIML R 49.

[ISO 4064-3:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08c4b6b0-e57c-40b4-9b8c-5a1155067934/iso-4064-3-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08c4b6b0-e57c-40b4-9b8c-5a1155067934/iso-4064-3-1999>

### 2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 4064. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 4064 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 4064-1:1993, *Mesurage de débit d'eau dans les conduites fermées — Compteurs d'eau potable froide — Partie 1: Spécifications.*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 4064, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### erreur de mesurage

erreur du compteur d'eau, conventionnellement exprimée en erreur relative, calculée en pourcentage et égale à:

$$\frac{V_i - V_c}{V_c} \times 100$$

où

$V_c$  est la valeur admise comme vraie du volume débité;

$V_i$  est le volume indiqué par le compteur d'eau lors du mesurage de ce même volume, tous deux exprimés en unités identiques.

NOTE L'ISO 4064-1 spécifie les erreurs maximales tolérées.

### 3.2

#### débit d'essai

débit moyen calculé à partir des indications du dispositif de comparaison étalonné

## 4 Exigences communes à tous les essais

### 4.1 Conditions préliminaires

Préalablement à toute mise en œuvre d'un essai, il est nécessaire de disposer d'un programme d'essai précisant les caractéristiques à mesurer (par exemple précision, résistance à l'usure, perte de pression), et fixant, éventuellement, les tolérances et l'interprétation des résultats de mesures.

L'article 9 présente, à titre d'exemples, deux programmes parmi les plus couramment utilisés, à savoir l'approbation de modèle et la vérification primitive.

### 4.2 Qualité de l'eau

Les essais de compteurs d'eau doivent être effectués avec de l'eau. L'eau doit être celle du réseau public de distribution d'eau potable ou répondre aux mêmes exigences. Dans le cas de fonctionnement en recyclage, des mesures doivent être prises pour éviter que l'eau restant dans le compteur ne devienne nocive pour l'organisme humain.

L'eau ne doit pas contenir d'éléments pouvant détériorer le compteur ou altérer son fonctionnement.

Elle ne doit pas contenir de bulles de gaz.

### 4.3 Exigences générales relatives à l'installation d'essai et son emplacement

#### 4.3.1 Absence d'erreurs dues à l'installation d'essai

Les installations d'essai doivent être conçues, édifiées et réalisées de telle manière que leur comportement ne contribue pas notablement aux erreurs d'essai. Il est nécessaire, à cet effet, d'assurer un entretien très rigoureux des installations, et d'avoir des supports et des fixations bien adaptés pour empêcher la vibration du compteur, du banc d'essai et de ses accessoires.

Les lectures relatives aux essais doivent pouvoir se faire rapidement et facilement.

#### 4.3.2 Essais en groupe de compteurs

Les compteurs sont essayés individuellement ou groupés. Dans ce dernier cas, les caractéristiques individuelles doivent être déterminées avec précision. Les interactions entre compteurs et entre bancs d'essais doivent être supprimées.

Lorsque les compteurs sont essayés en série, la pression à la sortie de chacun doit être suffisante pour éviter les cavitations.

#### 4.3.3 Température de l'eau au cours de l'essai

Les résultats des essais ne peuvent être considérés comme valables sans correction de température qu'à condition que la température de l'eau dans le compteur soit comprise entre 0 °C et 30 °C au cours de l'essai.

Nulle part dans l'installation, la température ne doit descendre en dessous de 0 °C.

#### 4.3.4 Emplacement

Lors des essais, l'emplacement destiné à cet usage doit être suffisamment protégé de toute autre activité (par exemple fabrication, réparation, etc.) ou influence perturbatrice (par exemple température ambiante, vibration).

### 5 Essais pour la détermination des erreurs de mesurage

#### 5.1 Principe

La méthode décrite dans la présente partie de l'ISO 4064 pour déterminer les erreurs de mesurage fait appel à la méthode dite de jaugeage dans laquelle l'eau passée à travers le compteur est recueillie dans un ou plusieurs récipients et dont la quantité est déterminée par la mesure de volume ou par pesée. D'autres méthodes peuvent être utilisées à condition que le niveau de précision fixé dans la présente partie de l'ISO 4064 soit respecté.

