

---

---

## Hydrocarbures liquides — Mesurage volumétrique au moyen de compteurs à turbine

*Liquid hydrocarbons — Volumetric measurement by turbine  
flowmeter*

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

[ISO 2715:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-  
cfa4a403d4df/iso-2715-2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017)



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

[ISO 2715:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2017

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes, définitions, symboles et termes abrégés</b> .....	<b>1</b>
3.1    Termes et définitions.....	2
3.2    Symboles et unités.....	5
<b>4</b> <b>Conception et utilisation des compteurs à turbine</b> .....	<b>5</b>
4.1    Caractéristiques essentielles et principe de fonctionnement.....	5
4.2    Signal de sortie.....	7
4.3    Perte de charge.....	9
<b>5</b> <b>Aspects liés aux performances</b> .....	<b>9</b>
5.1    Généralités.....	9
5.2    Facteurs ayant une influence sur les performances des compteurs.....	9
5.3    Caractéristiques générales de performance.....	9
5.4    Considérations liées à la perte de charge et à la contre-pression.....	11
5.4.1    Perte de charge.....	11
5.4.2    Vaporisation instantanée et cavitation.....	12
5.5    Profil d'écoulement.....	13
<b>6</b> <b>Effets des propriétés des liquides</b> .....	<b>14</b>
6.1    Généralités.....	14
6.2    Effet de la viscosité.....	14
6.3    Courbe universelle de viscosité.....	15
6.4    Effet de la température.....	17
6.5    Effet de la pression.....	18
6.6    Pouvoir lubrifiant et propreté du liquide.....	18
6.7    Écoulement diphasique.....	19
6.8    Écoulement liquide bi-phasique.....	19
6.9    Écoulement pulsatoire et fluctuant.....	19
<b>7</b> <b>Conception du système de comptage</b> .....	<b>20</b>
7.1    Considérations liées à la conception.....	20
7.2    Sélection du compteur à turbine.....	21
7.3    Équipements auxiliaires.....	22
7.3.1    Généralités.....	22
7.3.2    Accessoires mécaniques.....	22
7.3.3    Instrumentation électronique secondaire.....	23
7.4    Algorithmes de conversion de volume.....	23
<b>8</b> <b>Éléments liés à l'installation</b> .....	<b>24</b>
8.1    Généralités.....	24
8.2    Montages de tuyauterie.....	24
8.2.1    Effet des coudes.....	24
8.2.2    Effet de la robinetterie.....	25
8.2.3    Réducteurs et extendeurs.....	25
8.2.4    Variation brusque de section.....	25
8.2.5    Réduction des perturbations liées à l'installation.....	25
8.3    Robinetterie.....	26
8.4    Pulsations d'écoulement.....	27
8.5    Installation électrique.....	27
8.6    Sécurité des impulsions.....	28
<b>9</b> <b>Considérations liées à l'environnement</b> .....	<b>28</b>
9.1    Généralités.....	28

9.2	Interférences électriques.....	28
9.3	Humidité.....	28
9.4	Sécurité.....	29
<b>10</b>	<b>Étalonnage.....</b>	<b>29</b>
10.1	Étalonnage et vérification.....	29
10.2	Considérations générales.....	29
10.3	Conditions d'étalonnage.....	29
10.4	Méthodes d'étalonnage.....	29
10.5	Fréquence des étalonnages (périodicité).....	30
<b>11</b>	<b>Utilisation et maintenance.....</b>	<b>31</b>
11.1	Généralités.....	31
11.2	Démarrage initial.....	31
11.3	Maintenance du compteur.....	31
11.4	Diagnostics de système et cartes de contrôle.....	31
<b>Annexe A (informative) Spécification de performance.....</b>		<b>33</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>41</b>

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

[ISO 2715:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017>

## 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](http://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](http://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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et lubrifiants*, sous-comité SC 2, *Mesurage dynamique du pétrole* en collaboration avec l'ISO/TC 30, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2715:1981), qui a fait l'objet d'une révision technique.

