
Norme internationale



2715

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Hydrocarbures liquides — Mesurage volumétrique au moyen de compteurs à turbine

Liquid hydrocarbons — Volumetric measurement by turbine meter systems

Première édition — 1981-08-15

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 2715:1981](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6421b75b-5c3b-48af-b6d7-829dd95d823a/iso-2715-1981)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6421b75b-5c3b-48af-b6d7-829dd95d823a/iso-2715-1981>

CDU 665.7 : 681.121.4

Réf. n° : ISO 2715-1981 (F)

Descripteurs : produit pétrolier, hydrocarbure, liquide, mesurage volumétrique, instrument de mesurage, installation électrique, spécification de matériel.

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 2715 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et lubrifiants*, et a été soumise aux comités membres en février 1977.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

[ISO 2715:1981](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6421b75b-5c3b-48af-b6d7-829dd954873a/iso-2715-1981)

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Pays-Bas
Australie	Ghana	Pologne
Autriche	Hongrie	Roumanie
Belgique	Inde	Royaume-Uni
Brésil	Iran	Suède
Bulgarie	Israël	Tchécoslovaquie
Canada	Italie	Turquie
Corée, Rép. de	Japon	URSS
Espagne	Mexique	USA

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Sommaire

	Page
0 Introduction	1
1 Objet et domaine d'application	1
2 Références	1
3 Conception et choix des compteurs et des équipements annexes	1
3.1 Conception	1
3.2 Choix des compteurs à turbine et de leur équipement annexe	2
3.3 Choix des dispositifs de lecture	2
4 Installation 2715:1981	3
4.1 Généralités	3
4.2 Régularisation de l'écoulement	3
4.3 Installation des compteurs sur tuyauteries	4
4.4 Installations électriques	5
5 Qualités métrologiques d'un compteur	6
5.1 Généralités	6
5.2 Coefficient du compteur	6
5.3 Causes modifiant la valeur du coefficient d'un compteur et conséquences sur le calcul des volumes de pétrole	7
6 Utilisation et entretien des dispositifs de mesurage	8
6.1 Généralités	8
6.2 Conditions affectant l'utilisation	8
6.3 Entretien des compteurs	9
6.4 Cartes de contrôle du coefficient du compteur	9
Annexes	
A Compteurs à turbine — Éléments et caractéristiques	10
B Guide en cas de mauvais fonctionnement	14

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2715:1981

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6421b75b-5c3b-48af-b6d7-829dd95d823a/iso-2715-1981>

Hydrocarbures liquides — Mesurage volumétrique au moyen de compteurs à turbine

0 Introduction

Les compteurs volumétriques à turbine sont constitués essentiellement d'un rotor qui détecte la vitesse linéaire moyenne d'un courant liquide. Le liquide en mouvement transmet au rotor une vitesse de rotation ou une vitesse tangentielle qui est proportionnelle au débit. Le mouvement du rotor est détecté par un système mécanique, optique, magnétique ou électrique et est enregistré sur un dispositif de lecture. Le volume ainsi enregistré doit être déterminé en étalonnant le compteur avec un volume connu de produit.

La présente Norme internationale constitue un guide pour tout ce qui concerne l'établissement de projets, l'installation, l'utilisation et l'entretien des compteurs volumétriques à turbine destinés aux hydrocarbures liquides. L'annexe A fournit des détails relatifs aux éléments et aux caractéristiques des compteurs à turbine, et l'annexe B constitue un guide en cas de mauvais fonctionnement.

Des informations relatives aux compteurs à chambre mesurieuse sont données dans l'ISO 2714, *Hydrocarbures liquides — Mesurage volumétrique au moyen de compteurs à chambre mesurieuse autres que ceux des ensembles de mesurage routiers*. D'autres Normes internationales traiteront d'autres types de compteurs, de l'équipement annexe, d'étalons et de méthodes d'étalonnage, du calcul des quantités de pétrole, et des applications spéciales aux ensembles de mesurage comprenant des compteurs à turbine.

1 Objet et domaine d'application

1.1 Objet

La présente Norme internationale spécifie les caractéristiques des compteurs à turbine et donne des directives pour que soient pris en compte, systématiquement, la nature des liquides à mesurer, l'installation d'un ensemble de mesurage, le choix, la performance, l'utilisation et l'entretien de ceux-ci.

1.2 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique à toute branche de l'industrie du pétrole pour laquelle un mesurage est nécessaire.

Le contenu de la présente Norme internationale est d'ordre général. Il peut être appliqué au mesurage de divers hydrocarbures liquides, par des compteurs à turbine de quelque fabrication que ce soit et à de nombreux usages. Il ne s'applique pas forcément aux fluides en deux phases.

2 Références

ISO 4124, *Systèmes de mesurage des produits pétroliers — Cartes de contrôle et méthodes statistiques*¹⁾.