Le contrôle de mesurage consiste à comparer les indications données par le compteur à essayer par rapport à un dispositif de comparaison étalonné.

#### 5.2 Description de l'installation d'essai

L'installation d'essai consiste en

- a) un dispositif d'alimentation en eau (réseau, réservoir à l'air libre, réservoir pressurisé, pompes, etc.);
- b) la tuyauterie;
- c) un dispositif de comparaison étalonné (cuve jaugée, compteur-pilote, etc.);
- d) un dispositif pour la mesure du temps d'essai.

Tout dispositif permettant l'automatisation de l'essai des compteurs peut être inclus dans l'installation d'essai.

#### 5.3 Tuyauterie

##### 5.3.1 Description

La tuyauterie doit comporter

- a) une section de mesure dans laquelle est (sont) placé(s) le (les) compteur(s);
- b) des moyens pour établir le débit désiré;
- c) un ou deux dispositifs d'isolement;
- d) des moyens pour déterminer le débit;

et, si nécessaire:

- e) un ou plusieurs dispositifs de purge de l'air;
- f) un dispositif antiretour;
- g) un séparateur d'air;
- h) un filtre.

Pendant l'essai, les fuites, les apports et les prélèvements ne doivent être tolérés ni entre les compteurs et le dispositif de comparaison, ni à partir du dispositif de comparaison.

La tuyauterie doit être telle qu'il y ait, dans la partie supérieure du compteur, une pression positive d'au moins 0,05 bar, même à débit nul.

### 5.3.2 Section de mesure

Outre le (les) compteur(s), la section de mesure doit comporter

- a) une ou plusieurs prises pour la mesure de la pression; une prise de pression est située en amont du (premier) compteur à proximité de celui-ci;
- b) si nécessaire, un dispositif pour la mesure de la température de l'eau à l'entrée du (premier) compteur.

Les différents organes placés dans la section de mesure ne doivent pas créer des phénomènes de cavitation, ni entraîner des perturbations susceptibles de modifier la marche des compteurs ou de fausser les mesures.

### 5.3.3 Précautions à prendre au cours des essais

Le fonctionnement de l'installation d'essai doit être tel que la quantité d'eau qui a traversé le (les) compteur(s) soit la même que celle mesurée par l'ensemble du dispositif de comparaison.

Il faut notamment vérifier qu'au début et à la fin de l'essai, toutes les conduites (par exemple le col-de-cygne de sortie), se trouvent dans le même état de remplissage.

Il faut purger l'air des tuyauteries de raccordement et du (des) compteur(s).

Toutes les précautions doivent être prises pour éviter les effets des vibrations et des chocs.

### 5.3.4 Dispositions spéciales pour la mise en place de certains types de compteur

#### 5.3.4.1 Généralités

Le rappel suivant des causes d'erreurs les plus fréquentes et des précautions nécessaires pour l'installation des compteurs sur banc d'essai est inspiré des recommandations contenues dans le document OIML D 4, qui a pour but d'aider à la réalisation d'une installation d'essai dans laquelle

- a) la qualité de l'écoulement hydraulique soit telle qu'il n'introduise pas de différence sensible dans le fonctionnement du compteur par rapport à un écoulement hydraulique non perturbé;
- b) l'erreur globale de la méthode employée ne dépasse pas la valeur fixée (voir 5.4.1).

#### 5.3.4.2 Nécessité de longueurs droites de tuyauterie ou d'un redresseur d'écoulement

La précision du compteur d'eau peut être affectée par des perturbations en amont causées, par exemple, par la présence de coudes, de téés, de vannes ou de pompes.

Pour en neutraliser les effets, le compteur doit être installé pour l'essai sur une longueur droite. La tuyauterie de raccordement doit avoir le même diamètre intérieur que l'orifice de raccordement du compteur. De plus, il peut être nécessaire de placer un redresseur d'écoulement à l'amont de la longueur droite.