## Introduction

Le présent document donne des recommandations relatives à la conception, l'installation, l'utilisation et la maintenance des systèmes intégrant des compteurs à turbine utilisés pour le mesurage de liquides. Son domaine d'application est plus large que celui de la révision précédente qui couvrait essentiellement les transactions commerciales d'hydrocarbures. Les préconisations s'appliquent désormais à tous types de liquides mesurés pour des applications différentes et dans des secteurs industriels différents.

Les compteurs à turbine sont largement utilisés pour le mesurage technique de liquides, au-delà des applications liées aux transactions commerciales et aux comptages soumis aux exigences de la métrologie légale. Le domaine de mesurage de liquides couvre une large gamme de produits allant des produits légers (essence) à des liquides de viscosité plus élevée, hydrocarbures, ou non-hydrocarbures.

Par rapport à la première édition ce document propose donc un domaine d'application étendu permettant de couvrir une gamme plus large de liquides et d'usages et à supprimer la limitation aux seuls hydrocarbures liquides. Ce document n'est plus présenté sous forme d'un recueil d'exigences mais sous forme d'un guide sur les performances requises en matière de spécification et vérification des compteurs permettant de répondre aux exigences légales, fiscales et commerciales en vigueur. Ce document intègre également plusieurs technologies de compteurs à turbine. Cette révision a été réalisée grâce à la participation de l'ISO/TC 30 permettant l'élaboration d'un document normatif unique pour les mesures de débit de liquides à l'aide de compteurs à turbine.

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

[ISO 2715:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017>

# Hydrocarbures liquides — Mesurage volumétrique au moyen de compteurs à turbine

**AVERTISSEMENT** — L'utilisation du présent document peut se traduire par la mise en œuvre de produits, d'opérations et d'équipements à caractère dangereux. Ce document n'est pas censé aborder tous les problèmes de sécurité concernés par son usage. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de ce document de consulter et d'établir les mesures appropriées en termes d'hygiène et sécurité.

## 1 Domaine d'application

Le présent document décrit et analyse les caractéristiques des compteurs à turbine (plutôt que le terme «mesureur», généralement utilisé en français dans un tel contexte, il a été retenu le terme «compteur», en cohérence avec le titre de la présente norme). Il analyse les facteurs à prendre en considération lors de l'utilisation de compteurs à turbine au mesurage de liquides. Cette analyse intègre les propriétés et la nature du liquide à mesurer, l'installation et l'utilisation correctes du compteur, les aspects environnementaux et le large choix d'équipements secondaires et auxiliaires. Certains aspects liés à l'étalonnage et à la maintenance des compteurs sont également abordés.

Le présent document s'applique au mesurage de tout type de liquide. Des recommandations sont précisées pour l'utilisation des compteurs à turbine pour le mesurage de mélanges de deux liquides, tel qu'un mélange eau-huile.

Il ne s'applique pas aux écoulements diphasiques lorsque du gaz ou des solides sont présents lors du mesurage. Il peut être appliqué pour le mesurage des nombreux types de liquides industriels et ne se limite pas aux hydrocarbures.

Des préconisations relatives aux performances attendues dans le cadre de mesurage réglementé et de transactions commerciales des hydrocarbures sont également présentées.

Le présent document ne s'applique pas aux liquides cryogéniques tels que le gaz naturel liquéfié (GNL) ou le gaz de pétrole réfrigéré. Il ne couvre pas non plus les applications de mesurage d'eau potable.

## 2 Références normatives

Les documents suivants, cités dans le texte, constituent pour tout ou partie de leur contenu des exigences 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).

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

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

## 3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

### 3.1 Termes et définitions

#### 3.1.1

##### **exactitude**

étroitesse de l'accord entre la valeur mesurée et une valeur vraie d'un mesurande

Note 1 à l'article: L'exactitude de mesure n'est pas une grandeur et ne s'exprime pas numériquement. Il convient d'exprimer l'expression numérique de l'exactitude en termes d'incertitude. Les expressions «bonne exactitude» et «plus exact» impliquent une petite erreur de mesure. Il convient de considérer toute valeur numérique donnée comme une indication de cette erreur.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.13, modifié]

#### 3.1.2

##### **ajustage**

ensemble d'opérations réalisées sur un compteur ou un système de mesure pour qu'il fournisse des indications prescrites correspondant à des valeurs données des grandeurs mesurées

EXEMPLE Ceci implique d'amener un instrument de mesure (compteur) à un niveau satisfaisant de performance et d'exactitude.