ISO 6551, *Hydrocarbures liquides et gazeux — Fidélité et sûreté du mesurage dynamique — Systèmes de transmission de données par câbles, sous forme d'impulsions électriques et/ou électroniques*¹⁾.

3 Conception et choix des compteurs et des équipements annexes

3.1 Conception

Tous les types d'installation de mesurage doivent présenter les caractéristiques suivantes :

- a) ils doivent convenir aux débits maximal et minimal, à la pression maximale d'utilisation permise, à l'intervalle de la température et à la nature du fluide à mesurer. Si nécessaire, des dispositifs protecteurs doivent être incorporés pour limiter ou contrôler le fonctionnement dans les conditions prévues de l'installation de comptage;
- b) les réglementations régionales ou nationales relatives aux matériels électriques utilisables en atmosphères explosives devront être appliquées si l'on craint de telles conditions à l'endroit où doit être effectué le mesurage;
- c) tous les matériaux constituant l'appareillage et se trouvant en contact avec le produit à mesurer ne devront ni affecter, ni être affectés par ce produit;
- d) des dispositifs doivent être prévus pour permettre la vérification du compteur dans toute la gamme des conditions normales d'utilisation.

1) Actuellement au stade de projet.

3.2 Choix des compteurs à turbine et de leur équipement annexe

3.2.1 Pour le choix d'un compteur et de son équipement annexe, on doit tenir compte des aspects suivants et consulter à leur propos le fabricant :

- a) espace réservé à l'installation du compteur et au dispositif d'étalonnage si celui-ci peut être associé au compteur;
- b) nature et type des connexions terminales installées sur le compteur;
- c) propriétés des liquides que le compteur sera appelé à mesurer, notamment, leur viscosité, leur masse volumique, leur pression de vapeur et leur pouvoir corrosif et lubrifiant;
- d) nature et quantité des corps étrangers susceptibles d'être transportés par le liquide, y compris les dimensions et la distribution des matières solides;
- e) valeur maximale et minimale du débit d'utilisation : continuité, intermittence ou variation de ce débit;
- f) plage de pression d'utilisation et pertes de charge dans le compteur lorsque celui-ci sera utilisé au débit maximal permis;
- g) plage des températures auxquelles le compteur sera utilisé, et de la possibilité d'une compensation automatique de la température;
- h) méthodes d'entretien et coût; pièces de rechange requises;
- j) nature, méthode et fréquence d'étalonnage;
- k) caractéristiques du compteur, y compris la linéarité, la perte maximale de pression tolérable, ainsi que la fréquence et la tension de sortie (voir figure 2 de l'annexe A);
- m) type des dispositifs de lecture ou d'indication qui seront employés, et amplification préalable du signal (voir figure 3 de l'annexe A);
- n) compatibilité entre les équipements de lecture annexes et l'indication du débit, et méthode utilisée pour ajuster l'enregistrement des données fournies si nécessaire;
- p) conditions relatives à la fourniture d'énergie, en vue de lectures continues ou intermittentes;
- q) spécifications électriques;
- r) sécurité du système de transmission électrique.

3.2.2 Les compensateurs automatiques de température, s'ils sont installés, doivent être choisis de telle manière que les tolérances de mesurage requises ne soient pas dépassées, quelle que soit la température ambiante.

3.3 Choix des dispositifs de lecture

3.3.1 Il faut porter une attention spéciale au choix des dispositifs indicateurs pour un compteur à turbine, en vue d'éviter les difficultés qui pourraient provenir de l'environnement, de l'agencement du système ou d'incompatibilités électriques. Ceci inclut les éléments suivants :

- a) *Environnement.* Considérer la nécessité de dispositifs en vue d'assurer la sécurité électrique, la résistance aux conditions climatiques et à la corrosion, la protection contre les champignons; évaluer les températures et humidités relatives extrêmes et prendre les mesures de protection correspondantes.
- b) *Entretien.* Prévoir des accès faciles en vue de l'entretien, et les pièces de rechange pour les parties dont il est aisé de prévoir les défaillances, telles que des dispositifs de lecture électroniques numériques et des enregistreurs électromécaniques. L'installation de dispositifs de rechange ou de dispositifs en double, ainsi que d'une source d'énergie de remplacement est suggérée s'il s'avère indispensable d'assurer un service continu.
- c) *Incompatibilités électriques.* Tous les dispositifs indicateurs doivent être compatibles avec le compteur et avec le système de transmission auquel ils sont reliés. Lorsque le système indicateur est un maillon dans une chaîne de transmission des données, il faut veiller à ce que sa sortie soit compatible avec le système de transmission des données.