#### 5.3.4.3 Causes fréquentes de perturbation d'écoulement

Un écoulement peut être sujet à deux types de perturbations, la distorsion du profil de vitesse et le tourbillon, qui tous deux affectent la précision du compteur.

La distorsion du profil de vitesse est normalement causée par une obstruction partielle du tuyau, par exemple la présence d'une vanne partiellement fermée ou d'une bride de joint mal alignée. Cet effet peut facilement être éliminé.

Le tourbillon est amorcé principalement par la présence de deux coudes ou plus, dans des plans différents. Cet effet peut être atténué, soit en prévoyant une longueur droite suffisante de tuyauterie en amont, soit en installant un redresseur d'écoulement, soit en combinant les deux possibilités.



#### 5.3.4.4 Compteurs volumétriques

Les compteurs volumétriques (c'est-à-dire faisant intervenir des chambres volumétriques pourvues de parois mobiles) tels que les compteurs à piston oscillant sont considérés comme insensibles aux conditions d'installation en amont et de ce fait ne nécessitent pas de recommandations particulières.

#### 5.3.4.5 Compteurs de vitesse

Certains types de compteurs de vitesse sont sensibles aux perturbations d'écoulement qui peuvent causer des erreurs importantes, mais la manière dont les conditions d'installation agissent sur leur précision n'a pas pu encore être clairement déterminée. Il est simplement recommandé d'éviter, autant que possible, la présence de coudes, de cônes, de pompes, les variations de diamètres de la tuyauterie immédiatement à l'amont du compteur et de placer celui-ci de telle sorte que l'on dispose de la plus grande longueur droite possible en amont, et en aval.

### 5.3.5 Erreurs dues aux manœuvres de début et de fin d'essai

#### 5.3.5.1 Généralités

Il faut prendre les précautions adéquates pour réduire les erreurs limites résultant des manœuvres d'accessoires de l'installation pendant l'essai.

Les détails des précautions à prendre dans deux cas rencontrés dans les méthodes d'essai par jaugeage sont donnés en 5.3.5.2 et 5.3.5.3.

#### 5.3.5.2 Relevé des erreurs de mesurage avec lecture du compteur à l'arrêt

Le débit est établi par l'ouverture d'une vanne située de préférence à l'aval du compteur, et il est arrêté par la fermeture de cette vanne. Le compteur est lu à l'arrêt complet.

Le temps est mesuré entre le début de la manœuvre de la vanne à l'ouverture et le début de la manœuvre à la fermeture.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08c4b6b0-e57c-40b4-9b8c-511556670314/iso-4064-3-1999>

Pendant l'établissement du débit et pendant la période de marche au débit constant spécifié, l'erreur de mesurage du compteur varie en fonction des variations du débit (courbe d'erreur de mesure).

Pendant la période d'arrêt du débit, la combinaison de l'inertie des parties mobiles du compteur et de celle de l'eau en mouvement de rotation à l'intérieur du compteur peuvent avoir pour conséquence l'introduction d'une erreur de mesure appréciable sur certains types de compteur et pour certains débits d'essai.

Il n'a pas pu être déterminé pour ce cas une règle simple, même empirique, fixant des conditions telles que cette erreur puisse être toujours considérée comme négligeable.

Certains modèles de compteur sont particulièrement sensibles à une telle erreur.

En cas de doute, il y a lieu

- a) d'augmenter le volume et la durée de l'essai;
- b) de comparer les résultats avec ceux obtenus par une ou plusieurs autres méthodes, et en particulier la méthode décrite en 5.3.5.3, laquelle élimine les causes d'erreurs limites évoquées ci-dessus.

#### 5.3.5.3 Relevé des erreurs de mesurage avec lecture du compteur en régime établi et commutation d'écoulement

Le mesurage est effectué lorsque le régime est établi.

Un partiteur dirige l'écoulement sur la cuve jaugée au début du mesurage et la dévie à la fin du mesurage. Le compteur est lu à la volée.

Les lectures du compteur sont synchronisées avec les manœuvres du commutateur d'écoulement.