Note 1 à l'article: L'ajustage peut porter sur le point zéro, l'étendue, la linéarité ou d'autres facteurs ayant une influence sur les performances du compteur.

Note 2 à l'article: Il convient de ne pas confondre l'ajustage avec l'étalonnage, qui sera un préalable à l'ajustage.

Note 3 à l'article: Après un ajustage, un réétalonnage est généralement requis.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 3.11]

#### 3.1.3

##### **étalonnage**

ensemble d'opérations qui, dans des conditions spécifiées, établissent la relation entre les grandeurs indiquées par un instrument et les valeurs correspondantes obtenues par des étalons

Note 1 à l'article: Il convient de ne pas confondre l'étalonnage avec l'ajustage d'un système de mesure.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.39, modifié]

#### 3.1.4

##### **cavitation**

phénomène lié à la *vaporisation instantanée* (3.1.6) et y faisant suite, dans lequel des bulles de vapeur ou des vides se forment avant de se désintégrer ou d'imploser

Note 1 à l'article: La cavitation entraîne une erreur de mesure importante et peut endommager par érosion la canalisation et le compteur.

#### 3.1.5

##### **erreur**

différence entre la valeur mesurée et une valeur de référence

Note 1 à l'article: L'erreur relative correspond au quotient de l'erreur par la valeur de référence. Elle peut être exprimé sous forme de pourcentage.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.16, modifié]

#### 3.1.6

##### **vaporisation instantanée**

phénomène qui se produit lorsque la pression de ligne descend jusqu'à une valeur inférieure ou égale à la pression de vapeur du liquide, permettant la formation de gaz au sein du mélange ou sous l'effet d'un changement de phase d'un composant

Note 1 à l'article: La pression de vapeur d'un fluide peut diminuer lorsque la température augmente.



Note 2 à l'article: La vaporisation instantanée est souvent due à une perte de charge locale causée par une augmentation de la vitesse du liquide, et entraîne généralement une erreur de mesure significative.

Note 3 à l'article: Le gaz libre ainsi produit subsistera sur une grande distance en aval du compteur, même en cas de restauration de la pression.

### 3.1.7

#### **conditionneur d'écoulement tranquilliseur d'écoulement**

dispositif installé en amont d'un compteur à turbine afin de réduire les turbulences et les déformations du profil de vitesse

### 3.1.8

#### **facteur *K***

quotient du nombre d'impulsions relevées par le compteur par la quantité de liquide l'ayant traversé

### 3.1.9

#### **linéarité (d'un compteur)**

amplitude totale d'écarts de la courbe d'exactitude par rapport à une valeur constante, sur une étendue de mesure définie

Note 1 à l'article: L'écart maximal est basé sur la moyenne des valeurs dérivées en n'importe quel point de débit.

Note 2 à l'article: L'écart est la différence entre la plus grande et la plus petite des valeurs moyennes à chaque débit.

Note 3 à l'article: La linéarité relative correspond au quotient de l'amplitude de valeurs par une valeur spécifiée, par exemple la linéarité indépendante, telle que définie dans l'ISO 11631.

### 3.1.10

#### **pouvoir lubrifiant**

propriété d'un liquide affectant le frottement entre des surfaces en mouvement

Note 1 à l'article: Un bon pouvoir lubrifiant permet la formation d'un film liquide entre les surfaces, ayant pour effet de réduire les frottements. Un pouvoir lubrifiant insuffisant, se traduit par la génération d'un film fluide trop faible voire inexistant pouvant être à l'origine d'une usure accélérée des composants.

