

RECOMMANDATION  
INTERNATIONALE

**OIML R 125**

Édition 1998 (F)

---

Systèmes de mesure de la masse des liquides  
dans les réservoirs

Measuring systems for the mass of liquids in tanks

---

OIML R 125 Édition 1998 (F)



ORGANISATION INTERNATIONALE  
DE MÉTROLOGIE LÉGALE

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION  
OF LEGAL METROLOGY

## Sommaire

Avant-propos .....	4
Terminologie .....	5
 <b>Section I - Généralités</b>	
1 Objet .....	9
2 Domaine d'utilisation .....	9
3 Dispositions générales .....	9
3.1 Composants d'un système de mesure .....	9
3.2 Composants d'un instrument de mesure .....	9
3.3 Dispositifs auxiliaires .....	9
3.4 Domaine de fonctionnement .....	10
 <b>Section II - Exigences métrologiques</b>	
4 Classification et erreurs maximales tolérées .....	10
4.1 Classification .....	10
4.2 Erreurs maximales tolérées .....	10
4.3 Valeur maximale de la quantité mesurée minimale .....	11
5 Facteurs d'influence, perturbations et humidité .....	11
5.1 Conditions assignées de fonctionnement pour les facteurs d'influence .....	11
5.2 Perturbations .....	11
5.3 Humidité .....	12
5.4 Essais .....	12
 <b>Section III - Exigences techniques</b>	
6 Exigences fonctionnelles .....	12
6.1 Usage frauduleux .....	12
6.2 Appropriation de la fabrication .....	12
6.3 Appropriation à la vérification .....	12
6.4 Réglage du zéro .....	12
7 Dispositifs indicateurs et imprimeurs .....	12
7.1 Clarté des indications .....	12
7.2 Unités de mesure .....	12
7.3 Valeur de l'échelon .....	13
7.4 Nombres décimaux .....	13
7.5 Informations imprimées .....	13
7.6 Identification de l'indication de mesure .....	13
8 Données de mesurage .....	14
8.1 Généralités .....	14
8.2 Exigences sur les données de mesurage .....	14
9 Marquages .....	14
10 Marque de vérification et scellés .....	15
10.1 Marque de vérification .....	15
10.2 Scellés .....	15
11 Exigences de fabrication des instruments de mesure électroniques .....	15
11.1 Généralités .....	15
11.2 Systèmes de contrôle .....	15

**Section IV - Exigences pratiques d'installation**

12 Exigences d'installation .....	16
12.1 Transducteurs de pression hydrostatique .....	16
12.2 Transducteur de la poussée d'Archimède .....	16

**Section V - Contrôles métrologiques**

13 Généralités .....	17
13.1 Approbation de modèle .....	17
13.2 Vérification primitive .....	18
13.3 Vérification ultérieure .....	18

Annexe A Essais de performance et examens dans des conditions simulées en laboratoire (Obligatoire) .....	19
Annexe B Essais de performance dans les conditions sur le terrain (Obligatoire) .....	23
Annexe C Correction de la poussée de l'air (Informative) .....	24
Annexe D Calcul de la quantité minimale (Informative) .....	25
Annexe E Schémas montrant les principes de mesure utilisés habituellement (Informative) .....	27
Annexe F Liste alphabétique de la terminologie (Informative) .....	29
Bibliographie .....	30

## Avant-propos

L'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) est une organisation intergouvernementale mondiale dont l'objectif premier est d'harmoniser les réglementations et les contrôles métrologiques appliqués par les services nationaux de métrologie, ou organismes apparentés, de ses États Membres.

Les deux principales catégories de publications OIML sont:

- les **Recommandations Internationales (OIML R)**, qui sont des modèles de réglementations fixant les caractéristiques métrologiques d'instruments de mesure et les méthodes et moyens de contrôle de leur conformité; les États Membres de l'OIML doivent mettre ces Recommandations en application dans toute la mesure du possible;
- les **Documents Internationaux (OIML D)**, qui sont de nature informative et destinés à améliorer l'activité des services de métrologie.

Les projets de Recommandations et Documents OIML sont élaborés par des comités techniques ou sous-comités composés d'États Membres. Certaines institutions internationales et régionales y participent aussi sur une base consultative.

Des accords de coopération ont été conclus entre l'OIML et certaines institutions, comme l'ISO et la CEI, pour éviter des prescriptions contradictoires; en conséquence les fabricants et utilisateurs d'instruments de mesure, les laboratoires d'essais, etc. peuvent appliquer simultanément les publications OIML et celles d'autres institutions.

Les Recommandations Internationales et Documents Internationaux sont publiés en français (F) et en anglais (E) et sont périodiquement soumis à révision.

La présente publication - référence OIML R 125, édition 1998 (F) - a été élaborée par le sous-comité OIML TC 8/SC 2 *Mesurage statique massique*. Elle a été approuvée par le Comité International de Métrologie Légale en 1997 pour publication finale et sera présentée à la Conférence Internationale de Métrologie Légale en 2000 pour sanction formelle.

Les publications de l'OIML peuvent être obtenues au siège de l'Organisation:

Bureau International de Métrologie Légale  
11, rue Turgot - 75009 Paris - France  
Téléphone: 33 (0)1 48 78 12 82 et 42 85 27 11  
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27  
E-mail: [biml@oiml.org](mailto:biml@oiml.org)

## Terminologie

La terminologie ci-après inclut les termes applicables aux instruments couverts par la présente Recommandation et certains termes généraux définis dans le *Vocabulaire International des Termes Fondamentaux et Généraux de Métrologie* (VIM, Deuxième édition, 1993). L'Annexe F reprend la liste de ces termes selon l'ordre alphabétique.

### TERMES GÉNÉRAUX

#### T.1 Instrument de mesure de la masse

Instrument de mesure déterminant et indiquant la masse du liquide contenu dans un réservoir de mesurage. L'instrument comprend des dispositifs tels qu'un transducteur de mesure (ou des transducteurs) pour la mesure d'une quantité liée à la masse du liquide, un calculateur et un indicateur.

#### T.2 Système de mesure de la masse

Ensemble comprenant l'instrument de mesure, le réservoir de mesurage et tous dispositifs auxiliaires et/ou additionnels.

#### T.3 Réservoir de mesurage

Réservoir étalonné, les résultats d'étalonnage étant notés dans le barème de jaugeage du réservoir. Ce barème est utilisé conjointement au transducteur de mesure de la masse afin de déterminer la masse contenue dans le réservoir.

#### T.4 Transducteur de mesure de la masse

Dispositif mesurant une quantité liée à la masse de liquide et fournissant un signal au calculateur au moyen duquel la masse est déterminée.

#### T.5 Barème de jaugeage du réservoir

Barème donnant la relation entre la hauteur du niveau de liquide et le volume contenu dans le réservoir pour ce niveau dans des conditions spécifiées.

#### T.6 Point de référence inférieur

Le point de référence inférieur représente l'origine pour le mesurage des niveaux de liquide (point zéro).

Il est défini comme l'intersection de la verticale de mesurage avec la surface supérieure de la plaque de touche, ou avec le fond du réservoir si cette plaque est absente.

#### T.7 Calculateur

Dispositif intégrant toutes les informations nécessaires et recevant tous les signaux nécessaires provenant des transducteurs de façon à lui permettre de calculer la masse contenue dans le réservoir ainsi que d'autres grandeurs. Il peut aussi mémoriser l'information, fournir des fonctions de contrôle de l'information et communiquer avec les dispositifs auxiliaires.

#### T.8 Indicateur

Dispositif affichant la masse calculée par le calculateur et d'autres grandeurs. Il peut faire partie ou non du calculateur.

#### T.9 Dispositif

Partie d'instrument assurant une fonction spécifique. Il est habituellement fabriqué en tant qu'unité séparée et peut être essayé individuellement.

##### T.9.1 Dispositif auxiliaire

Dispositif associé à l'instrument, destiné à accomplir une fonction spécifique, tel que les dispositifs à indication continue, les imprimeurs d'étiquettes, les lecteurs de carte, les terminaux de saisie des données, etc.

##### T.9.2 Dispositif additionnel

Dispositif autre qu'un dispositif auxiliaire, nécessaire pour obtenir une performance métrologique correcte du système, par exemple, les vannes permettant la vérification des transducteurs de pression, les tuyaux d'équilibrage de la pression atmosphérique entre les transducteurs de pression, etc.

