
**Pétrole et produits pétroliers liquides —
Détermination du volume, de la masse
volumique et de la masse
d'hydrocarbures contenus dans les
réservoirs cylindriques verticaux à l'aide
de systèmes hybrides de mesurage**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Petroleum and liquid petroleum products — Determination of volume,
density and mass of the hydrocarbon content of vertical cylindrical
tanks by hybrid tank measurement systems*

ISO 15169:2003

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/e9c2205c-c36f-480c-bd38-e1dc30df8a68/iso-15169-2003>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15169:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9c2205c-c36f-480c-bd38-e1dc30df8a68/iso-15169-2003>

© ISO 2003

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Précautions générales	3
4.1 Mesures de sécurité	3
4.2 Précautions relatives à l'équipement	3
5 Choix et installation des éléments d'un système hybride de mesurage de réservoir (SHMR)	4
5.1 Généralités	4
5.2 Jaugeur automatique	4
5.3 Capteur(s) de pression	5
5.4 Thermomètre automatique de réservoir	5
5.5 Calculateur du SHMR	6
5.6 Capteurs optionnels	6
6 Influence de l'exactitude des éléments d'un SHMR	7
6.1 Généralités	7
6.2 Influence de l'exactitude du jaugeur automatique	7
6.3 Influence de l'exactitude du (des) capteur(s) de pression	7
6.4 Influence de l'exactitude du thermomètre automatique	8
7 Mesurages et calculs relatifs à un SHMR	8
7.1 Généralités	8
7.2 Mode 1 du SHMR	8
7.3 Mode 2 du SHMR	9
8 Mise en service et étalonnage initial sur site	9
8.1 Généralités	9
8.2 Préparation initiale	9
8.3 Étalonnage et contrôle initial des éléments du SHMR	10
8.4 Vérification des calculs du calculateur du SHMR	10
8.5 Contrôle initial sur site du SHMR	10
9 Contrôles suivants	12
9.1 Généralités	12
9.2 Objectifs	12
9.3 Réglages en cours de contrôle périodique	13
9.4 Contrôles d'un SHMR utilisé pour transferts avec comptage en volume	13
9.5 Contrôles d'un SHMR utilisé pour transferts avec comptage en masse	14
9.6 Gestion des dépassements de tolérance observés lors du contrôle périodique d'un SHMR utilisé pour transferts avec comptage	15
Annexe A (informative) Aperçu des calculs	19
Annexe B (informative) Exactitude des mesurages et analyse des incertitudes	23

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 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 15169 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et lubrifiants*, sous-comité SC 3, *Mesurage statique du pétrole*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 15169:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9c2205c-c36f-480c-bd38-e1dc30df8a68/iso-15169-2003>

Pétrole et produits pétroliers liquides — Détermination du volume, de la masse volumique et de la masse d'hydrocarbures contenus dans les réservoirs cylindriques verticaux à l'aide de systèmes hybrides de mesurage

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne des indications concernant le choix, l'installation, la mise en service, l'étalonnage et le contrôle des systèmes hybrides de mesurage de réservoir (SHMR). Ces systèmes assurent le mesurage du niveau, de la masse statique, du volume observé, du volume aux conditions de référence, de la masse volumique observée et de la masse volumique de référence de pétrole et de produits pétroliers contenus dans des réservoirs de stockage et impliquant des transactions commerciales ou fiscales. Il revient à l'utilisateur de décider quel type de mesurage (volume ou masse ou les deux) sera utilisé pour les transferts avec comptage. Pour cela, la présente Norme internationale comprend une analyse des incertitudes, accompagnée d'exemples, permettant à l'utilisateur de choisir les éléments convenables d'un SHMR en vue de l'application prévue.

La présente Norme internationale est applicable aux réservoirs cylindriques verticaux statiques contenant des hydrocarbures liquides dont la pression de vapeur Reid est inférieure à 103,42 kPa.

La présente Norme internationale n'est pas applicable aux réservoirs sous pression ni aux applications maritimes.