3.3.2 Il existe des dispositifs indicateurs qui peuvent assurer des fonctions différentes. Ils doivent être choisis pour fournir les indications dans la forme désirée. Les limites de chaque dispositif indicateur doivent être notées, afin qu'il puisse fonctionner de façon optimale à l'intérieur de l'ensemble du système de mesurage. Les dispositifs indicateurs peuvent être analogiques ou numériques.

3.3.3 La plus grande précision est obtenue avec un système indicateur numérique, qui totalise chacune des impulsions produites par le compteur à turbine, avec une erreur qui ne dépasse pas une impulsion en plus ou en moins pour un intervalle de temps donné. Un compteur d'impulsion ne fournit pas nécessairement des indications exprimées en unités de volume ou de débit, avant que des opérations mettant en jeu des facteurs appropriés n'aient été effectuées pour transformer le nombre total d'impulsions en unités de volume ou de débit.

Un certain nombre de systèmes indicateurs numériques électroniques sont disponibles pour être utilisés avec des compteurs à turbine. Les paragraphes suivants indiquent les types les plus utilisés, et mentionnent également des systèmes en vue d'applications spéciales.

3.3.4 Des totalisateurs d'impulsions qui enregistrent chacun des impulsions émises par le compteur à turbine comportent généralement au moins une ou plusieurs décades lumineuses. Ils doivent être compatibles avec le voltage et la fréquence de l'alimentation électriques et peuvent être classés en :

- a) *Totalisateurs dans lesquels un circuit d'ouverture spécial est commandé par des interrupteurs situés dans le*

ystème d'étalonnage, qui mettent en marche ou arrêtent le totalisateur. Lorsque le débit des impulsions est faible, ce type de totalisateur peut être complété par une série de chronomètres électroniques pour obtenir des résultats d'étalonnage avec une précision acceptable.

b) *Totalisateurs (fréquence-mètres) numériques dans lesquels un circuit d'ouverture met en marche le totalisateur durant un intervalle de temps prédéterminé et l'arrête à la fin de cet intervalle.* Un temps de base présélectionné et fixe fournit une indication de débit non corrigée; un temps de base présélectionné et variable peut fournir une indication de débit corrigée, puisque les facteurs de correction tenant compte de la pression, de la température et du compteur peuvent être incorporés dans le temps de base.

3.3.5 Intégrateurs d'impulsions sur lesquels la lecture correspond au nombre d'impulsions émises par le compteur, ou à un multiple de ce nombre. La lecture des indications de ces intégrateurs peut se faire par affichage électronique, ce qui implique que le nombre d'impulsions reçues soit réduit proportionnellement. Ces intégrateurs peuvent être classés en :

a) *Intégrateurs à rapport fixe*, dans lesquels les impulsions reçues sont normalement divisées par 10, 100, 1 000 etc., et qui fournissent donc des indications correspondant à 1/10, 1/100, 1/1 000 du total des impulsions reçues. Certains d'entre eux sont conçus pour diviser par un nombre qui n'est pas multiple de 10.

b) *Intégrateurs à rapport variable*, dans lesquels les impulsions reçues sont divisées (ou d'abord multipliées puis divisées) par des diviseurs variables. Ces diviseurs sont sélectionnés manuellement à l'aide des boutons d'un tableau de commande et leur choix est fonction du nombre des impulsions qu'un compteur à turbine émet par unité de volume dans des conditions opératoires déterminées. Suivant les constructeurs la sélection se fait en fonction du nombre d'impulsions par unité de volume ou en fonction de l'inverse du nombre d'impulsions par unité de volume. Les indications sont donc fournies sous forme d'unités directement utilisables. De tels intégrateurs peuvent incorporer les corrections dues à la pression, à la température et au coefficient du compteur, et fournir ainsi, le volume vrai ramené aux conditions de référence pour chaque mesurage. Si des nombres à quatre ou cinq chiffres doivent être indiqués, au moins 10 000 impulsions doivent être enregistrées.

4 Installation

4.1 Généralités

Ce chapitre contient les conditions générales d'installation des dispositifs de mesurage utilisant des compteurs à turbine. La figure 4 de l'annexe A illustre une telle installation.

4.2 Régularisation de l'écoulement

4.2.1 Les qualités métrologiques d'un compteur à turbine sont affectées par les remous du liquide et par un profil non uniforme des vitesses. Ces perturbations sont créées en amont et en aval et résultent de la configuration de la tuyauterie (vannes,

robinets, pompes, mauvais alignement des joints, brides saillantes, points de soudure et autres obstructions). Il faut donc installer des dispositifs de tranquillisation.

4.2.2 L'utilisation de dispositifs de tranquillisation est une pratique courante. La régularisation de l'écoulement est obtenue en incluant une longueur suffisante de canalisation droite, ou en combinant une canalisation droite et un autre dispositif dans le système de mesurage, avant et après le compteur à turbine.