### **T.10 Réservoir cylindrique vertical**

Réservoir de section horizontale circulaire et à parois verticales.

### **T.11 Toit flottant externe**

Toit du réservoir faisant partie des surfaces externes du réservoir mais flottant librement sur la surface du liquide, sauf aux bas niveaux lorsque le poids du toit repose sur ses supports au fond du réservoir.

### **T.12 Toit flottant interne**

Toit du réservoir flottant librement sur la surface du liquide dans un réservoir équipé d'un toit externe fixe. Aux bas niveaux, le poids du toit repose sur ses supports au fond du réservoir.

## **TERMES DE MESURAGE**

### **T.13 Masse mesurée**

Masse du liquide déterminée d'après les signaux transmis par le(s) transducteur(s) de mesure.

### **T.14 Valeur brute de la masse**

La valeur brute de la masse est la valeur de masse du liquide déterminée par l'instrument de mesure (masse mesurée) ainsi que la masse de liquide sous le transducteur et inclut l'eau et les sédiments entraînés dans le liquide. Elle n'inclut pas la masse de vapeur au-dessus du liquide, la masse du toit flottant si présent, ou la masse de la vase du fond.

### **T.15 Quantité mesurée minimale (inventaire et transfert)**

Quantité de masse indiquée en dessous de laquelle l'erreur maximale tolérée peut être dépassée. Cette quantité concerne le liquide contenu dans le réservoir (inventaire) ou transféré dans ou hors du réservoir (transfert).

### **T.16 Quantité mesurée maximale**

La quantité mesurable maximale spécifiée par le fabricant du transducteur de mesure (pour essai des dispositifs) ou du réservoir de mesurage pour les instruments fixes.

### **T.17 Quantité nulle**

Quantité de liquide équivalente à un signal nul du transducteur de mesure.

## **TERMES D'ÉLECTRONIQUE**

### **T.18 Instrument électronique de mesure de la masse**

Instrument de mesure de la masse équipé de dispositifs électroniques.

### **T.19 Dispositif électronique**

Dispositif employant des sous-ensembles électroniques et accomplissant une fonction spécifique. Un dispositif électronique est habituellement fabriqué en tant qu'unité séparée et peut être essayé indépendamment.

Note: Un dispositif électronique tel que défini ci-dessus, peut être un instrument de mesure complet ou une partie d'instrument de mesure.

### **T.20 Sous-ensemble électronique**

Partie d'un dispositif électronique, utilisant des composants électroniques et ayant une fonction qui lui est reconnue.

### **T.21 Composant électronique**

Plus petite entité physique utilisant la conduction par électrons ou par trous dans les semi-conducteurs, les gaz ou dans le vide.

## **TERMES DE PERFORMANCE**

### **T.22 Erreur de mesure**

#### **T.22.1 Erreur absolue**

Résultat d'un mesurage moins la valeur (conventionnellement) vraie du mesurande (VIM 3.10).

#### **T.22.2 Erreur relative**

Erreur absolue de mesurage divisée par la valeur (conventionnellement) vraie du mesurande (VIM 3.12).

### **T.23 Erreur intrinsèque**

Erreur d'un instrument de mesure utilisé dans les conditions de référence (VIM 5.24).

**T.24 Erreur intrinsèque initiale**

Erreur intrinsèque d'un instrument de mesure telle que déterminée avant les essais de performance.

**T.25 Erreur maximale tolérée (d'un instrument de mesure)**

Valeurs extrêmes d'une erreur admise par des spécifications, règlements, etc. pour un instrument de mesure donné (VIM 5.21).

**T.26 Répétabilité**

Étroitesse de l'accord entre les résultats de mesurages successifs du même mesurande effectués dans les mêmes conditions de mesurage (VIM 3.6).

**T.27 Défaut**

Différence entre l'erreur d'indication et l'erreur intrinsèque d'un instrument de mesure.

Note: Principalement, un défaut est le résultat d'un changement indésirable des données contenues ou transitant dans un instrument de mesure électronique.

**T.28 Défaut significatif**

Défaut supérieur à la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée pour la quantité minimale.

Les défauts suivants ne sont pas considérés comme significatifs, même s'ils dépassent la valeur définie ci-dessus:

- (a) défauts provenant de causes simultanées et mutuellement indépendantes, dans l'instrument de mesure lui-même ou dans son dispositif de contrôle;
- (b) défauts rendant impossible l'accomplissement de toute mesure;
- (c) défauts transitoires consistant en des variations momentanées de l'indication ne pouvant être interprétées, mises en mémoire ou transmises comme des résultats de mesure; et
- (d) défauts provoquant des variations des résultats de mesure si importantes que leur manifestation apparaît évidente aux personnes intéressées au résultat de mesure.

**T.29 Grandeur d'influence**

Grandeur ne faisant pas l'objet du mesurage mais influençant la valeur du mesurande ou l'indication de l'instrument de mesure (VIM 2.7).

**T.29.1 Facteur d'influence**

Grandeur d'influence de valeur comprise dans les conditions assignées de fonctionnement de l'instrument de mesure spécifiées dans la présente Recommandation.

**T.29.2 Perturbation**

Grandeur d'influence de valeur comprise dans les limites spécifiées dans la présente Recommandation, mais en dehors des conditions assignées de fonctionnement spécifiées pour l'instrument de mesure.

Note: Une grandeur d'influence est une perturbation si pour cette grandeur d'influence, les conditions assignées de fonctionnement ne sont pas spécifiées.

**T.30 Conditions assignées de fonctionnement**

Conditions d'utilisation fixant l'étendue des valeurs des grandeurs d'influence pour lesquelles les caractéristiques métrologiques sont supposées rester dans les limites des erreurs maximales tolérées spécifiées (adapté de VIM 5.5).

**T.31 Conditions de référence**

Ensemble de valeurs spécifiées pour les facteurs d'influence, fixées pour permettre des intercomparaisons valables des résultats de mesure (adapté de VIM 5.7).

**T.32 Conditions de base**

Conditions spécifiées dans lesquelles une quantité mesurée est convertie, par exemple, température de référence et pression de référence.

Note: Il convient que les valeurs choisies pour conditions de base soient 15 °C ou 20 °C et 101 325 Pa.

**T.33 Performance**

Aptitude de l'instrument de mesure à accomplir les fonctions auxquelles il est destiné.

**TERMES RELATIFS AU CONTRÔLE****T.34 Système de contrôle**

Dispositif intégré à un instrument de mesure pour permettre de détecter et de mettre en évidence des défauts significatifs.

Note: La mise en évidence consiste en une réponse adéquate assurée par l'instrument de mesure (signal visuel ou auditif, blocage du processus de mesure, etc.).

#### **T.34.1 Système de contrôle automatique**

Système de contrôle fonctionnant sans l'intervention d'un opérateur.

##### **T.34.1.1 Système de contrôle automatique permanent (Type P)**

Système de contrôle automatique fonctionnant à chaque cycle de mesurage.

##### **T.34.1.2 Système de contrôle automatique intermittent (Type I)**

Système de contrôle automatique fonctionnant à certains intervalles de temps ou pendant un nombre donné de cycles de mesurage.

#### **T.34.2 Système de contrôle non automatique (Type N)**

Système de contrôle nécessitant l'intervention d'un opérateur.

## **TERMES RELATIFS AUX ESSAIS**

### **T.35 Essai**

Série d'opérations destinées à vérifier la conformité de l'équipement soumis à l'essai selon certaines exigences.

#### **T.35.1 Procédure d'essai**

Description détaillée des essais.

#### **T.35.2 Programme d'essais**

Description d'une série d'essais pour certains types d'équipement.

#### **T.35.3 Essai de performance**

Essai destiné à vérifier si l'équipement soumis à l'essai est apte à accomplir les fonctions pour lesquelles il est prévu.

# Systèmes de mesure de la masse des liquides dans les réservoirs

## Section I

### GÉNÉRALITÉS

#### 1 Objet

La présente Recommandation spécifie les exigences métrologiques et techniques pour l'approbation de modèle et la vérification des instruments utilisés pour déterminer la masse de liquide contenu dans un réservoir par des méthodes de mesure des propriétés liées à la masse du liquide dans un état statique, par exemple, la pression hydrostatique du liquide et des gaz dans le réservoir.