NOTE 1 Le terme «masse» est utilisé pour indiquer une masse dans le vide (masse vraie). Dans l'industrie pétrolière, il n'est pas rare d'utiliser la masse apparente (dans l'air) pour les transferts avec comptage. Des indications sont fournies pour le calcul tant de la masse que de la masse apparente dans l'air (voir Annexe A).

NOTE 2 La méthode de calcul de la présente Norme internationale peut également être appliquée aux réservoirs présentant d'autres formes dans la mesure où ils ont été jaugés par une méthode reconnue dans l'industrie pétrolière (par exemple l'ISO 7507). Des exemples d'analyse des incertitudes pour des réservoirs sphériques et cylindriques horizontaux sont donnés dans l'Annexe B.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 91-1:1992, *Tables de mesure du pétrole — Partie 1: Tables basées sur les températures de référence de 15 °C et 60 °F*

ISO 1998 (toutes les parties), *Industrie pétrolière — Terminologie*

ISO 3170:—¹⁾, *Produits pétroliers liquides — Échantillonnage manuel*

ISO 3675:1998, *Pétrole brut et produits pétroliers liquides — Détermination en laboratoire de la masse volumique — Méthode à l'aréomètre*

1) À publier. (Révision de l'ISO 3170:1988)

ISO 4266 (toutes les parties), *Pétrole et produits pétroliers liquides — Mesurage du niveau et de la température dans les réservoirs de stockage par méthodes automatiques*

ISO 7507 (toutes les parties), *Pétrole et produits pétroliers liquides — Jaugeage des réservoirs cylindriques verticaux*

ISO 11223-1:1995, *Pétrole et produits pétroliers liquides — Mesurage statique direct — Contenu des réservoirs verticaux de stockage — Partie 1: Mesurage de masse par jaugeage hydrostatique des réservoirs*

ISO 12185:1996, *Pétrole brut et produits pétroliers — Détermination de la masse volumique — Méthode du tube en U oscillant*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 1998 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 système hybride de mesurage de réservoir (SHMR)
système exploitant le niveau de produit mesuré par un jaugeur automatique, la température du produit mesurée par un thermomètre automatique de réservoir et la pression statique du liquide mesurée par un ou plusieurs capteurs de pression

NOTE Ces mesures sont utilisées conjointement à la table de jaugeage du réservoir et aux tables de correction de volume/masse volumique pour obtenir tout à la fois le niveau, la température, la masse, le volume observé, le volume aux conditions de référence, la masse volumique observée et la masse volumique de référence.

3.2 calculateur du SHMR
équipement de calcul exploitant les mesures de niveau, de température et de pression du SHMR, conjointement aux paramètres de réservoir en mémoire, pour calculer tout à la fois la masse volumique, le volume et la masse

3.3 point de référence du SHMR
point marqué de manière inaltérable et bien visible sur la paroi extérieure du réservoir, à partir duquel la (les) position(s) du (des) capteur(s) de pression du SHMR est (sont) mesurée(s)

NOTE Le point de référence du SHMR est lui-même mesuré par rapport à la plaque de touche.

3.4 erreur de zéro du transmetteur de pression
indication fournie par le transmetteur de pression lorsque aucune différence de pression entre la pression d'entrée et la pression ambiante ne lui est appliquée.

NOTE Cette valeur est exprimée en une unité de mesure de pression, comme par exemple le pascal.

3.5 erreur de linéarité du transmetteur de pression
écart entre la valeur indiquée par le transmetteur de pression et la pression qui lui est appliquée en entrée

NOTE Il convient de ne pas inclure l'erreur de zéro dans cette valeur. Celle-ci est exprimée en valeur fractionnaire ou en pourcentage par rapport à la pression appliquée (en fraction ou en pourcentage de l'indication).

4 Précautions générales

4.1 Mesures de sécurité

4.1.1 Généralités

Pour la mise en œuvre d'un équipement SHMR, il convient de respecter à la fois les normes ISO, les réglementations de sécurité locale et nationale en vigueur ainsi que les précautions relatives à la compatibilité matière. Il convient également de suivre les instructions du fabricant en ce qui concerne l'installation et l'utilisation de l'équipement. Enfin, il convient d'observer l'ensemble des règlements régissant le travail en zones dangereuses.