### 3.1.11

#### **facteur de correction *MF* du compteur**

quotient de la quantité indiquée par l'étalon de référence, par la quantité indiquée par le compteur, et noté *MF* pour «Meter Factor»

### 3.1.12

#### **indicateur de performance**

valeur dérivée qui peut servir à indiquer les performances du compteur

EXEMPLE Erreur, facteur *K* ou facteur de correction *MF* du compteur.

### 3.1.13

#### **vérification**

étalonnage par comparaison avec des critères d'acceptation définis

Note 1 à l'article: Le terme «prouver / épreuve» parfois utilisé dans l'industrie pétrolière s'apparente au terme «vérifier / vérification».

Note 2 à l'article: La vérification est un étalonnage, parfois sur une étendue de mesure limitée, réalisée suivant des méthodes définies par des normes, règlements ou procédures, qui permet de déterminer les erreurs d'un compteur et qui indique (vérifie ou prouve) que ce dernier fonctionne conformément à des critères d'acceptation définis.

### 3.1.14

#### **interpolation d'impulsions**

moyen permettant d'augmenter la résolution effective de la sortie d'impulsions d'un compteur en multipliant la fréquence des impulsions ou en mesurant la fraction d'une impulsion associée au total recueilli sur une période donnée

Note 1 à l'article: Cette dernière méthode est la plus communément utilisée, en faisant appel à une technique de double chronométrage.

### 3.1.15

#### **gamme**

##### **étendue de mesure**

ensemble de valeurs de débits sur laquelle les erreurs de mesure du compteur sont censées être inférieures aux tolérances spécifiées

[SOURCE: Guide ISO 99:1993]

### 3.1.16

#### **gamme**

##### **plage de valeurs**

différence entre les valeurs maximale et minimale d'un ensemble de valeurs

Note 1 à l'article: Elle peut s'exprimer en ( $\pm$ ) de la valeur de la demi-plage. Une plage relative s'exprime, en principe, sous la forme d'un pourcentage d'une valeur spécifiée, par exemple une moyenne, un minimum ou une autre valeur calculée.

### 3.1.17

#### **répétabilité**

*a*

étroitesse de l'accord entre les indications ou les valeurs mesurées obtenues par des mesurages répétés dans des conditions spécifiées

ISO 2715:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-c1da403d4878/iso-2715-2017>

Note 1 à l'article: Les conditions spécifiées impliquent en général la même référence, les mêmes conditions et les mêmes opérateurs et procédures, et supposent d'obtenir les données successivement pendant une courte période de temps.

Note 2 à l'article: La répétabilité peut être exprimée par une plage de valeurs (différence entre les valeurs maximale et minimale) de l'erreur ou du facteur *K*. Une autre possibilité consiste à exprimer la répétabilité en fonction de l'écart-type de ces valeurs.

Note 3 à l'article: La division de la répétabilité par la valeur moyenne donne la valeur relative, qui peut être exprimée sous forme de pourcentage. Certaines normes préconisent d'effectuer une division par la valeur minimale.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.21, modifié]

### 3.1.18

#### **fuite**

mesure du fluide qui traverse le compteur sans être mesuré directement

#### **3.1.18.1**

##### **fuite dynamique**

fuite mesurée alors que le compteur tourne

#### **3.1.18.2**

##### **fuite statique**

fuite mesurée alors que le compteur ne tourne pas

**3.1.19****conditions de référence standard**

conditions de température et de pression auxquelles se réfèrent les mesurages de volume ou de masse volumique pour convertir la grandeur

Note 1 à l'article: Il s'agit des conditions auxquelles la grandeur mesurée doit être rapportée.

Note 2 à l'article: Dans l'industrie pétrolière, ces valeurs sont généralement de 15 °C, 20 °C ou 60 °F et de 101,325 kPa.

Note 3 à l'article: Pour indiquer qu'une grandeur est exprimée dans les conditions référence standard, on ajoute un «S» au début de l'unité de volume utilisée, par exemple 4 Sm<sup>3</sup> ou 700 kg/Sm<sup>3</sup>.