4.2.3 Si la tranquillisation est effectuée par une canalisation droite, le frottement des couches liquides les unes sur les autres ou sur les parois de la canalisation conduit à la régularisation de l'écoulement.

4.2.4 Si un dispositif de tranquillisation est utilisé, ce dispositif est généralement constitué par un ensemble de tubes, de cloisons longitudinales ou d'autres éléments, disposés longitudinalement dans une tuyauterie droite (voir figure 5 de l'annexe A). De tels dispositifs sont efficaces pour régulariser l'écoulement. Le dispositif de régularisation peut aussi être constitué par une série de panneaux perforés ou d'écrans en toile métallique, mais ces systèmes conduisent à une chute de pression plus importante que celle qui résulte des systèmes précédents.

4.2.5 La conception et la construction d'un dispositif de régularisation doivent être bien réalisées, car il est important que le dispositif ne crée pas lui-même de remous, qui annuleraient ses fonctions. Il est donc recommandé que :

a) dans chaque section droite, les éléments soient disposés de façon aussi uniforme et symétrique que possible;

b) la conception et la construction conduisent à un système robuste, capable de résister sans distorsion ni déplacement aux débits élevés;

c) l'intérieur du système soit net et sans protubérances (bavures de soudure et autres obstructions).

4.2.6 En plus de l'utilisation d'un dispositif de tranquillisation, le système de mesurage doit être suffisamment éloigné des pompes, coudes, vannes et autres accessoires susceptibles de provoquer des remous. Les brides et leurs joints doivent être alignés à l'intérieur de la tuyauterie, et les joints ne doivent pas rétrécir le courant liquide. Les brides du compteur devront être marquées pour assurer l'alignement du tranquillisateur et du compteur après l'assemblage.

4.2.7 Vannes et robinets

4.2.7.1 Les vannes et robinets susceptibles d'influencer la précision des mesurages doivent pouvoir être fermés et ouverts rapidement, mais non brutalement. Ils doivent être à double sectionnement assurant une étanchéité complète.

4.2.7.2 Si une conduite de dérivation est autorisée par les règlements nationaux autour d'un compteur ou d'une batterie de compteurs, elle doit être équipée d'une vanne à double sectionnement assurant une étanchéité complète ou d'un contrôle de fuite.

4.2.7.3 Les robinets à vanne en général, et en particulier les clapets tarés ou à fermeture automatique, ne doivent pas permettre l'admission d'air, même en cas de coups de bélier ou lorsqu'ils travaillent en dépression.

4.2.7.4 Lorsque les contrôles sont effectués avec arrêt de l'écoulement, les robinets à vanne devraient être à fermeture rapide et ne pas provoquer de coups de bélier, afin de réduire autant qu'il est possible les perturbations provoquées par l'arrêt et la reprise du mouvement du liquide.

4.3 Installation des compteurs sur tuyauteries

4.3.1 La figure 4 de l'annexe A donne une base schématique pour la conception d'une installation de mesurage faisant appel à un compteur à turbine et à ses accessoires annexes. Certains accessoires peuvent ne pas être indispensables pour une installation particulière, d'autres, au contraire, peuvent être requis.

4.3.2 Les compteurs doivent normalement être installés de niveau. Le constructeur doit être consulté si des contraintes dues à l'espace disponible conduisent à prévoir une disposition différente.

4.3.3 Si le débit est trop important pour un seul compteur ou pour son étalonnage, une batterie de compteurs branchés en parallèle peut être utilisée. S'assurer que chaque compteur de la batterie ne dépasse pas ses limites minimale et maximale de débit. Des dispositifs doivent permettre de répartir le courant liquide entre les divers compteurs.

4.3.4 Les compteurs doivent être installés de telle manière qu'ils ne soient pas sujets à des contraintes excessives. Il faut prévoir de réduire au maximum la déformation du compteur due à la dilatation ou à la contraction de la tuyauterie.

4.3.5 Les installations de mesurage doivent être conçues de manière à les maintenir le plus longtemps possible en bon état de fonctionnement. Ceci peut nécessiter la mise en place de dispositifs de protection pour éliminer du liquide les particules abrasives ou autres pouvant bloquer le mécanisme de mesurage ou provoquer une usure prématurée. Si des crépines, des filtres, des pièges à sédiments, des bacs de décantation, des séparateurs d'eau, ou une combinaison de ces dispositifs, ou des dispositifs analogues sont nécessaires, ils doivent être dimensionnés et installés en vue d'empêcher la vaporisation du liquide avant son passage dans le compteur. Ces dispositifs protecteurs peuvent être installés en exemplaire unique ou en batteries interchangeables, suivant la durée du service continu. Pour d'autres usages, quand on est assuré de la pureté du produit ou si le modèle de compteur ne nécessite pas de protection, on pourra éliminer ces dispositifs. Des manomètres doivent être installés pour indiquer le moment où le dispositif protecteur devra être nettoyé.