4.1.2 Sécurité mécanique

Les connexions du capteur du SHMR font partie intégrante de la structure du réservoir. Il convient que l'ensemble de l'équipement SHMR soit en mesure de résister aux conditions de pression, de température, de fonctionnement et aux conditions environnementales susceptibles d'être rencontrées en service.

4.1.3 Sécurité électrique

Ils est recommandé que tous les éléments du SHMR destiné à être utilisé en zone électriquement classée soient compatibles avec la classification de la zone concernée et satisfassent aux normes de sécurité électrique nationales et/ou internationales (par exemple; IEC, CSA, CENELEC, ISO) appropriées.

4.2 Précautions relatives à l'équipement

4.2.1 Il convient que l'équipement SHMR soit capable de résister aux conditions de pression, de température, de fonctionnement et aux conditions environnementales susceptibles d'être rencontrées en service.

4.2.2 Il convient que tous les éléments et équipements électriques soient certifiés pour la classification de zone dangereuse correspondant à leur lieu d'installation.

4.2.3 Il convient que des mesures soient prises pour être sûr que toutes les parties métalliques visibles du SHMR présentent le même potentiel électrique que le réservoir.

4.2.4 Il convient que toutes les parties du SHMR en contact avec le produit ou ses vapeurs soient chimiquement compatibles avec le produit afin d'éviter à la fois une contamination du produit et une corrosion de l'équipement.

4.2.5 Il convient que tous les éléments et équipements du SHMR soient maintenus en état de fonctionnement sûr et il convient de respecter les instructions de maintenance stipulées par le fabricant.

NOTE L'étude et l'installation d'un SHMR ou de ses éléments peuvent être assujetties à homologation par l'organisme de métrologie national concerné. Celui-ci aura normalement délivré un agrément de type pour la conception du SHMR pour le service spécifique prévu. Cet agrément de type est normalement attribué après avoir soumis le SHMR à une série d'essais spécifique et sous condition qu'il ait été installé de manière agréée.

Les essais d'agrément de type peuvent notamment comprendre les essais suivants: examen visuel, fonctionnement, vibrations, humidité, chaleur sèche, inclinaison, fluctuations de l'alimentation électrique, isolement, résistance, compatibilité électromagnétique et haute tension.

5 Choix et installation des éléments d'un système hybride de mesurage de réservoir (SHMR)

5.1 Généralités

Un système hybride de mesurage de réservoir consiste en quatre éléments principaux: un jaugeur automatique, un thermomètre automatique, un ou plusieurs capteurs de pression et un calculateur qui contient en mémoire les paramètres du réservoir et réalise les calculs. Les exigences relatives à ces éléments individuels sont données de 5.2 à 5.6.

Il convient que l'utilisateur spécifie d'abord si le SHMR sera utilisé à la base pour des mesurages de masse ou de volume aux conditions de référence. Il convient également qu'il spécifie l'exactitude de mesurage requise pour les transferts avec comptage.

Il convient que l'utilisateur ou le fabricant choisisse les différents éléments du SHMR et configure le système de manière à répondre aux exigences de l'application. Les exigences d'exactitude relatives à l'application de l'utilisateur déterminent les exigences d'exactitude pour chacun des éléments du SHMR.

NOTE L'Annexe A expose une vue d'ensemble de la théorie et des calculs du SHMR. L'Article 6 et l'Annexe B donnent des indications et des méthodes pour estimer les effets du choix des éléments individuels sur l'exactitude globale du SHMR.

5.2 Jaugeur automatique

5.2.1 Il convient de choisir le jaugeur automatique en fonction de l'application envisagée pour le SHMR, par exemple pour des transferts avec comptage en volume ou en masse, ou bien pour les deux. En outre, il convient que l'installation du jaugeur conduise à une exactitude installée adéquate pour l'application prévue.