Note 4 à l'article: Cette terminologie a été adaptée du HMO de l'Energy Institute et de l'OIML R117. D'autres normes dans le domaine du pétrole utilisent parfois le terme conditions «de base».

Note 5 à l'article: Dans certains documents, les conditions «de référence standard» sont décrites comme les conditions «de base» et, parfois de façon incorrecte, comme les conditions «de référence» en tant que conditions d'utilisation (grandeurs d'influence) prescrites pour tester les performances d'un instrument de mesure.

[SOURCE: Guide ISO 99:1993]

**3.1.20****écoulement tourbillonnaire**

condition dans laquelle le liquide qui s'écoule dans une canalisation tourne avec une composante tangentielle de vitesse élevée par rapport à la composante axiale

**3.1.21****incertitude**

paramètre non négatif qui caractérise la dispersion des valeurs attribuées à un mesurande basé sur les informations utilisées

Note 1 à l'article: L'incertitude est normalement exprimée sous la forme d'une demi-plage assortie de la loi de probabilité dans cette plage. Elle peut être exprimée sous forme d'une valeur ou d'un pourcentage de la valeur vraie perçue.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.26, modifié]

**3.1.22****déformation du profil de vitesse**

écart par rapport à un profil de vitesse pleinement développé dans une canalisation

**3.2 Symboles et unités**

Les symboles donnés dans l'ISO 4006 et le Guide ISO/IEC 99 s'appliquent au présent document.

NOTE Les unités privilégiées pour l'expression de la viscosité cinématique sont le mètre carré par seconde (m<sup>2</sup>/s) ou le millimètre carré par seconde (mm<sup>2</sup>/s). Dans la pratique ce document utilise toutefois le centistoke (cSt) car c'est l'unité reconnue par l'industrie; 1 cSt = 1 mm<sup>2</sup>/s.

**4 Conception et utilisation des compteurs à turbine****4.1 Caractéristiques essentielles et principe de fonctionnement**

Un compteur à turbine axiale comprend le corps du compteur (généralement une section de tuyauterie) intégrant le sous-ensemble rotor libre monté sur un arbre central axial. L'arbre est soutenu par des paliers maintenus dans des supports amont et aval qui centrent le rotor par rapport au corps du compteur, et qui l'alignent parallèlement au sens de l'écoulement.

Le rotor intègre plusieurs pales, droites ou courbes, qui sont positionnées autour du moyeu et s'étendent vers l'extérieur, presque jusqu'à la paroi du corps, minimisant ainsi le jeu en extrémité de

pales. C'est l'action du liquide qui s'écoule sur les pales qui entraîne la rotation du rotor à une vitesse proportionnelle à la vitesse du fluide.

La vitesse de rotation du rotor étant proportionnelle à la vitesse d'écoulement du fluide, il est normal de corréler la vitesse de rotation du rotor avec le débit volumétrique.

La conception des rotors varie considérablement, avec de 2 à 20 pales montées, voire plus. Les pales peuvent être plates et former un angle par rapport à l'écoulement, être galbées ou être de forme hélicoïdale pour couvrir jusqu'à 180° de circonférence.

Certains modèles sont dotés d'une couronne qui encercle les extrémités de pales (rotor cerclé).

Les paliers peuvent être de type lisse ou à billes et être choisis en fonction du liquide et de l'application concernés. Les paliers sont logés dans des supports amont et aval. Les butées reçoivent la force axiale générée par l'écoulement. Certains modèles intègrent des géométries spécifiques en amont et en aval du rotor permettant de le faire «flotter» et ainsi de minimiser la trainée et l'usure.