Elle ne couvre pas les instruments déterminant la masse de liquide selon des méthodes indiquées dans d'autres Recommandations OIML, par exemple, par pesage, par mesure du volume et de la masse volumique avec conversion en masse ou par mesurage de débit massique.

La présente Recommandation inclut aussi les procédures d'approbation de modèle et de vérification et les méthodes d'essai. Il est fait référence à d'autres documents pour la fabrication, l'installation, les exigences fonctionnelles et les procédures d'étalonnage, en particulier 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*, et ISO 7507 (1993) *Pétrole et produits pétroliers liquides - Jaugeage des réservoirs cylindriques verticaux*.

#### 2 Domaine d'utilisation

Les instruments couverts par la présente Recommandation sont utilisés pour déterminer la masse des liquides dans les réservoirs de mesurages d'après les propriétés de pression hydrostatique ou de l'effet de la poussée d'Archimède sur un corps partiellement immergé. D'autres propriétés peuvent être mesurées. L'instrument peut être utilisé pour déterminer soit la quantité de liquide dans le réservoir (inventaire), soit la quantité de liquide transféré dans (ou hors du) réservoir (transfert).

La détermination de la masse incluant aussi d'autres informations se rapportant aux dimensions et à la fabrication du réservoir, le domaine d'utilisation de ces instruments est limité aux réservoirs cylindriques verticaux avec ou sans toit flottant interne ou externe.

Ces exigences s'appliquent seulement pour la détermination de la valeur brute de la masse de liquide. D'autres grandeurs du liquide dans le réservoir peuvent être déterminées.

#### 3 Dispositions générales

##### 3.1 Composants d'un système de mesure

Un système de mesure comprend au moins:

- (a) un instrument de mesure; et
- (b) un réservoir de mesurage.

Le système de mesure peut être équipé de dispositifs auxiliaires et additionnels - voir Annexe E.

Si plusieurs instruments destinés à des opérations séparées de mesure ont des dispositifs communs, chaque instrument est considéré comme formant, avec les dispositifs communs, un système de mesure.

##### 3.2 Composants d'un instrument de mesure

Un instrument de mesure comprend au moins:

- (a) un transducteur de mesure;
- (b) un calculateur; et
- (c) un indicateur.

Voir Annexe E.

##### 3.3 Dispositifs auxiliaires

Les dispositifs auxiliaires peuvent être fixés à l'instrument. Généralement ces dispositifs sont optionnels, mais s'ils participent au mesurage jusqu'à l'achèvement de la transaction ou s'ils sont rendus obligatoires par des réglementations nationales, ils doivent satisfaire aux exigences ci-après. La transaction est achevée lorsque les parties intéressées à la transaction ont déclaré leur accord concernant la quantité mesurée faisant l'objet de la transaction.

Si la transaction est suspendue au moment du mesurage, par exemple, lorsque les deux parties ne sont pas présentes ou en cas de paiement différé, un dispositif d'impression ou de mémorisation accessible aux deux parties doit être fourni jusqu'à l'achèvement de la transaction.

Lorsque des dispositifs auxiliaires ne participent pas à la transaction, ils ne doivent pas s'ils sont connectés perturber le fonctionnement métrologique correct de l'instrument de mesure.

### 3.4 Domaine de fonctionnement

Le domaine de fonctionnement d'un système est déterminé par les caractéristiques suivantes:

- (a) quantité mesurée minimale (inventaire et transfert);
- (b) quantité mesurée maximale applicable pour l'instrument;
- (c) conditions assignées de fonctionnement (voir paragraphe 5.1); et
- (d) limites des propriétés du liquide.

Le domaine de fonctionnement d'un système doit être inclus dans le domaine de fonctionnement de chacun des dispositifs le composant.

## Section II

### EXIGENCES MÉTROLOGIQUES

## 4 Classification et erreurs maximales tolérées

### 4.1 Classification

#### 4.1.1 Classe d'exactitude

La classe d'exactitude spécifiée dans la présente Recommandation est 0,5.

### 4.2 Erreurs maximales tolérées

Les erreurs maximales tolérées sont applicables à toutes les quantités égales ou supérieures à la quantité mesurée minimale.

#### 4.2.1 Valeur de l'erreur maximale tolérée pour le système de mesure

L'erreur maximale tolérée pour l'approbation de modèle, la vérification primitive et les vérifications ultérieures du système de mesure est  $\pm 0,5$  % de la masse mesurée.

#### 4.2.2 Valeur de l'erreur maximale tolérée pour l'instrument de mesure

L'erreur maximale tolérée pour l'approbation de modèle et la vérification primitive de l'instrument de mesure est  $\pm 0,4$  % de la masse mesurée.

#### 4.2.3 Application des erreurs maximales tolérées

Les erreurs maximales tolérées sont applicables à la masse de liquide contenu dans le réservoir ou transféré dans ou hors du réservoir.

Elles sont applicables pour tous les liquides, toutes les températures de liquide et toutes les pressions de liquide pour lesquels le système est utilisé ou prévu. Toutes les limitations révélées lors de l'essai d'approbation de modèle doivent être spécifiées dans le certificat d'approbation. Il convient que soient prises en considération pour les limitations toutes les dispositions relatives aux réglages manuels, aux corrections automatiques ou aux systèmes de contrôle.

#### 4.2.4 Répétabilité

La différence entre les résultats de plusieurs déterminations de la même masse dans les mêmes conditions de fonctionnement ne doit pas dépasser  $2/5$  de la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée pour cette masse.

#### 4.2.5 Variation maximale tolérée entre indicateurs

La différence entre les indications de la même quantité sur différents indicateurs ne doit pas dépasser un échelon. Si la valeur de l'échelon varie selon les dispositifs indicateurs, le plus grand des échelons doit être appliqué.

#### 4.2.6 Règles de détermination des erreurs

Les règles de détermination des erreurs sont les suivantes:

- (a) Les étalons de référence utilisés pour la détermination des erreurs maximales tolérées doivent avoir une incertitude élargie (facteur de couverture,  $k = 2$ ) ne dépassant pas  $1/3$  de l'erreur maximale tolérée spécifiée.
- (b) Les erreurs maximales tolérées sont applicables à tous les instruments indépendamment de leurs principes de fonctionnement.
- (c) Les erreurs maximales tolérées sont applicables pour les quantités croissantes et décroissantes.

- (d) Pour les essais d'instrument, l'instrument doit être essayé dans un état aussi complet que possible; cependant, les dispositifs peuvent aussi être testés séparément. Les dispositifs constituant un instrument incluent généralement les éléments suivants:
- (i) un ou plusieurs transducteurs pour la mesure d'une grandeur de laquelle est dérivée la masse, par exemple la pression hydrostatique ou la poussée d'Archimède; et
  - (ii) un calculateur permettant d'appliquer les corrections pour les variations de la température ambiante et de la pression et fournissant aussi l'indication de masse conjointement au barème de jaugeage du réservoir et aux autres facteurs requis.
- (e) Pour les essais d'instrument, les données de sortie peuvent inclure les informations d'un barème de jaugeage du réservoir auquel cas leur erreur est supposée nulle.
- (f) L'erreur intrinsèque initiale est déterminée dans les conditions de référence: 20 °C ± 5 °C, pression atmosphérique, tension nominale d'alimentation et humidité relative de 60 % ± 15 %.
- (g) L'erreur intrinsèque initiale est référencée comme une ligne droite passant par zéro et la sortie maximale si la sortie peut être ajustée à ces valeurs. Si la sortie ne peut être ajustée, l'erreur telle que déterminée est l'erreur intrinsèque initiale.
- (h) Les erreurs maximales tolérées et le défaut significatif pour l'instrument de mesure sont applicables pour les facteurs d'influence, les perturbations et l'effet d'humidité spécifiés à l'article 5.
- (i) L'erreur maximale tolérée et le défaut significatif doivent être arrondis à l'échelon le plus proche.
- (j) Si les cellules de pesée ou un instrument de pesage sont utilisés pour mesurer la poussée d'Archimède d'un corps partiellement immergé, ils doivent satisfaire aux exigences métrologiques de OIML R 60 *Réglementation métrologique des cellules de pesée* ou de OIML R 76 *Instruments de pesage à fonctionnement non automatique* avec une classe et un nombre d'échelons de vérification appropriés pour conformité aux erreurs maximales tolérées exigées pour l'instrument.
- (k) Si des dispositifs sont testés séparément, des erreurs maximales tolérées réduites peuvent alors être appliquées à chaque dispositif de façon que  $p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + \dots \leq 1$  où  $p_1$ , etc. sont des fractions de l'erreur maximale tolérée pour l'instrument. Les fractions sont convenues entre le fabricant et l'autorité métrologique.