4.3.6 Les ensembles de mesurage doivent être conçus de telle façon qu'ils fonctionnent de façon satisfaisante dans les plages de viscosité, de pression, de température et de débit qu'ils rencontreront.

4.3.7 Les compteurs doivent être convenablement protégés des variations de pression et des coups de bélier, ainsi que des pressions excessives résultant de la dilatation du liquide. Cela peut nécessiter l'installation de bacs tampons, de chambres d'expansion, de soupapes limitatrices de pression et/ou de tout autre dispositif de protection. Un système doit être prévu pour détecter toute fuite des soupapes limitatrices de pression lorsque celles-ci sont placées en aval du compteur.

4.3.8 Un dispositif limitant la contre-pression et/ou un dispositif limitant le débit ou un diaphragme doit, chaque fois que cela est possible, être installé en aval du compteur. Un dispositif d'alarme doit être installé pour prévenir lorsque le débit décroît en dessous du minimum admissible. Quand un réducteur de pression est prévu à l'entrée du compteur, on doit l'installer le plus loin possible en amont du compteur. On doit le régler de manière à maintenir une pression suffisante à la sortie du compteur, pour éviter toute vaporisation du liquide.

4.3.9 La vaporisation de gaz à partir du courant liquide doit être évitée en prévoyant les dispositifs convenables et en n'utilisant le compteur que pour les débits pour lesquels il a été conçu. La vaporisation de gaz peut être réduite ou éliminée en maintenant une pression suffisante immédiatement en aval (à une distance équivalente à environ quatre fois le diamètre de la conduite) du compteur pour les liquides à basse pression de vapeur; la valeur numérique de cette pression doit être d'environ $(2 \Delta p + 1,25 p_v)$, Δp étant la chute de pression à travers le compteur pour le maximum de débit et p_v la pression de vapeur absolue à la température de fonctionnement maximale, exprimées toutes deux en unités cohérentes. Ce résultat peut être atteint en installant un clapet de type approprié (clapet de retenue, taré, d'étranglement ou régulateur de pression) en aval du compteur. Pour des liquides à pression de vapeur élevée, la valeur numérique de la pression obtenue par application de la formule précédente, peut être diminuée suivant les indications du constructeur du compteur et par accord mutuel des parties intéressées.

NOTE — La pression recommandée précédemment est une valeur caractéristique. Certains constructeurs préconisent des clapets ou régulateurs pour des pressions sensiblement plus élevées, avec leurs équipements.

4.3.10 Chaque compteur doit être installé de manière à éviter tout passage d'air ou de vapeur, en installant, si nécessaire, un dispositif de dégazage en amont du compteur. De tels dispositifs seront installés aussi près que possible du compteur comme cela résulte des bonnes pratiques, mais cependant pas trop près pour ne pas créer de remous ou conduire à un profil non uniforme des vitesses à l'entrée du compteur. Les vapeurs doivent être évacuées de façon inoffensive.

4.3.11 Les compteurs et la tuyauterie doivent être installés de manière à éviter toute vidange accidentelle ou vaporisation de liquide. La tuyauterie ne doit présenter ni points hauts ni poches, où l'air et la vapeur pourraient s'accumuler et être entraînés dans le compteur à la suite d'une turbulence accrue due à une augmentation du débit. La totalité de l'installation doit être telle que l'air ne puisse s'introduire dans le système à travers des trous, des vannes défectives, des tuyaux, des pompes, des connexions, etc.

4.3.12 Les conduites reliant le compteur au dispositif d'étalonnage doivent être telles que la possibilité de formation de poches d'air ou de vapeur soit aussi réduite que possible. La distance entre le compteur et son dispositif d'étalonnage doit être courte et le diamètre des conduites les reliant doit être suffisamment important pour qu'il n'y ait pas de diminution significative du débit au cours de l'étalonnage. Des clapets d'étranglement doivent être installés en aval des batteries de compteurs pour unifier le débit à la suite de la perte de pression au cours de la traversée du compteur lorsqu'on étalonne chacun des compteurs. Des robinets de purge doivent être installés aux points hauts pour purger l'air avant l'étalonnage.

4.3.13 La tuyauterie doit être telle que le volume de liquide qui subsiste entre le compteur et le point d'entrée dans le dispositif d'étalonnage demeure constant durant les étalonnages.

4.3.14 Il faut veiller à placer chaque compteur, ainsi que ses équipements annexes et la tuyauterie de distribution, en des endroits tels que le mélange des liquides différents soit évité.

4.3.15 La plupart des compteurs à turbine fonctionnent dans les deux sens, bien que rarement avec la même constante de compteur. Quand ceci n'est pas désirable par suite de la conception du compteur, la circulation du courant dans un sens autre que celui prévu doit être empêchée.