Le volume recueilli dans la cuve est le volume débité.

L'erreur limite introduite dans le volume débité peut être considérée comme négligeable si le temps de manœuvre du commutateur dans chaque sens est identique à 5 % près et s'il est inférieur à 1/50 du temps total de l'essai.

## 5.4 Dispositif de comparaison

### 5.4.1 Erreur globale de la méthode utilisée

Lors de l'approbation de modèle et lors de la vérification primitive, l'erreur totale de la méthode servant à la détermination du volume d'eau ayant passé à travers le compteur d'eau ne doit pas dépasser 1/10 de l'erreur maximale tolérée correspondante.

### 5.4.2 Volume débité minimal (volume de la cuve jaugée dans le cas de la présente méthode)

Le volume minimal qui doit être débité est fonction des exigences relatives aux manœuvres de début et de fin d'essai et de la conception du totalisateur (échelon de vérification) (voir ISO 4064-1).

## 5.5 Lecture du compteur

Il est admis que l'erreur maximale d'interpolation sur une échelle ne dépasse pas un demi-échelon par observation. Ainsi, dans le mesurage d'un volume débité par le compteur d'eau (consistant en deux observations du compteur d'eau), l'erreur totale d'interpolation peut atteindre un échelon.

En l'absence de spécifications contraires, l'erreur maximale sur le relevé du volume indiqué par le compteur ne doit pas dépasser 0,5 %.

Les effets d'une distorsion cyclique éventuelle des éléments servant à la lecture (visuelle ou automatique) du compteur doivent être négligeables.

## 5.6 Principaux facteurs influençant le contrôle des erreurs de mesurage

### 5.6.1 Généralités

Les variations de la pression, du débit et de la température dans l'installation d'essai, et les erreurs limites dans la précision de la mesure de ces grandeurs physiques sont les principaux facteurs affectant les résultats des essais pour la détermination des erreurs.

### 5.6.2 Pression

La pression doit être maintenue constante pendant toute la durée de l'essai à un débit déterminé.

Pour la vérification de compteurs d'eau de désignation  $N \leq 10$ , à des débits d'essai  $\leq 0,10 q_p$ , la constance de la pression à l'entrée du compteur (ou du premier d'une série de compteurs à essayer) est réalisée si le banc d'essai est alimenté par une conduite assurant un écoulement non perturbé à partir d'un réservoir à niveau constant.

Tout autre système d'alimentation pour lequel il est prouvé qu'il ne cause pas plus de variation de pression que le système d'alimentation à niveau constant peut être admis.

Pour tous les autres essais, la pression à l'amont du compteur ne doit pas varier de plus de 10 %.

L'erreur limite maximale sur la mesure de pression doit être de 5 % de la valeur mesurée. La pression à l'entrée du compteur ne doit pas dépasser la pression nominale du compteur.

### 5.6.3 Débit

Le débit doit être maintenu constant pendant toute la durée de l'essai à une valeur de débit déterminée.

La variation relative de la valeur du débit pendant chaque essai (en dehors de la mise en régime et de l'arrêt) ne doit pas dépasser:

$\pm 2,5$  % entre  $q_{\min}$  et  $q_t$  (exclu);

$\pm 5,0$  % entre  $q_t$  (inclus) et  $q_s$ .

La valeur du débit est le quotient du volume débité pendant l'essai par le temps.

La limitation des variations du débit est respectée si la variation relative de la pression (en écoulement à l'air libre) ou de la perte de pression (en circuit fermé) ne dépasse pas:

$\pm 5$  % entre  $q_{\min}$  et  $q_t$  (exclu);

$\pm 10$  % entre  $q_t$  (inclus) et  $q_s$ .

#### 5.6.4 Température

Au cours d'un essai, la variation absolue de la température de l'eau doit rester inférieure à 5 °C.

L'erreur limite maximale sur la mesure de la température ne doit pas dépasser 1 °C.

### 5.7 Interprétation des résultats

#### 5.7.1 Essai non réitérable

Lorsque le programme d'essai prévoit un essai non réitérable, celui-ci doit être déclaré satisfaisant si l'erreur mesurée est inférieure ou égale à l'erreur maximale tolérée au débit considéré.