#### 4.3 Valeur maximale de la quantité mesurée minimale

La valeur de la quantité mesurée minimale doit être déterminée par les essais de modèle (voir Annexe D) mais ne doit pas dépasser une quantité équivalente à 2 m d'un liquide de masse volumique égale à 800 kg/m<sup>3</sup>.

## 5 Facteurs d'influence, perturbations et humidité

### 5.1 Conditions assignées de fonctionnement pour les facteurs d'influence

Les instruments doivent être conçus et fabriqués de telle sorte que leurs erreurs maximales tolérées ne soient pas dépassées lorsqu'ils sont essayés dans les étendues suivantes des facteurs d'influence:

- (a) variations de la tension d'alimentation électrique de réseau: - 15 % à + 10 % de la tension nominale; et
- (b) variations de la température de l'air:
  - 10 °C à + 40 °C pour utilisation à l'intérieur;
  - 25 °C à + 55 °C pour utilisation à l'extérieur.

Cependant, d'autres étendues de température de l'air peuvent être spécifiées selon l'utilisation de l'instrument. L'instrument doit être essayé pour l'étendue spécifiée et les limites doivent être marquées sur l'instrument en conséquence.

### 5.2 Perturbations

Les instruments électroniques doivent être conçus et fabriqués de telle façon que lorsqu'ils sont soumis à des perturbations soit il ne se produit pas de défaut significatif, soit le défaut est détecté et mis en évidence par une indication visible ou audible conjointement à l'indication du mesurage. Perturbations concernées:

- (a) courtes interruptions de l'alimentation électrique;
- (b) salves électriques;
- (c) décharges électrostatiques; et
- (d) susceptibilité électromagnétique.

L'indication du défaut doit persister jusqu'à intervention de l'utilisateur ou correction du défaut. Cette exigence peut s'appliquer séparément à chaque cause individuelle de défaut significatif et/ou à chaque partie de l'instrument.

Les niveaux de sévérité des perturbations sont donnés en Annexe A.3.

Note: Le choix entre les alternatives ci-dessus est laissé au fabricant.

### 5.3 Humidité

Pour les instruments de mesure électroniques composés de dispositifs principaux avec des espaces évidés, scellés et normalement utilisés pour des applications en extérieur, ces dispositifs doivent être soumis à l'essai cyclique de chaleur humide décrit dans l'Annexe A.2.3.

La différence d'indication dans les conditions de référence (voir paragraphe 4.2.6(f)) pour le même signal d'entrée avant et après l'essai, ne doit pas varier d'une valeur supérieure à la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée pour la quantité minimale.

De plus, tous les instruments de mesure électroniques, que ce soit pour des applications en extérieur ou en intérieur, doivent être soumis à l'essai continu de chaleur humide décrit dans l'Annexe A.2.2.

L'erreur d'indication pour le même signal d'entrée doit rester dans les limites des erreurs maximales tolérées lorsqu'il est appliqué dans les conditions de référence avant et après l'essai (voir paragraphe 4.2.6(f)) et lorsqu'il est appliqué dans les conditions d'essai spécifiées dans l'Annexe A.2.2 après 48 h dans ces conditions.

### 5.4 Essais

Un modèle d'instrument est considéré conforme aux exigences des paragraphes 5.1 à 5.3 s'il passe avec succès l'examen et les essais spécifiés en Annexe A.

## Section III

### EXIGENCES TECHNIQUES

Les exigences techniques suivantes s'appliquent à la conception et à la fabrication des instruments.

## 6 Exigences fonctionnelles

### 6.1 Usage frauduleux

Les instruments ne doivent pas faciliter un usage frauduleux.

### 6.2 Appropriation de la fabrication

Les instruments doivent être fabriqués de telle façon que tous contrôles, indicateurs, etc. soient opérationnels dans les conditions normales d'utilisation.

### 6.3 Appropriation à la vérification

Les instruments doivent être fabriqués de telle sorte que les exigences de performance de la présente Recommandation puissent être vérifiées. En particulier, des dispositions doivent être prises pour permettre la vérification sur site des transducteurs de mesure par application d'un signal d'entrée à partir d'un étalon de référence.

Des dispositions doivent être prises pour la vérification des données enregistrées ou mesurées par l'instrument incluses dans le résultat de mesurage.

### 6.4 Réglage du zéro

Les instruments peuvent être munis de systèmes de réglage pour ajustement de l'instrument lorsque le transducteur de mesure de la masse indique une quantité nulle. Cette condition peut être réalisée lorsque le réservoir est vide ou par simulation en isolant du réservoir le transducteur de mesure.

## 7 Dispositifs indicateurs et imprimeurs

Un instrument doit être muni d'au moins un indicateur montrant la valeur brute de la masse. D'autres indicateurs et imprimeurs peuvent être installés et tous doivent satisfaire aux exigences de 7.1 à 7.6.

### 7.1 Clarté des indications

Les indications et l'impression doivent être claires et non ambiguës et l'encre d'impression doit être indélébile.

Les indications numériques doivent être stables au point de changement. Tous les chiffres doivent être orientés dans l'axe normal de lecture et doivent permettre la lecture par simple juxtaposition.

### 7.2 Unités de mesure

Toutes les indications doivent inclure le nom ou le symbole de l'unité de mesure. Sur les étiquettes, le nom ou le symbole peut être imprimé par l'imprimante ou préimprimé.

Toutes les indications de masse doivent être exprimées dans l'une des unités de mesure suivantes:

<i>Unité</i>	<i>Symbole</i>
gramme	g
kilogramme	kg
tonne	t

Les indications additionnelles de volume, hauteur, température et de masse volumique doivent être exprimées dans les unités de mesure suivantes:

<i>Unité</i>	<i>Symbole</i>
mètre cube	m <sup>3</sup>
litre	L
millimètre	mm
mètre	m
kilogramme/mètre cube	kg/m <sup>3</sup>
degrés Celsius	°C

### 7.3 Valeur de l'échelon

La valeur de tous les échelons doit être de la forme 1, 2 ou  $5 \times 10^n$  où n est un nombre entier positif ou négatif ou zéro.

La valeur de l'échelon de masse ne doit pas dépasser la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée de la quantité minimale. Tous les dispositifs indicateurs et imprimeurs indiquant la masse transférée ou stockée doivent satisfaire à cette exigence. Cependant, l'échelon des divers indicateurs peut être différent.

D'autres indicateurs comportant des totalisateurs de masse peuvent avoir une valeur quelconque d'échelon.

### 7.4 Nombres décimaux

Si l'indication est exprimée sous forme décimale, un zéro au moins doit précéder le signe décimal pour les valeurs inférieures à 1.

Le signe décimal sur les étiquettes doit être imprimé avec la valeur mesurée par le dispositif imprimeur.

Un ou plusieurs zéros fixes peuvent être utilisés à droite des nombres variables pour les valeurs supérieures à 1.

### 7.5 Informations imprimées

Tout ticket imprimé doit inclure suffisamment d'informations pour identifier la transaction, par exemple:

- identification du vendeur;
- identification du produit;
- quantité;
- date de la transaction;
- numéro de série de la transaction;
- identification du réservoir; et
- paramètres entrés par l'utilisateur concernant la quantité.

Si la quantité mesurée est égale à la différence entre deux mesures, les deux mesures doivent être imprimées avec le même numéro de série de transaction.

## 7.6 Identification de l'indication de mesure

### 7.6.1 Généralités

Possibilités générales des indicateurs:

- (a) l'indicateur peut être placé à distance du réservoir mesuré;
- (b) plusieurs indicateurs peuvent être utilisés pour l'instrument de mesure fixé à chaque réservoir;
- (c) les indications provenant des instruments de mesure d'un certain nombre de réservoirs peuvent être affichées sur un unique indicateur;
- (d) un indicateur peut afficher plusieurs grandeurs, par exemple le volume, la masse volumique, la température, les quantités prédéterminées, les totaux, etc.;
- (e) d'autres données de mesure peuvent être indiquées, par exemple les facteurs de correction, les données d'étalonnage du réservoir, les caractéristiques du liquide, etc.;
- (f) les signaux d'alarme et d'erreur peuvent être indiqués;
- (g) certaines indications de mesurage peuvent ne pas être utilisées pour les transactions commerciales; et
- (h) les indications peuvent être répétées sur une étiquette imprimée.