4.3.16 Un thermomètre ou un logement destiné à recevoir un dispositif de mesurage de la température doit être installé dans le compteur ou à proximité de l'entrée ou de la sortie de ce compteur afin de déterminer la température du liquide mesuré. Si le compteur est muni d'un dispositif compensateur de température, un moyen convenable pour vérifier son fonctionnement doit être prévu.

4.3.17 Un manomètre enregistreur ou indicateur de pression dont l'étendue de mesurage couvre les plages de pressions prévues, et dont la précision est suffisante, doit être installé à proximité de l'entrée ou de la sortie de chaque compteur pour lequel la détermination de la pression interne est nécessaire.

4.4 Installations électriques¹⁾

4.4.1 Un ensemble de mesurage par compteur à turbine est composé d'au moins trois parties : le mesureur (générateur d'impulsions), la ligne de transmission (transporteur d'impulsions) et le dispositif indicateur (compteur d'impulsions). Il est essentiel que ces trois parties soient compatibles entre elles, et que chacune soit conforme aux spécifications recommandées par le fabricant du compteur.

4.4.2 Le bruit de fond électrique peut être la cause d'erreur la plus importante des compteurs à turbine qui émettent un signal de faible énergie. Même dans des systèmes qui émettent des signaux d'énergie élevée, il est nécessaire d'éliminer les signaux électriques de bruit de fond et/ou falsifiés. Ces signaux se superposent aux signaux vrais à la suite de trois phénomènes : induction électromagnétique, superposition électrostatique ou due aux capacités, conduction électrique.

4.4.3 Il faut veiller à ce que le système soit convenablement mis à l'abri des influences électriques extérieures. Pour minimiser le bruit de fond, il est indispensable de prévoir la mise à la terre indépendante et l'isolement des câbles de transmission du mesureur et du système d'étalonnage lorsqu'ils sont utilisés. Voir également l'ISO 6551.

4.4.4 Pour évaluer la longueur maximale de la ligne de transmission pour un compteur donné, consulter l'ISO 6551.

4.4.5 La plupart des compteurs à turbine produisent un signal électrique qui peut être utilisé pour faire fonctionner une large variété de dispositifs indicateurs. Un ou plusieurs capteurs peuvent être nécessaires, selon les réglementations ou les critères de conception.

4.4.6 Un dispositif de mesurage par compteur à turbine doit répondre à deux conditions générales pour fonctionner correctement. Le dispositif de comptage doit être suffisamment sensible pour répondre à chaque impulsion produite par le mesureur dans la plage de fonctionnement de celui-ci. Le rapport signal/bruit doit être suffisamment élevé pour que les signaux électriques parasites n'influencent pas le dispositif de lecture.

4.4.7 Les signaux produits par un compteur peuvent être considérés comme étant un train d'impulsions électriques, dont chacune correspond à un volume défini de liquide passant par le compteur. Des exemples de deux réalisations permettant la production d'impulsions électriques sont donnés ci-après. Un premier exemple correspond au cas où la rotation du rotor est transformée directement en énergie électrique par induction magnétique. Un second nécessite la fourniture d'énergie électrique à un dispositif photo-sensible qui peut être mû de l'extérieur, mais qui par lui-même ne produit pas d'énergie électrique à la suite de son entraînement par le rotor du compteur.

Dans le premier cas, la fréquence et l'amplitude des impulsions sont en général proportionnelles au débit. Dans le second, la fréquence seule est proportionnelle au débit, puisque la tension qui est fournie a une amplitude constante.

1) D'autres informations relatives à l'installation électrique seront données dans une prochaine Norme internationale sur les équipements annexes pour compteurs.

4.4.8 La plupart des dispositifs électroniques indicateurs effectuent une mise en forme du signal adaptée au comptage des impulsions ou mesurent la fréquence. L'intensité d'un signal peut être relativement faible, de sorte que les conditions d'installation doivent convenir pour des signaux de faible intensité. Les recommandations dont traite ce chapitre ne sont pas applicables à tous les compteurs à turbines, mais se rapportent aux systèmes de signaux de faible intensité.

4.4.9 Les caractéristiques des impulsions influençant l'ensemble du système sont les suivantes :

- a) *amplitude* : tout dispositif de lecture connecté au mesureur doit avoir une sensibilité suffisante pour fonctionner dans toute la plage des amplitudes correspondant aux débits mesurés en service;
- b) *fréquence* : la fréquence admise par le dispositif de lecture doit être plus élevée que la fréquence maximale du signal émis par le mesureur lorsqu'il est traversé par le plus fort débit prévu;
- c) *largeur* : la durée, après mise en forme, de chaque impulsion émise par le mesureur doit être suffisante pour qu'elle soit détectée et enregistrée par le dispositif de lecture;
- d) *forme* : une impulsion sinusoïdale ne peut être utilisée avec un dispositif de lecture fonctionnant avec des impulsions carrées, sauf si l'on intercale un dispositif adéquat de préamplification et de mise en forme.