NOTE Par souci de cohérence, la désignation conventionnelle choisie pour les capteurs de pression (P_1 près du fond du réservoir et P_3 dans le creux du réservoir) est celle de l'ISO 41223-1 qui traite du jaugeage hydrostatique des réservoirs (voir Figure A.1). <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9c2205c-c36f-480c-bd38-e1dc30df8a68/iso-15169-2003>

5.2.2 Il convient que l'exactitude intrinsèque du jaugeur automatique établie lors de l'étalonnage en usine, ainsi que l'exactitude installée trouvée lors du contrôle sur chantier, correspondent aux valeurs indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Erreur maximale permise pour le jaugeur automatique

	Transferts avec comptage en volume mm	Transferts avec comptage en masse mm
Exactitude intrinsèque	1	3
Exactitude installée	4	12

L'exactitude du jaugeur automatique n'a aucun effet sur la masse calculée au-dessus du niveau où se trouve P_1 en raison de l'effet d'annulation des erreurs de masse volumique/volume. Toutefois, l'incertitude sur la masse volumique calculée due à l'erreur du jaugeur automatique a une influence sur la masse du talon (aux niveaux inférieurs à l'emplacement de P_1). Pour cette raison, l'exactitude du jaugeur automatique indiquée dans le Tableau 1 dans le cas de transferts avec comptage en masse, a été choisie de façon à réduire l'erreur sur la masse du talon. De plus, en réduisant l'incertitude sur la masse volumique calculée, l'exactitude procure un moyen de suivre indépendamment le fonctionnement des transmetteurs de pression.

5.2.3 En général, Il convient que l'exactitude du jaugeur automatique d'un système SHMR dans le cas de transferts avec comptage en volume réponde à la norme ISO 4266-1 relative aux réservoirs cylindriques verticaux.

5.3 Capteur(s) de pression

5.3.1 Il convient que le (les) capteur(s) de pression du SHMR soit(ent) choisi(s) en fonction du calcul d'incertitude relatif à l'application spécifique (voir Article 6 et Annexe B). Il convient que l'installation du capteur de pression soit réalisée conformément aux recommandations données dans l'ISO 11223-1. Les exigences d'exactitude du (des) capteur(s) de pression dépendent de l'application prévue pour le SHMR (transferts avec comptage en volume ou en masse, ou les deux). Les erreurs maximales permises sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 — Erreurs maximales permises pour le (les) capteur (s) de pression

Erreur maximale du capteur de pression		Transferts avec comptage en volume	Transferts avec comptage en masse
P ₁	Erreur de zéro	100 Pa	50 Pa
	Erreur de linéarité	0,1 % de l'indication	0,07 % de l'indication
P ₃ ^a	Erreur de zéro	40 Pa	24 Pa
	Erreur de linéarité	0,5 % de l'indication	0,2 % de l'indication
^a Si un capteur P ₃ est utilisé.			

L'échelle du capteur de pression P₃ peut être beaucoup plus petite que l'échelle choisie pour le capteur de pression P₁ du fait que la pression de vapeur relative est en général limitée à un maximum d'environ 5 kPa.

5.3.2 Il convient que les capteurs de pression du SHMR soient stables et précis et installés à des emplacements précis sur la robe du réservoir (ou immergés à des emplacements précis au-dessus de la plaque de touche). Il convient que le (les) capteur(s) de pression d'un SHMR pour réservoirs de stockage à pression atmosphériques soient du type transmetteur de pression relatif (avec une voie ouverte à l'atmosphère).

ISO 15169:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9c2205c-c36f-480c-bd38-41e5908a6914/iso-15169-2003>

5.3.3 L'emploi d'une sortie électronique analogique ou numérique dépend de l'exactitude globale requise pour le transmetteur de pression dans le cadre de l'application prévue.

5.4 Thermomètre automatique de réservoir

5.4.1 Il convient que le thermomètre automatique du réservoir soit choisi en fonction de l'application envisagée pour le SHMR, par exemple pour des transferts avec comptage en volume ou en masse, ou pour les deux. En outre, il convient que l'installation du thermomètre automatique conduise à une exactitude installée appropriée à l'application prévue.