### 7.6.2 Exigences

Les exigences suivantes s'appliquent pour l'identification des indications de mesurage:

- (a) l'indication de la valeur brute de la masse doit soit être indiquée en permanence, soit être facilement disponible par simple action de l'opérateur;
- (b) l'indication de la valeur brute de la masse doit toujours être facilement identifiable par une inscription fixée de façon permanente désignant le réservoir mesuré;
- (c) si quelque autre masse peut être indiquée, par exemple la valeur de prédétermination ou le total, ces indications doivent être clairement identifiées;
- (d) les autres grandeurs indiquées doivent être identifiées par leurs unités;
- (e) tous les signaux d'alarme ou d'erreur doivent être identifiés;
- (f) les indications non commerciales doivent être identifiées comme telles;

- (g) toutes autres données de mesurage doivent être identifiées, en particulier les paramètres entrés manuellement et tout paramètre calculé s'y rattachant;
- (h) les identifications énoncées ci-dessus doivent être indiquées en termes ou symboles appropriés; si la signification des symboles n'est pas évidente (les symboles pour les unités de mesure sont évidents), une explication des symboles doit alors être incluse soit sur une plaque signalétique fixée à l'instrument soit dans un manuel d'utilisation accompagnant l'instrument; et
- (i) les exigences de (a) à (h) s'appliquent aux étiquettes imprimées ainsi qu'aux indicateurs.

## 8 Données de mesurage

### 8.1 Généralités

En plus du signal d'entrée variable provenant des transducteurs de mesure, des données additionnelles enregistrées et saisies manuellement sont utilisées pour obtenir le résultat de mesure final.

À titre d'exemple, pour les instruments mesurant la pression hydrostatique, la valeur brute de la masse du liquide est la masse calculée du liquide sous le transducteur de pression plus la masse mesurée du liquide au-dessus du transducteur moins la masse de vapeur dans le volume de vapeur, la masse d'un toit flottant si présent et la masse de la vase.

Le calcul de la valeur brute de la masse du liquide nécessite le barème de jaugeage du réservoir qui spécifie le volume du réservoir à différents niveaux.

Si la masse volumique est mesurée au moyen de deux transducteurs, la distance entre les transducteurs est nécessaire ainsi qu'un transducteur de température pour mesurer la température moyenne entre les deux transducteurs de pression de façon que la masse volumique du liquide à la température de base puisse être obtenue.

Pour des systèmes mesurant la poussée d'Archimède sur un corps partiellement immergé, le rapport entre le diamètre du corps flottant et le diamètre du réservoir pour la hauteur totale du corps doit être obtenu à partir du barème de jaugeage du réservoir.

### 8.2 Exigences sur les données de mesurage

Il incombe au fabricant de définir les données de mesurage et les calculs nécessaires, et l'exactitude avec laquelle il convient d'effectuer les mesures et les calculs. La présente Recommandation spécifie seulement les exigences obligatoires applicables aux

résultats de mesure. D'autres documents tels que ISO 11223-1 établissent des recommandations sur la manière d'obtenir les résultats.

#### 8.2.1 Conservation des informations de mesurage

Les informations à caractère permanent nécessaires à la détermination de la masse doivent être enregistrées dans un système de mémorisation consultable et protégé des pertes accidentelles. Au moment d'une panne d'alimentation électrique, toute information variable obtenue à partir des instruments de mesure ainsi que les informations à caractère permanent doivent être affichables pendant au moins 24 h après la panne.

#### 8.2.2 Affichage des données

Des dispositions doivent être prises pour afficher les données à caractère permanent contenues dans l'instrument et utilisées pour obtenir la valeur brute de la masse. Cela peut consister en un affichage permanent ou temporaire. L'affichage des informations doit satisfaire au paragraphe 7.6.

#### 8.2.3 Sécurité

Il ne doit pas être possible dans les conditions normales d'utilisation d'altérer les données à caractère permanent utilisées pour obtenir la masse. L'accès aux informations doit être protégé au moyen de systèmes de sécurité appropriés. Cela ne s'applique pas aux informations entrées manuellement lors d'un mesurage, comme par exemple une quantité prédéterminée. Dans ce cas, les exigences du paragraphe 7.6 doivent être appliquées.

## 9 Indications signalétiques

Les instruments doivent porter de façon claire et permanente sur une plaque signalétique fixée en permanence à proximité du dispositif indicateur les informations suivantes:

- nom ou marque du fabricant;
- désignation de l'instrument (identification du modèle);
- numéros de série des dispositifs et année de fabrication;
- signe d'approbation de modèle;
- signe de classe;
- quantité mesurée maximale (max ..... g, kg ou t);
- quantité mesurée minimale
  - en transfert (min ..... g, kg ou t);
  - en inventaire (min ..... g, kg ou t);

- échelon (d ..... g, kg ou t);
- étendue de température;
- étendue de masse volumique;
- identification du réservoir et numéro de référence du barème de jaugeage;
- position des transducteurs de mesure de la masse par rapport au point de référence inférieur; et
- tout autre consigne particulière relative à l'instrument ou à ses indicateurs.

Note: Si l'indicateur affiche les résultats de mesure de plusieurs réservoirs, les informations mentionnées ci-dessus qui peuvent différer selon les réservoirs, doivent être spécifiées pour chaque réservoir avec la référence appropriée de réservoir.

## 10 Marque de vérification et scellés

### 10.1 Marque de vérification

Des dispositions doivent être prises pour l'apposition d'une marque de vérification par poinçonnage ou collage d'étiquettes. Les exigences suivantes sont applicables:

- la marque doit être facile à apposer et cela sans affecter les caractéristiques métrologiques de l'instrument;
- la marque doit être visible sans avoir à déplacer ou démonter l'instrument en cours d'utilisation;
- la partie sur laquelle la marque repose ne doit pas pouvoir être enlevée de l'instrument à moins d'endommager la marque; et
- les dimensions de l'emplacement d'apposition des marques doivent être suffisantes pour recevoir les marques à apposer par le service national de métrologie.

### 10.2 Scellés

Des dispositions doivent être prises pour sceller les dispositifs dont les paramètres sont déterminants pour le résultat de mesure.

## 11 Exigences de fabrication des instruments de mesure électroniques

### 11.1 Généralités

Les instruments de mesure électroniques doivent être fabriqués de façon à satisfaire aux exigences métrologiques et techniques suivantes.

#### 11.1.1 Facteurs d'influence

Les facteurs d'influence spécifiés au paragraphe 5.1 et dans les procédures d'essai correspondantes spécifiées dans l'Annexe A.

#### 11.1.2 Perturbations

Les perturbations spécifiées au paragraphe 5.2 et dans les procédures d'essai correspondantes spécifiées dans l'Annexe A.

### 11.2 Systèmes de contrôle

Les exigences générales suivantes s'appliquent aux systèmes de contrôle intégrés à l'instrument pour détecter les perturbations comme spécifié au paragraphe 5.2. Les méthodes de contrôle utilisées sont de la responsabilité du fabricant. Des systèmes différents de ceux mentionnés dans cette section peuvent être nécessaires pour maintenir les performances métrologiques.

#### 11.2.1 Type

Le système de contrôle peut être soit de type automatique et permanent (type P), soit de type automatique et intermittent (type I) ou encore de type non-automatique (type N), comme approprié.

#### 11.2.2 Essai des systèmes de contrôle

Il doit être possible lors de l'examen d'approbation de modèle de déterminer la présence et le fonctionnement correct de ces systèmes.

#### 11.2.3 Indication de détection

Si un défaut significatif est détecté, soit l'instrument est mis hors service, soit une indication visuelle ou auditive doit être fournie automatiquement et persister jusqu'à intervention de l'utilisateur ou correction du défaut ou de l'erreur.

#### 11.2.4 Contrôle du transducteur

Pendant chaque cycle de mesurage, par exemple pendant un transfert, vérifier que le transducteur fonctionne correctement dans les étendues prévues et que la transmission des données est correcte.