4.4.10 Il faut veiller à ce que l'installation de transmission électrique soit telle que l'amplitude du signal émis par le mesureur soit conservée à son plus haut niveau possible, tandis que l'amplitude des bruits parasites est aussi faible que possible. Le signal est maintenu à un niveau optimal :

- a) en limitant la longueur de la ligne de transmission entre le mesureur et le dispositif de lecture;
- b) en assurant une impédance convenable;
- c) en utilisant un câble de transmission le meilleur et le plus compatible possible, tel que recommandé par le fabricant de l'équipement;
- d) en introduisant un amplificateur de signal, si la distance de transmission ou les conseils du fabricant le nécessitent;
- e) en s'assurant que les tensions d'alimentation fournies aux amplificateurs et aux systèmes générateurs d'impulsions à amplitude constante ont un niveau convenable et ne provoquent pas un bruit parasite ou une tension d'ondulation résiduelle supérieurs à ceux indiqués dans les spécifications du constructeur;

- f) en s'assurant que toutes les bobines des capteurs soient convenablement montées et situées;
- g) en inspectant périodiquement et en nettoyant les connexions, les fiches et broches, etc.;
- h) en remplaçant les éléments qui, du fait de leur détérioration, affaiblissent le signal.

5 Qualités métrologiques d'un compteur

5.1 Généralités

Ce chapitre traite des conditions dans lesquelles un système de mesurage donne, ou peut être utilisé pour donner, des mesures aussi précises que possible. Les coefficients du compteur doivent être déterminés au moment de la réception du compteur en usine.

5.2 Coefficient du compteur¹⁾

Deux modes d'étalonnage peuvent être réalisés, selon l'application souhaitée.

5.2.1 Dans le premier cas, le compteur est réglé pour que la lecture observée pendant un étalonnage atteigne ou avoisine celle du volume mesuré dans la jauge.

5.2.2 Dans le deuxième cas, le compteur n'est pas réglé mais un coefficient de compteur est calculé. Ce coefficient est le nombre obtenu en divisant le volume réel de liquide qui est passé à travers le compteur pendant l'étalonnage par le volume enregistré par le compteur. Ensuite, pour toutes autres opérations de mesurage, le volume réel ou volume brut mesuré est déterminé en multipliant le volume enregistré sur le compteur par le coefficient du compteur.

5.2.3 Le mode d'étalonnage réalisé est fonction des besoins et des conditions d'utilisation.

5.2.4 Les compteurs réglés (voir 5.2.1) sont les plus fréquemment utilisés dans le cas de distribution au détail dans les ensembles de mesurages routiers et dans les camions citerne, dans le cas des rampes de chargement des camions et des automotrices, dans tous les cas où il est souhaitable d'avoir une lecture directe au compteur sans avoir à appliquer des corrections mathématiques aux lectures faites sur le compteur.

5.2.5 Lorsque la lecture directe n'est pas indispensable, il existe plusieurs raisons de préférer l'utilisation d'un coefficient de compteur. Il est difficile, voire impossible de régler un compteur afin qu'il fournisse une lecture exacte à 0,02 %, ce qui correspond à la précision habituelle avec laquelle un coefficient de

¹⁾ Les détails concernant le calcul des coefficients de compteur et l'établissement des bordereaux d'expédition, lorsqu'on effectue des lectures auxquelles doivent être appliqués des coefficients de compteur, ainsi que les facteurs de corrections nécessaires pour ramener tout volume à une température t donnée et à une pression p donnée, dans les conditions de référence, feront l'objet d'autres Normes internationales.

compteur est déterminé. En outre, le réglage, généralement, nécessite un ou plusieurs étalonnages afin de confirmer la précision du réglage. Cependant, la principale raison est que dans les applications pour lesquelles le compteur est utilisé avec des liquides différents ou à des débits différents, un coefficient de compteur différent peut être déterminé pour chaque liquide, pour chaque débit ou pour chaque combinaison liquide/débit. Une lecture corrigée ou lecture directe sur le compteur n'est correcte que pour le liquide ou le débit pour lequel le compteur a été réglé. Dans le cas de la plupart des pipelines, des terminaux et des dispositifs de chargement et de déchargement des bateaux, il est préférable de régler les compteurs pour qu'ils fournissent des indications à peu près correctes dans des conditions moyennes et de plomber le compteur à ce niveau de réglage.