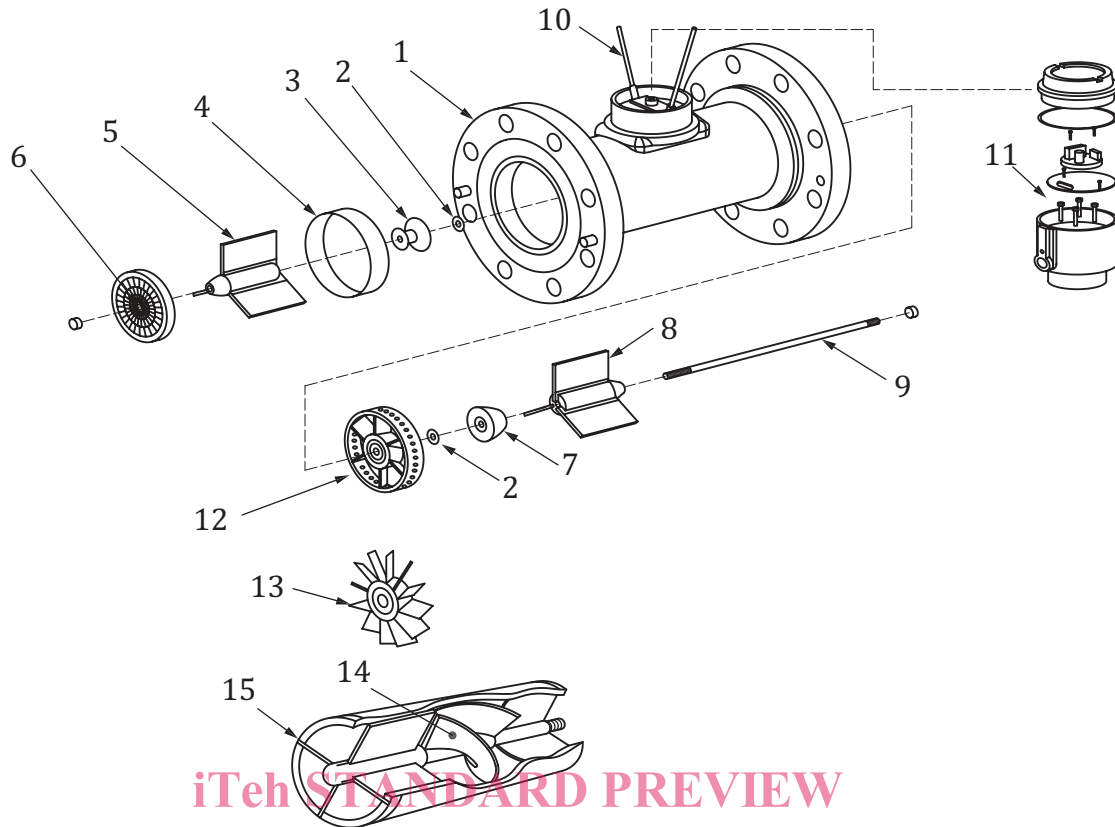
Les supports amont et aval peuvent être constitués de plaques planes ou de faisceaux de tubes fixés sur le corps et alignés dans le sens de l'écoulement. Ils peuvent participer au conditionnement de l'écoulement.

Le corps est un tronçon de tuyauterie soumis à la pression du liquide. Pour faciliter l'assemblage et minimiser l'effet de la pression sur la section de mesure, il est possible d'utiliser une conception à double paroi, dans laquelle le rotor est positionné dans une sorte de deuxième enveloppe. Certains modèles proposent une construction à «cartouche» remplaçable contenant le rotor et les composants qui permettent de pré-étalonner un compteur dans un corps puis de l'utiliser dans un autre.

Certains modèles intègrent une réduction de section de mesure au travers de convergents, afin d'augmenter la vitesse du fluide dans le compteur, élargissant ainsi potentiellement son étendue de mesure.