#### 11.2.5 Contrôle du calculateur

Au début et à la fin du processus de mesurage, tous les dispositifs de mémorisation des données doivent être contrôlés automatiquement pour vérifier que les valeurs de toutes les instructions et données mémorisées de façon permanente sont correctes.

Toutes les données de mesurage appropriées doivent être contrôlées par rapport aux valeurs correctes à l'occasion de chaque transfert, mémorisation interne ou transmission à l'équipement périphérique via l'interface.

#### 11.2.6 Contrôle de l'indication

Si la panne d'un élément d'affichage d'indicateur peut provoquer une indication erronée, l'instrument doit alors être muni d'un système d'essai de l'affichage montrant sur demande tous les éléments appropriés du dispositif d'affichage de l'indicateur, dans leurs états actif et non-actif et suffisamment longtemps pour permettre à l'opérateur de les contrôler.

#### 11.2.7 Contrôle auxiliaire

La présence du dispositif auxiliaire et la transmission correcte des données doivent être vérifiées. Pour une imprimante, vérifier la présence de papier et les circuits de commande électroniques (excepté les circuits d'entraînement du mécanisme d'impression). Si une indication visuelle ou auditive est activée suite à un défaut, elle peut être émise à partir du dispositif auxiliaire.

### Section IV

#### EXIGENCES PRATIQUES D'INSTALLATION

## 12 Exigences d'installation

Pour les instruments utilisant des transducteurs de pression hydrostatique, ISO 11223-1 spécifie des exigences d'installation afin d'obtenir la meilleure exactitude de mesurage. Les exigences d'installation générales suivantes reprennent les exigences jugées nécessaires pour obtenir l'exactitude requise pour le mesurage de masse.

### 12.1 Transducteurs de pression hydrostatique

Exigences pour l'installation de transducteurs de mesure de la pression hydrostatique:

- (a) Le transducteur mesurant la pression hydrostatique du liquide doit être situé à une distance verticale définie du point de référence inférieur consigné dans le barème de jaugeage du réservoir. Il doit être possible de mesurer cette distance et toute incertitude associée aux mesurages peut être incorporée au calcul de la quantité minimale en utilisant la méthode donnée dans l'Annexe D.

- (b) Si le réservoir n'est pas en mis à l'air libre, un transducteur mesurant la pression de vapeur doit être monté au-dessus du niveau maximal du liquide. Il doit être possible de mesurer la distance verticale entre le transducteur et le point de référence inférieur et toute incertitude associée au mesurage peut être incorporée au calcul de la quantité minimale en utilisant la méthode donnée dans l'Annexe D.
- (c) Tous les transducteurs doivent être montés sur le réservoir en des points soumis à des déformations minimales par effet de la température et de la pression du liquide sinon des corrections peuvent être appliquées pour compenser ces effets. Les transducteurs doivent être montés au-dessus du niveau normal de la vase dans le réservoir et doivent être protégés contre les interférences dues aux autres dispositifs.
- (d) Tous les transducteurs doivent être placés sur ou près du réservoir de façon à réduire l'exposition au soleil et au vent. Sinon, des dispositions doivent être prises pour protéger les transducteurs des différences de température et de pression atmosphérique ou pour compenser ou réduire ces effets.
- (e) Tous les transducteurs doivent être montés sur ou près du réservoir de façon à les isoler, par quelque moyen que ce soit, de la pression hydrostatique dans le réservoir et une étendue connue de pressions, dont la pression atmosphérique, peut être appliquée en utilisant des étalons de pression au transducteur pour fins de vérification.
- (f) Les instruments mesurant la pression hydrostatique au moyen d'un transducteur situé à distance du réservoir doivent satisfaire aux exigences ci-dessus dans le principe, par exemple, pour (a) l'exigence s'applique à l'élément détecteur situé sur le réservoir plutôt que sur le transducteur.

### 12.2 Transducteur de la poussée d'Archimède

Les transducteurs de mesure de la poussée d'Archimède comprennent une cellule de pesée ou un instrument de pesage mesurant la poussée d'Archimède sur un corps mouvant partiellement immergé.

Exigences pour l'installation des transducteurs de mesure de la poussée d'Archimède:

- (a) Le corps mouvant doit être placé à une distance définie du point de référence inférieur consigné dans le barème de jaugeage du réservoir. Il doit être possible de mesurer cette distance ainsi que les dimensions du corps mouvant et toute incertitude associée aux mesurages peut être incorporée au calcul de la quantité minimale selon la méthode donnée en Annexe D.

- (b) Le transducteur doit être monté en un point du réservoir soumis à des déformations minimales par effet de la température, de la pression de liquide, des tourbillons et des courants dans le liquide.
- (c) Le transducteur doit être protégé de l'influence excessive de vents dominants et du soleil qui pourraient provoquer des variations dans le mesurage.
- (d) Le corps mouvant doit être protégé contre les effets des tourbillons, des courants ou de turbulence dans le liquide qui pourraient provoquer des variations dans le mesurage.
- (e) Le corps mouvant doit être placé au-dessus du niveau normal de vase dans le réservoir.
- (f) Le transducteur et le corps mouvant doivent être protégés contre les interférences dues aux autres dispositifs.
- (g) Le transducteur doit être monté de façon que les masses étalons puissent être appliquées sur site pour fins de vérification.

## Section V

### CONTRÔLES MÉTROLOGIQUES

## 13 Généralités

Le contrôle métrologique des instruments de mesure consiste en l'approbation de modèle, les vérifications primitive et ultérieures.

### 13.1 Approbation de modèle

#### 13.1.1 Documentation

La présentation d'un instrument à un service national de métrologie pour l'approbation de modèle doit être accompagnée d'informations techniques suffisantes (incluant les schémas, les spécifications, des photographies et descriptions) permettant une compréhension complète de la fabrication et du mode de fonctionnement de l'instrument.

Des détails sur les données de mesurage mémorisées, les méthodes de calcul, et sur le contrôle des équipements doivent aussi être fournis.

Pour les instruments de mesure électroniques, la documentation doit inclure une liste des sous-ensembles électroniques avec leurs caractéristiques essentielles, et une description de leurs dispositifs électroniques avec schémas, diagrammes et informa-

tions générales relatives au logiciel expliquant leur fabrication et leur fonctionnement.

#### 13.1.2 Instruments spécimens

L'examen doit être effectué sur au moins un instrument spécimen soumis aux essais de laboratoire et, si exigé par le service métrologique national, sur un instrument installé sur site pour les essais dans les conditions en service.

Les essais de laboratoire peuvent être effectués sur les dispositifs de l'instrument plutôt que sur l'instrument.

#### 13.1.3 Examen de laboratoire

L'instrument doit être examiné conjointement à la documentation présentée pour vérifier qu'il satisfait aux exigences techniques de la Section III.

#### 13.1.4 Essais de laboratoire

Les instruments ou dispositifs d'instruments essayés dans les conditions de laboratoire doivent satisfaire aux exigences sur les erreurs maximales tolérées pour les instruments de mesure (paragraphe 4.2), aux exigences sur les facteurs d'influence, les perturbations, les effets de l'humidité (article 5) et les essais de performance (Annexe A).

Les essais peuvent être effectués en utilisant un étalon de référence approprié appliquant à l'instrument une quantité simulée représentant l'étendue totale de quantité, susceptible d'être utilisée en pratique.

#### 13.1.5 Essais sur le terrain

Les instruments testés dans les conditions sur le terrain doivent satisfaire aux exigences sur les erreurs maximales tolérées en vérification primitive et en vérification ultérieure des systèmes de mesure (paragraphe 4.2), aux exigences techniques de la Section III, aux exigences pratiques de la Section IV ainsi qu'aux essais de performance de l'Annexe B. Les essais décrits en Annexe B.1 et B.2 sont optionnels si les essais décrits dans l'Annexe B.3 et/ou les essais de laboratoire attestent de la conformité des instruments.

Pour la réalisation des essais sur le terrain, le service métrologique national peut exiger du demandeur tout liquide, étalon de référence, étalon de transfert, équipement de transport de liquide ou tout autre dispositif nécessaire ainsi que l'aide appropriée de son personnel qualifié.

Le choix du site pour la réalisation des essais sur le terrain est à convenir entre le service métrologique et le demandeur.