Les coefficients du compteur peuvent alors être déterminés pour chaque produit pétrolier liquide et/ou chaque débit auquel le compteur est utilisé. Cela permet une certaine souplesse tout en maintenant une précision maximum.

5.2.6 L'appréciation des qualités métrologiques du compteur peut se faire au mieux en conservant une carte de contrôle du coefficient du compteur (voir ISO 4124) qui constitue un relevé des différentes valeurs de coefficient du compteur pour un produit pétrolier liquide donné et sur une période de temps donnée. Cela correspond donc, en fait, à enregistrer la reproductibilité des valeurs du coefficient du compteur pour un compteur donné.

5.2.7 Les facteurs qui peuvent modifier les valeurs du coefficient d'un compteur sont :

- a) la viscosité du liquide;
- b) les modifications des tolérances mécaniques des pièces du compteur, de l'angle ou de la longueur de l'aube, par suite d'usure ou de détérioration;
- c) la pression du liquide et la perte de charge au compteur;
- d) la propreté et les propriétés lubrifiantes du liquide;
- e) le débit du liquide;
- f) la température du liquide;
- g) l'état du matériel d'étalonnage;
- h) la présence d'un corps étranger qui serait resté dans le compteur ou son dispositif de tranquillisation;
- j) les modifications de la vitesse du fluide à l'entrée dans le compteur ou des tourbillons.

5.3 Causes modifiant la valeur du coefficient d'un compteur et conséquences sur le calcul des volumes de pétrole

De multiples causes peuvent modifier les qualités métrologiques d'un compteur à turbine. Quelques-unes, telle l'entrée de particule solide, peuvent être évitées en éliminant la cause. Les teneurs habituelles en particules solides et en eau ont la même influence sur le compteur que l'on mesure du pétrole brut ou

d'autres produits divers, mais dans le premier cas, elles sont considérées comme des éléments habituels inclus dans le mesurage. D'autres causes proviennent des propriétés du liquide à mesurer et l'on devra faire face à cela en installant et en faisant fonctionner le compteur en conséquence.

Les variables indépendantes qui ont l'effet le plus important sur les qualités métrologiques d'un compteur sont la température, la viscosité, le débit et les propriétés lubrifiantes. Si un compteur est étalonné et est utilisé avec des liquides de propriétés identiques et dans les mêmes conditions qu'en service, le niveau de précision le plus élevé pourra être obtenu. Si l'un ou plusieurs des paramètres varient entre l'étalonnage et l'utilisation, la valeur du coefficient du compteur ne sera pas la même dans les deux cas.

5.3.1 Variations du débit

Pour les valeurs les plus faibles de l'intervalle des débits pour lequel le compteur a été prévu par son fabricant, la courbe d'erreurs du compteur est généralement moins linéaire qu'elle ne l'est pour les intervalles de débits où les valeurs sont moyennes et plus élevées (voir annexe A, figure 2 et applications A et B). Si l'on a tracé d'une façon correcte une courbe donnant le coefficient du compteur en fonction du débit, il est avisé et sûr de déterminer le coefficient du compteur à partir de cette courbe; bien que, dans le cas où un dispositif d'étalonnage est installé en permanence, il soit toujours préférable de réétalonner le compteur et d'utiliser la valeur de son coefficient ainsi déterminé. Si la variation du débit dépasse la limite inférieure ou supérieure qui correspond à une linéarité acceptable (voir annexe A, figure 2), le compteur doit alors être étalonné pour les nouvelles conditions de débit de fonctionnement.

5.3.2 Variations de viscosité

Dans le cas d'un compteur à turbine particulier, on peut envisager d'établir une seule équation empirique ou un graphique du coefficient du compteur en fonction du débit de la viscosité. Cependant, une même équation et un même graphique ne peuvent pas être appliqués à un ensemble de compteurs à turbine.

Étant donné que les compteurs à turbine sont sensibles à la viscosité, et que la viscosité change en fonction de la température des hydrocarbures liquides, en particulier de ceux ayant une densité relative plus élevée, la modification dans l'indication d'un compteur à turbine à la suite d'un changement de température ne peut être attribuée uniquement aux variations thermiques du liquide.

D'autre part, pour des liquides de masse volumique relativement faible, tels que les essences, dont la viscosité demeure pratiquement inchangée en fonction des variations de température, les valeurs des coefficients du compteur ne sont pratiquement pas touchées. Une correction mathématique des coefficients de compteur pour les hydrocarbures en tant que tels ou pour les compteurs à turbine utilisés pour les hydrocarbures les plus visqueux et pour les pétroles bruts n'est pas recommandée. Des corrections mathématiques ne doivent être appliquées qu'à des compteurs, individuellement, et lorsqu'ils sont utilisés dans les conditions pour lesquelles ils ont été étalonnés. Il est conseillé d'étalonner le compteur dans des conditions aussi proches que possible des conditions de service.