Les principaux composants des conceptions types sont présentés à la [Figure 1](#).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bed4aab6-59d1-4f95-b5b9-cfa4a403d4df/iso-2715-2017>



### Légende

1	corps du compteur	9	axe
2	rondelle de butée	10	capteurs a et b
3	cône amont	11	préamplificateur
4	défecteur	12	rotor cerclé
5	support amont	13	rotor à pales droites
6	conditionneur d'écoulement facultatif (plaque/tubes)	14	rotor à pales hélicoïdales
7	cône aval	15	cartouche
8	support aval		

Figure 1 — Composants d'un compteur à turbine

## 4.2 Signal de sortie

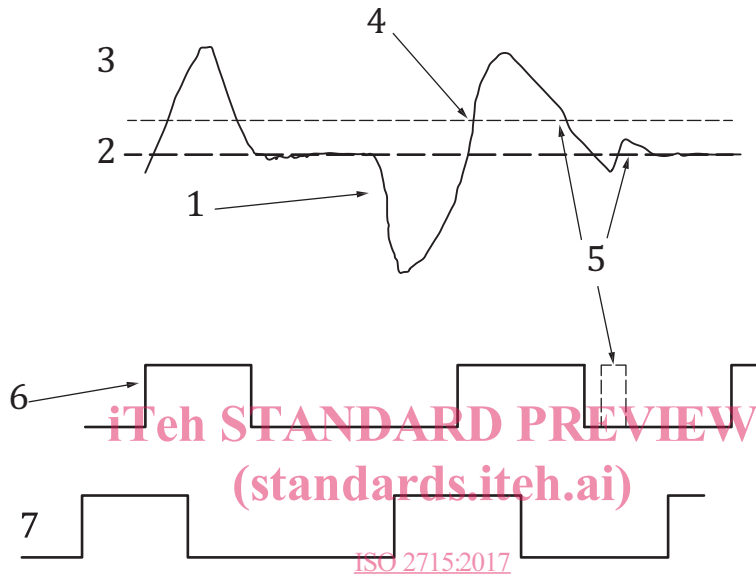
Le signal de sortie du compteur se présente sous la forme d'impulsions électriques générées par un capteur situé dans la paroi du corps. Ce capteur détecte la rotation du rotor au passage des extrémités des pales au moyen de systèmes inductifs, magnétiques ou radiofréquences. Une autre possibilité consiste à utiliser un rotor cerclé dont la couronne est équipée d'aimants ou de fentes, permettant une résolution de génération d'impulsions plus élevée. Des méthodes de détection plus innovantes, comme par exemple des capteurs optiques, peuvent également être utilisées.

Les capteurs sont généralement positionnés dans un support placé sur la paroi du corps et sont capables de détecter le passage du rotor au travers de la paroi garantissant l'intégrité à la pression du corps. Pour que la détection puisse se faire au travers de la paroi, il est essentiel que le capteur soit parfaitement inséré dans le support, au plus près de la paroi, car une augmentation de la distance entre le capteur et le rotor entraînerait une réduction de l'amplitude du signal.

Pour les capteurs à détection magnétique ou par induction, le signal se présente généralement sous la forme d'une onde pseudo-sinusoïdale, dont l'amplitude augmente proportionnellement à la vitesse

de rotation du rotor. L'amplitude des impulsions est en général comprise entre 10 mV et 1 V, suivant la vitesse et la conception de compteur. Il convient de s'assurer que la détection des impulsions permet ce changement d'amplitude avec la vitesse, et d'éliminer le risque de non détection des impulsions à bas débit ou de les compter deux fois lorsque l'amplitude augmente. Un signal type est représenté à la [Figure 2](#).

La fréquence de sortie des impulsions varie en fonction du débit ainsi qu'en fonction du type de rotor. Les turbines à pales droites génèrent une fréquence maximale de 10 kHz, alors que les rotors munies de deux pales hélicoïdales fonctionnent avec une sortie à une fréquence bien inférieure. Une basse fréquence risque de causer des problèmes de filtrage du bruit électronique et d'engendrer une faible résolution, particulièrement lors des étalonnages.



**Légende**

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | signal brut provenant d'un capteur magnétique                                | 5 | risque de génération de double- impulsions (bruit) |
| 2 | zéro volt  | 6 | signal amplifié                                    |
| 3 | tension maximale; augmente avec la fréquence (par exemple de 10 mv à 200 mv) | 7 | sortie amplifiée d'un deuxième capteur             |
| 4 | seuil de déclenchement du compteur   |   |  |

**Figure 2 — Signal type de sortie d'impulsion**

Chaque impulsion générée peut être reliée au passage d'une quantité de liquide; par conséquent, le paramètre de sortie primaire caractérisant les indicateurs de performances du compteur est le facteur *K* exprimé en impulsions par unité de volume.