### **13.2 Vérification primitive**

Les instruments testés en vérification primitive doivent être conformes au certificat d'approbation, aux erreurs maximales tolérées pour les vérifications primitive et ultérieures (paragraphe 4.2), aux exigences pratiques de la Section IV et aux essais de performance de l'Annexe B. Les essais décrits en B.1 et B.2 sont optionnels si les essais en B.3 et/ou les essais de laboratoire attestent de la conformité des instruments.

Les autres conditions sont celles du paragraphe 13.1.5. Si approprié, les essais sur le terrain pour l'approbation de modèle et la vérification primitive peuvent être combinés.

### **13.3 Vérification ultérieure**

La vérification ultérieure doit être effectuée dans les mêmes conditions que pour la vérification primitive.

**ANNEXE A**

**ESSAIS DE PERFORMANCE ET EXAMENS**  
**DANS DES CONDITIONS SIMULÉES EN LABORATOIRE**

**(Obligatoire)**

### **A.1 Généralités**

Les essais de performance effectués lors des essais de facteurs d'influence, de perturbations et d'effets de l'humidité spécifiés en 5.1, 5.2 et 5.3 respectivement, permettent de s'assurer que les instruments de mesure électroniques fonctionnent correctement pour une étendue de conditions environnementales susceptibles d'être rencontrées en utilisation normale.

L'instrument doit être mis sous tension pour une durée supérieure ou égale au temps de mise en route spécifié par le fabricant. L'instrument doit être sous tension pour toute la durée de chaque essai.

Tout dispositif de compensation utilisé pour les variations de température ou de pression doit être réglé comme en utilisation réelle.

L'étalon de référence servant pour le signal d'entrée lors des essais doit être maintenu dans les conditions de référence comme spécifié en 4.2.6(f).

#### **A.1.1 Essais de facteurs d'influence**

Au moins trois essais avec cinq quantités simulées croissantes et décroissantes également espacées doivent être effectués. Ces quantités simulées ne doivent pas être en dehors de l'intervalle des quantités mesurées minimale et maximale. Il convient que les essais soient d'abord effectués dans les conditions de référence (paragraphe 4.2.6(f)) et ensuite à chacune des conditions extrêmes des facteurs d'influence spécifiées en 5.1.

Lorsque l'effet d'un facteur d'influence est en cours d'évaluation, tous les autres facteurs doivent être maintenus relativement constants à une valeur proche des conditions de référence spécifiées au paragraphe 4.2.6(f). Si applicable, l'indication doit être ajustée à zéro pour une quantité nulle dans les conditions de référence et ne doit pas être réajustée lors des essais. Si le zéro peut être ajusté, tout écart par rapport à l'indication zéro imputable à la condition d'essai doit être enregistré et les indications pour toute quantité d'essai doivent être corrigées en conséquence afin d'obtenir le résultat de mesure. Si le zéro ne peut être réglé, aucune correction ne doit être faite.

Les erreurs pour les trois essais à chaque quantité et chaque condition doivent être calculées et comparées avec les erreurs maximales tolérées (voir paragraphe 4.2.2). Si différents dispositifs électroniques sont soumis à différentes utilisations, à savoir en intérieur ou en extérieur, ils doivent alors être testés séparément dans les conditions requises (voir paragraphe 5.1). Les erreurs pour les trois essais à chaque quantité doivent être comparées à l'écart toléré pour la répétabilité (voir paragraphe 4.2.4). Si applicable, la variation entre les indicateurs doit aussi être vérifiée par rapport à l'écart toléré (voir paragraphe 4.2.5).

#### **A.1.2 Essais de perturbations**

Les essais de perturbations doivent être effectués sur tous les instruments, qu'ils soient ou non munis de systèmes de contrôle.

Des essais avec une quantité simulée doivent être effectués, premièrement dans les conditions de référence (voir paragraphe 4.2.6(f)) et sans perturbations, et ensuite avec application de chaque perturbation spécifiée en 5.2. Une seule perturbation à la fois doit être appliquée. La différence entre les résultats des essais avec et sans la perturbation doit être calculée et comparée avec le défaut significatif (voir T.28). Tous les indicateurs doivent être vérifiés.

#### **A.1.3 Essais relatifs aux effets de l'humidité**

Pour l'essai continu de chaleur humide, au moins trois essais avec cinq quantités simulées également espacées croissantes et décroissantes doivent être effectués dans les conditions de référence (paragraphe 4.2.6(f)) avant et après application de l'effet de chaleur humide et pour la chaleur humide spécifiée.

Si applicable, l'indication doit être ajustée à zéro pour une quantité nulle dans les conditions de référence et ne doit pas être réajustée lors des essais. Si le zéro peut être ajusté, tout écart par rapport à l'indication zéro imputable à la condition d'essai doit être enregistré et les indications pour toute quantité d'essai doivent être corrigées en conséquence afin d'obtenir le résultat de mesure. Si le zéro ne peut être réglé, aucune correction ne doit être faite.

Les erreurs des trois essais pour chaque quantité et chaque condition doivent être calculées et comparées avec les erreurs maximales tolérées (voir paragraphe 4.2.2). La répétabilité des trois résultats d'essais doit être comparée à l'écart toléré (voir paragraphe 4.2.4).

Pour les essais cycliques de chaleur humide, au moins trois essais pour une quantité simulée doivent être effectués dans les conditions de référence (voir paragraphe 4.2.6(f)) avant et après application de l'effet de chaleur humide. La différence entre les résultats d'essais obtenus avant et après application de l'effet de chaleur humide doit être calculée et comparée avec la variation tolérée (voir paragraphe 5.3). Tout écart par rapport à l'indication zéro doit être considéré de la même façon que pour les essais continus de chaleur humide.

## A.2 Procédures d'essais pour les facteurs d'influence

Des informations additionnelles pour la réalisation des procédures d'essai pour les facteurs d'influence sont données ci-après. L'instrument soumis à l'essai est désigné équiperment soumis à l'essai (EST).

### A.2.1 Essai de température statique

#### *Procédure d'essai en bref*

L'EST doit être exposé à des températures constantes dans l'étendue spécifiée en 5.1, dans des conditions en "air libre" pendant 2 h après stabilisation de la température de l'EST. L'EST doit être essayé comme spécifié dans l'Annexe A.1.1 selon l'ordre suivant:

- (a) à 20 °C après conditionnement;
- (b) à la température haute spécifiée, par exemple 40 °C, 55 °C ou autre;
- (c) à la température basse spécifiée, par exemple - 10 °C, - 25 °C ou autre; et
- (d) à nouveau à 20 °C après conditionnement.

La vitesse de variation de la température lors de la période de transition entre les températures d'essai ne doit pas dépasser 1 °C/min et l'humidité de l'environnement d'essai ne doit pas dépasser 20 g/m<sup>3</sup>.

#### *Variations maximales admises*

Toutes les fonctions doivent opérer comme prévu. Les résultats d'essai doivent satisfaire aux exigences sur les erreurs maximales tolérées.

#### *Références*

CEI 60068-2-1 (1990), CEI 60068-2-2 (1974) et CEI 60068-3-1 (1974).

### A.2.2 Essai continu de chaleur humide

#### *Procédure d'essai en bref*

L'EST doit être exposé à la plus haute température applicable spécifiée en 5.1(b) et à une humidité relative de 85 % pendant 48 h. La manipulation de l'EST doit être telle qu'il ne s'y dépose pas de condensation d'eau.

L'EST doit être essayé comme spécifié en A.1.4.

#### *Variations maximales admises*

Toutes les fonctions doivent opérer comme prévu. Les erreurs des résultats d'essai ne doivent pas dépasser les erreurs maximales tolérées.

#### *Références*

CEI 60068-2-3 (1969), CEI 60068-2-28 (1990) et CEI 60068-2-56 (1988).

### A.2.3 Essai cyclique de chaleur humide (avec condensation)

#### *Procédure d'essai en bref*

L'EST doit être exposé à une variation cyclique de température entre 25 °C et la plus haute température applicable spécifiée en 5.1(b). L'humidité relative doit être maintenue au dessus de 95 % lors des phases de changement de température et de basse température, et à 93 % lors des phases de haute température. Un effet de condensation devrait être observé sur l'EST lors de la montée en température.