5.4.2 Il convient que l'exactitude intrinsèque du thermomètre automatique, établie lors de l'étalonnage en usine, ainsi que l'exactitude installée, montrée lors du contrôle sur site, correspondent à ce qui est indiqué dans le Tableau 3.

Tableau 3 — Erreurs maximales permises pour le thermomètre automatique

	Transferts avec comptage en volume	Transferts avec comptage en masse
Exactitude intrinsèque	a) du «système»: 0,25 °C intégrant le capteur, le convertisseur, le transmetteur et l'affichage.	0,5 °C
	b) par élément: 0,20 °C pour le capteur, 0,15 °C pour le transmetteur, le convertisseur et la lecture	
Exactitude installée	0,5 °C	1,0 °C

5.4.3 En général, il convient que l'exactitude du thermomètre automatique d'un SHMR prévu pour des transferts avec comptage en volume soit telle que donnée dans l'ISO 4266-4 relative aux réservoirs cylindriques verticaux.

5.4.4 Selon l'application du SHMR envisagée et les exigences de précision, le thermomètre automatique peut être soit du type à plusieurs capteurs de température fixes effectuant une moyenne, soit une série de capteurs de température ponctuels installés à des hauteurs appropriées, ou encore un unique capteur de température ponctuel. Il convient que les SHMR conçus au départ pour calculer des volumes aux conditions de référence fassent appel à un thermomètre automatique donnant une température moyenne. Pour les SHMR prévus pour mesurer des masses, un thermomètre ponctuel à résistance électrique est considéré comme approprié dans la plupart des cas.

5.4.5 Il est possible d'utiliser le thermomètre automatique pour le calcul de la masse volumique des vapeurs, dans la mesure où la température des vapeurs est mesurée par plusieurs éléments du thermomètre indépendamment des autres éléments immergés. Néanmoins, dans le cas d'un réservoir calorifugé, les éléments immergés d'un thermomètre automatique peuvent être utilisés pour estimer la température des vapeurs.

5.5 Calculateur du SHMR

5.5.1 La mise en place d'un système de calcul pour SHMR peut être réalisée de plusieurs façons: soit au moyen d'un microprocesseur installé à proximité, soit avec un ordinateur à distance ou encore avec le réseau d'ordinateurs de l'utilisateur. Le calculateur peut être dédié à un seul réservoir ou utilisé pour en gérer plusieurs à la fois.

5.5.2 Le calculateur reçoit les données issues des capteurs et les utilise conjointement aux paramètres du produit et du réservoir pour calculer tout à la fois la masse volumique observée, la masse volumique de référence, la masse, le volume observé et le volume aux conditions de référence du produit contenu dans le réservoir (voir Figure A.1). Les paramètres stockés en mémoire se répartissent en six groupes de données: réservoir, jaugeur automatique, thermomètre, capteur de pression, données du produit et données ambiantes (voir le Tableau 4).

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9c2205c-c36f-480c-bd38-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9c2205c-c36f-480c-bd38-e1dc30d8a68/iso-15169-2003)

5.5.3 Le calculateur peut être amené à réaliser des linéarisations et/ou des corrections de température pour les différents éléments du SHMR.

5.5.4 Il convient que toutes les variables mesurées et traitées par le calculateur puissent être affichées, imprimées ou transmises à un autre calculateur.

NOTE Les calculs ordinairement réalisés par le calculateur d'un SHMR sont indiqués dans l'Annexe A.

5.6 Capteurs optionnels

5.6.1 Transmetteur de pression

En cas de panne du jaugeur automatique, on peut employer un transmetteur intermédiaire (P_2) pour effectuer un calcul de masse volumique de remplacement (jauge hydrostatique de réservoir, ou JHR) à des fins de comparaison ou d'alerte ou encore comme calcul de masse volumique de réserve. (Voir l'ISO 11223-1 pour plus d'informations.)