Si la sureté des mesurages est importante ou constitue une exigence réglementaire, le capteur d'impulsions du compteur peut être scellé et, dans certains cas, le corps du compteur et la tuyauterie associée peuvent l'être également pour prévenir tout risque de désalignement. Deux capteurs sont installés pour les compteurs destinés à des transactions commerciales, ce qui permet d'assurer l'intégrité du comptage des impulsions. Un espacement approprié des capteurs permet de détecter le sens de l'écoulement.

Un préamplificateur peut être installé au niveau du compteur afin de fournir des impulsions amplifiées sous forme d'un signal carré pour transmission. Des préamplificateurs standards sont disponibles auprès des fabricants qui peuvent s'adapter aux potentielles amplitudes de signal, fréquences et formes d'impulsion. L'amplificateur peut comporter un convertisseur numérique-analogique permettant de transmettre un signal de 4 mA à 20 mA; il est cependant recommandé de limiter l'utilisation de ce type d'amplificateur aux applications de régulation de procédé. Certains amplificateurs permettent aussi la linéarisation et offrent une sortie digitale en unités volumiques.

### 4.3 Perte de charge

La perte de charge suit une relation classique, elle augmente proportionnellement au carré du débit quand l'écoulement est en régime turbulent.

Dans certaines applications, une perte de charge trop élevée entraîne une augmentation des forces appliquées sur les paliers, notamment sur les butées, ce qui entraîne l'usure des composants et dégrade la linéarité.

## 5 Aspects liés aux performances

### 5.1 Généralités

Cette section traite des performances générales des compteurs à turbine et des différents facteurs qui peuvent avoir une incidence sur leur courbe de caractéristiques. Les performances sont en général données en termes de variation de l'indicateur de performance en fonction du débit volumique traversant le compteur. L'indicateur de performance est habituellement appelé facteur  $K$  (impulsions par unité de volume), mais le facteur de correction  $MF$  du compteur et l'erreur sont également utilisés.

Les compteurs peuvent avoir une seule valeur déterminée et appliquée sur toute la plage de débits, ou plusieurs valeurs déterminées sur cette plage et appliquées au débit de fonctionnement grâce à une interpolation appropriée.

### 5.2 Facteurs ayant une influence sur les performances des compteurs

Les performances des compteurs à turbine subissent l'influence de plusieurs variables, en fonction de la conception de l'élément de mesure, de la géométrie du corps et de la chambre de mesure. Les influences les plus importantes sont:

- a) le débit du liquide;
- b) la viscosité du liquide;
- c) la température du liquide;
- d) le profil d'écoulement en amont et en aval (tuyauterie);
- e) la pression du liquide et la perte de charge générée par le compteur;
- f) la construction du compteur et la conception du dispositif de comptage (ou mesurage);
- g) l'incidence, la géométrie et le jeu d'extrémité des pales;
- h) les propriétés lubrifiantes du liquide;
- i) les débris et dépôts;
- j) les phénomènes d'usure affectant les paliers et la surface des pales;
- k) les composants polluant le liquide tels que des particules solides ou du gaz.

### 5.3 Caractéristiques générales de performance

Bien que les compteurs à turbine soient fournis avec un facteur  $K$  et des caractéristiques de performance nominaux, il y a lieu d'étalonner tous les compteurs à turbine pour garantir des mesures précises. Cet étalonnage permet d'établir le facteur  $K$  et les caractéristiques générales de performance du compteur, telles que le signal de sortie du capteur et la perte de charge. Les performances types du compteur en fonction du débit pour des hydrocarbures de faible viscosité sont représentées en [Figure 3](#). Cette dernière représente les performances sous forme d'une courbe où l'erreur relative par rapport à un facteur  $K$  nominal est exprimée en fonction du débit normalisé.