#### 5.7.2 Essai répété

Lorsque le programme d'essai prévoit que l'essai doit être recommencé, ce programme doit donner la loi de combinaison des erreurs.

L'essai est déclaré satisfaisant si l'erreur résultant de cette combinaison est inférieure ou égale à l'erreur maximale tolérée au débit considéré.

## 6 Essais de tenue à la pression

### 6.1 Principe

Le compteur d'eau doit supporter une pression d'essais hydrauliques spécifiée pendant un temps spécifié sans fuite ni altération.

### 6.2 Précautions à prendre lors des essais

Il faut purger convenablement l'air de l'installation et du compteur.

L'installation d'essai ne doit comporter aucune fuite.

La mise en pression doit être effectuée progressivement, sans coup de bélier.

## 7 Essais pour la détermination de la perte de pression

### 7.1 Principe

La perte de pression d'un compteur d'eau, telle qu'elle est définie dans l'ISO 4064-1, peut être déterminée conformément à la méthode spécifiée ci-dessous.

Cette méthode d'essai de perte de pression est une méthode de référence. D'autres méthodes peuvent être employées à condition que les valeurs de la perte de pression ainsi déterminées soient égales à celles obtenues par la méthode de référence.

La perte de pression du compteur d'eau peut être déterminée par le mesurage de la pression différentielle statique entre l'amont et l'aval du compteur au débit fixé.

Des prises de pression situées dans les parois de la conduite en amont et en aval du compteur d'eau, sont utilisées pour le mesurage de la pression différentielle statique.

Les essais de perte de pression doivent tenir compte de toute récupération de pression en aval du compteur par une localisation judicieuse de la prise de pression en aval (voir 7.2.2.2). Les résultats des essais doivent tenir compte de la récupération de pression et, si nécessaire, des longueurs de conduite entre les prises de pression (voir 7.3).

### 7.2 Équipement pour les essais de perte de pression

#### 7.2.1 Généralités

L'équipement nécessaire pour réaliser les essais de perte de pression est constitué par la section de mesure d'une tuyauterie contenant le compteur à l'essai et les moyens nécessaires pour produire le débit constant spécifié à travers le compteur à l'essai. On utilise généralement, pour les essais de perte de pression, le système d'alimentation à débit constant employé pour le relevé des erreurs de mesurage, décrit à l'article 5.

#### 7.2.2 Section de mesure

Les longueurs amont et aval de la conduite, leurs raccordement en bout et leurs prises de pression, ainsi que le compteur soumis à l'essai, constituent la section de mesure.

##### 7.2.2.1 Diamètre intérieur de la section de mesure

Les longueurs des conduites amont et aval en contact avec le compteur d'eau doivent avoir le même diamètre intérieur que le raccord du compteur afin d'éviter des discontinuités pouvant entraîner des perturbations hydrauliques. Le diamètre intérieur de la conduite doit être précisé par le fabricant de compteurs.

Une disparité entre le diamètre intérieur de la tuyauterie de la section de mesure et celui du compteur pourrait entraîner une incertitude de mesurage incompatible avec la précision désirée.

##### 7.2.2.2 Longueurs droites de la section de mesure

En amont et en aval du compteur et en amont et en aval des prises de pression, il faut prévoir des longueurs droites conformément à la Figure 1, où  $D$  est le diamètre intérieur de la tuyauterie de la section de mesure.

##### 7.2.2.3 Caractéristiques générales des prises de pression

Des prises de pression de même conception et de dimensions identiques doivent être placées à l'entrée et à la sortie de la section de mesure.

Les prises de pression peuvent être constituées par des trous percés à travers la paroi de la conduite ou par des fentes annulaires qui doivent être, dans les deux cas, perpendiculaires à l'axe de la conduite. Il convient de disposer d'au moins quatre prises de pression également réparties autour de la circonférence de la conduite. Des exemples des deux types sont décrits en 7.2.2.4 (voir Figures 2, 3 et 4).