5.6.2 Appareillage de détermination de la masse volumique de l'air ambiant

5.6.2.1 La masse volumique de l'air ambiant est un terme du second ordre que l'on trouve dans le calcul de la masse volumique par le SHMR. La présente Norme internationale ne traite pas des méthodes de détermination de la masse volumique de l'air ambiant. Si cela est souhaité, des capteurs de pression et de température ambiants peuvent cependant être utilisés en vue d'obtenir une mesure plus exacte de la masse volumique de l'air.

5.6.2.2 Des mesures uniques de température et de pression ambiante peuvent être utilisées pour l'ensemble des réservoirs se trouvant sur un même site.

6 Influence de l'exactitude des éléments d'un SHMR

6.1 Généralités

L'exactitude de chacun des éléments du SHMR a une influence sur un ou plusieurs des paramètres mesurés ou calculés. Pour certaines applications, les SHMR peuvent être prévus pour donner une grande exactitude à certains paramètres, au détriment des autres paramètres pour lesquels on doit accepter un certain compromis. Par exemple, si le SHMR est prévu à la base pour des mesurages de volume brut aux conditions de référence au moyen de la masse volumique du produit mesurée par le SHMR, il convient que les éléments du système soient choisis de sorte que l'exactitude de la masse volumique moyenne du produit n'affecte pas la détermination du coefficient de correction de volume (VCF). (Voir l'exemple du Tableau B.6.)

Les effets de l'exactitude des différents éléments sur les paramètres mesurés et calculés sont décrits de 6.2 à 6.4. Des équations sont données en Annexe B afin d'aider l'utilisateur à déterminer l'importance des erreurs de mesurage ponctuel (statique) de masse volumique observée, de masse et de volume brut aux conditions de référence dues aux incertitudes de chacun des mesurages de base (niveau, pression et température) du système SHMR.

6.2 Influence de l'exactitude du jaugeur automatique

L'influence de l'exactitude du jaugeur automatique est plus importante sur les mesures de niveau, de masse volumique observée, de masse volumique de référence, de volume observé et de volume aux conditions de référence.

Les erreurs sur le niveau mesuré auront peu d'influence sur la masse calculée en raison de l'annulation de l'erreur dans le produit du volume par la masse volumique.

NOTE L'effet de l'annulation des erreurs de masse est plus important dans le cas des réservoirs cylindriques verticaux. Pour les réservoirs sphériques ou cylindriques horizontaux, cet effet est légèrement inférieur. Pour des formes diverses de réservoirs, l'influence de l'exactitude d'un jaugeur automatique sur la masse peut être prévue au moyen des équations d'incertitudes données en B.3.

Lorsque le SHMR est utilisé pour déterminer le volume aux conditions de référence d'un transfert avec comptage, il convient que l'exactitude du jaugeur automatique réponde aux exigences indiquées tant dans le Tableau 1 que dans l'ISO 4266-1. Si le SHMR est utilisé en premier lieu pour déterminer la masse ou la masse volumique, il convient d'adopter des exigences d'exactitudes pour le jaugeur moins rigoureuses que celles de l'ISO 4266-1 relatives aux transferts avec comptage (voir Tableau 1).

6.3 Influence de l'exactitude du (des) capteur(s) de pression

L'exactitude des capteurs de pression P_1 et P_3 a une influence directe sur la masse volumique observée et de référence, et sur la masse. Toutefois, des erreurs de P_1 ou P_3 n'ont aucune influence sur le volume observé et seulement un effet mineur sur le volume aux conditions de référence.

L'exactitude globale du capteur de pression dépendra à la fois de son erreur de zéro et de son erreur de linéarité. L'erreur de zéro est une erreur absolue, exprimée en unité de mesure de pression (par exemple: pascal, colonne d'eau). L'erreur de linéarité est, en règle générale, exprimée en pourcentage de l'indication. Aux faibles niveaux, cette erreur de zéro est le facteur dominant dans l'analyse des incertitudes. Il convient que le fabricant indique clairement les erreurs de zéro et de linéarité (l'erreur de zéro exprimée en unités absolues et l'erreur d'échelle en pourcentage de l'indication) sur toute la plage de température de fonctionnement prévue. Ceci afin de permettre à l'utilisateur de vérifier que la contribution de l'erreur du capteur de pression à l'incertitude globale sera acceptable au regard des exigences d'exactitude du SHMR (voir Annexe B). (Voir le Tableau 2 pour les erreurs de zéro et de linéarité permises.)

L'erreur totale d'un capteur de pression, exprimée en unité de pression, peut être calculée comme suit:

$$U_{P\text{-totale}} = U_{P\text{-zéro}} + (p_{\text{appliquée}} \cdot U_{P\text{-linéarité}})/100$$

où

$U_{P\text{-totale}}$ est l'erreur totale du capteur de pression, exprimée en pascals;

$U_{P\text{-zéro}}$ est l'erreur de zéro du capteur de pression, exprimée en pascals;

$p_{\text{appliquée}}$ est la pression appliquée au capteur de pression, exprimée en pascals;

$U_{P\text{-linéarité}}$ est l'erreur de linéarité du capteur de pression, exprimée en pourcentage de l'indication.

La pression appliquée au capteur de pression P_1 ($p_{1\text{appliquée}}$) est approximativement égale à la somme de la pression statique du liquide, de la pression de la vapeur et du réglage maximal de la soupape de décharge (voir Annexe B).

Pour le capteur de pression P_3 , la pression de vapeur n'est pas fonction du niveau de liquide, et de ce fait il convient d'adopter pour $p_{3\text{appliquée}}$ la valeur maximale de la soupape de décharge ($p_{3\text{max}}$). (Voir le Tableau 2 pour les erreurs maximales autorisées pour le(s) capteur(s) de pression.)

6.4 Influence de l'exactitude du thermomètre automatique

L'exactitude du thermomètre automatique a une influence directe sur l'exactitude de la masse volumique de référence et le volume aux conditions de référence. Pour obtenir une détermination précise de l'une ou l'autre de ces caractéristiques, il faut procéder par moyennage des mesures de température. (Voir l'ISO 4266-4.)

L'exactitude du thermomètre automatique n'a aucune influence sur la masse volumique observée quelle que soit la forme du réservoir, et seulement un effet mineur sur la masse déterminée par un SHMR. Pour les SHMR prévus pour mesurer des masses, un capteur de température ponctuel (par exemple un RTD) convient.

NOTE Lorsqu'une correction pour dilatation est requise en raison d'une température de service du réservoir différente de sa température de référence de jaugeage, une erreur de température peut affecter à la fois l'exactitude de la masse et du volume calculés.

7 Mesurages et calculs relatifs à un SHMR

7.1 Généralités

Lorsque le niveau de liquide se rapproche du capteur de pression inférieur (P_1), l'incertitude sur la masse volumique calculée (observée) augmente. Ceci est dû aux incertitudes à la fois sur la mesure de niveau donnée par le jaugeur automatique et sur la mesure de pression donnée par P_1 qui augmentent au fur et à mesure de la baisse du niveau. Il convient de prendre en compte cet effet dans la manière de calculer les différents paramètres aux faibles niveaux de produit.

Selon le type de mesurage prévu par l'utilisateur comme mesurage primaire (volume aux conditions de référence ou masse), et selon les caractéristiques du produit (homogène ou stratifié), deux modes sont définis pour les mesurages et les calculs relatifs au SHMR. Il convient que ces deux modes de calcul du SHMR (mode 1 et mode 2) soient configurables par l'utilisateur.

7.2 Mode 1 du SHMR

Le mode 1 est préférable quand la valeur primaire concernée est le volume aux conditions de référence, et quand la masse volumique du produit reste relativement homogène aux faibles niveaux. Quand le niveau se trouve au-dessus d'un niveau prédéterminé (h_{min}), le mode 1 calcule en permanence la masse volumique moyenne du contenu du réservoir. En dessous de ce niveau h_{min} , le mode 1 exploite la dernière valeur de masse volumique de référence calculée (D_{ref}) au moment où le niveau diminuait pour atteindre h_{min} .