Le cycle de 24 h consiste en:

- (a) une montée en température pendant 3 h;
- (b) le maintien de la température à la valeur la plus élevée pendant 12 h à compter du début du cycle;
- (c) l'abaissement de la température à la plus faible valeur entre 3 h et 6 h, la vitesse de chute de température lors des 90 premières minutes étant telle que la plus faible valeur soit atteinte en 3 h; et
- (d) le maintien de la température à la valeur la plus faible jusqu'à achèvement du cycle de 24 h.

La période de stabilisation avant, et la reprise après, l'exposition cyclique, doivent être telles que toutes les parties de l'EST soient à une température comprise dans un intervalle de 3 °C autour de leur température finale. Deux cycles doivent être effectués.

L'EST doit être essayé comme spécifié dans l'Annexe A.1.3.

#### *Variations maximales admises*

Toutes les fonctions doivent opérer comme prévu. Les résultats d'essai doivent satisfaire aux exigences sur les erreurs maximales tolérées.

#### *Références*

CEI 60068-2-30 (1980) et CEI 60068-2-28 (1990).

### A.2.4 Essai de variation de l'alimentation électrique en courant alternatif

#### *Procédure d'essai en bref*

L'EST doit être soumis aux variations de l'alimentation sur réseau en courant alternatif spécifiées en 5.1 dans des conditions environnementales constantes. L'EST doit être essayé comme spécifié en A.1.1 dans l'ordre suivant:

- (a) à la tension nominale;
- (b) à la limite supérieure de 110 % de la tension nominale; et
- (c) à la limite inférieure de 85 % de la tension nominale.

La tension nominale est celle marquée sur l'instrument.

#### *Variations maximales admises*

Toutes les fonctions doivent opérer comme prévu. Les résultats d'essai doivent satisfaire aux exigences sur les erreurs maximales tolérées.

#### *Référence*

CEI 61000-4-11 (1994).

## A.3 Procédures d'essai pour les perturbations

### A.3.1 Essai de brève réduction de l'alimentation électrique

#### *Procédure d'essai en bref*

L'EST doit être soumis à de courtes interruptions de l'alimentation électrique en réduisant la tension en courant alternatif de réseau. L'essai doit être mené dans des conditions environnementales constantes.

Un générateur d'essai permettant de réduire l'amplitude de la tension de réseau en courant alternatif, doit être utilisé. Le générateur d'essai doit être réglé avant connexion à l'EST.

Chaque essai doit être répété dix fois avec un intervalle d'au moins 10 s entre deux. L'EST doit être essayé comme spécifié dans l'Annexe A.1.2 avec les réductions suivantes:

- (a) réduction de 100 % pendant 8 ms à 10 ms; et
- (b) réduction de 50 % pendant 16 ms à 20 ms.

#### *Variations maximales admises*

Si l'instrument ne détecte pas et ne met pas en évidence de défaut significatif se produisant suite à une réduction de l'alimentation électrique, le défaut ne doit alors pas dépasser la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée pour la quantité minimale.

#### *Référence*

CEI 61000-4-11 (1994).

### A.3.2 Essai de salves électriques

#### *Procédure d'essai en bref*

L'EST doit être soumis à des salves électriques de pics de tension. L'essai doit être mené dans des conditions environnementales constantes.

Le générateur de transitoires doit avoir une impédance de sortie de 50  $\Omega$  et doit être réglé avant connexion à l'EST. Au moins dix salves positives et dix salves négatives à phase aléatoire de pics de tension à onde sinusoïdale exponentielle double, doivent être appliquées. Chaque pic doit avoir un temps de montée de 5 ns et une durée en demi-amplitude de 50 ns. La longueur de salve doit être de 15 ms, et la période de salve (intervalle de répétition) doit être de 300 ms.

L'EST doit être essayé comme spécifié dans l'Annexe A.1.2 aux amplitudes suivantes (valeurs de pic):

- (a) 1 kV pour les lignes d'alimentation électrique; et
- (b) 0,5 kV pour le circuit de commande d'entrée/sortie et les lignes de communication;

avec une fréquence de répétition des impulsions de 5 kHz  $\pm$  20 %.

#### *Variations maximales admises*

Si l'instrument ne détecte pas et ne met pas en évidence de défaut significatif provoqué par des salves électriques, le défaut ne doit alors pas dépasser la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée pour la quantité minimale.

#### *Référence*

CEI 61000-4-4 (1995).

### A.3.3 Essai de décharge électrostatique

#### *Procédure d'essai en bref*

L'EST doit être soumis à des décharges électrostatiques dans des conditions environnementales constantes.

Un condensateur de 150 pF doit être chargé au moyen d'une source de courant continu appropriée. Le condensateur doit ensuite être déchargé à travers l'EST par connexion d'une borne à la terre (châssis) et d'une autre au travers d'une résistance de 330  $\Omega$  aux surfaces normalement accessibles à l'opérateur. Au moins dix décharges doivent être appliquées. L'intervalle de temps entre deux décharges successives doit être d'au moins 10 s. Un EST non équipé d'une mise à la terre doit être placé sur une plaque reliée à la terre dépassant des bords de l'EST d'au moins 0,1 m de chaque côté. Le câble de mise à la terre du condensateur doit être aussi court que possible.

Dans le mode de décharge par contact, à effectuer sur les surfaces conductrices, l'électrode doit être en contact avec l'EST et la décharge doit être générée par le commutateur de décharge du générateur.

Dans le mode de décharge dans l'air, sur les surfaces isolantes, l'électrode doit être approchée de l'EST et la décharge est produite par étincelle.

L'EST doit être essayé comme spécifié dans l'Annexe A.1.2 à une tension d'essai de 6 kV en mode par contact et de 8 kV en mode de décharge dans l'air.

#### *Variations maximales admises*

Si l'instrument ne détecte pas et ne met pas en évidence de défaut significatif provoqué par décharge électrostatique, le défaut ne doit alors pas dépasser la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée pour la quantité minimale.

#### *Référence*

CEI 61000-4-2 (1995).

### **A.3.4 Essai de susceptibilité électromagnétique**

#### *Procédure d'essai en bref*

L'EST doit être exposé à des radiations électromagnétiques dans des conditions environnementales constantes. L'intensité de champ peut être générée en utilisant les méthodes suivantes:

- (a) La "strip line" (ligne à plaques) est utilisée aux basses fréquences (en dessous de 30 MHz ou dans certains cas en dessous de 150 MHz) pour les EST de petites dimensions;

- (b) le câble long est utilisé aux basses fréquences (en dessous de 30 MHz) pour les EST plus grands; ou
- (c) les antennes dipôle ou celles à polarisation circulaire placées à 1 m de l'EST pour les hautes fréquences.

L'intensité de champ spécifiée doit être établie avant l'essai réel, l'EST étant placé hors du champ. Le champ doit être généré suivant deux polarisations orthogonales et l'étendue de fréquence doit être balayée lentement. Si une antenne à polarisation circulaire, c'est-à-dire à spirale logarithmique ou hélicoïdale, est utilisée pour générer le champ électromagnétique, un changement de la position de l'antenne n'est pas nécessaire.

Lorsque l'essai est effectué dans une enceinte blindée pour conformité aux lois internationales interdisant les interférences en matière de communications radio, l'effet des rayonnements réfléchis sur les parois doit être réduit au moyen d'un blindage anéchoïque.

L'EST doit être essayé comme spécifié dans l'Annexe A.1.2 pour une intensité de champ de 3 V/m, une modulation d'amplitude de 80 %, 1 kHz en onde sinusoïdale dans l'étendue de fréquences de 26 MHz à 1 000 MHz.

#### *Variations maximales admises*

Si l'instrument ne détecte pas et ne met pas en évidence de défaut significatif provoqué par la susceptibilité électromagnétique de l'instrument, le défaut ne doit alors pas dépasser la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée pour la quantité minimale.

#### *Référence*

CEI 61000-4-3 (1995).

## ANNEXE B

### ESSAIS DE PERFORMANCE DANS LES CONDITIONS SUR LE TERRAIN

#### (Obligatoire)

#### **B.1 Quantités de transfert**

Au moins trois essais doivent être effectués par transfert d'une quantité au moins égale à la quantité minimale vers ou depuis le réservoir, la quantité étant mesurée au moyen d'un étalon de référence ou d'étalons de l'exactitude nécessaire (voir 4.2.6(a)). Par exemple, le liquide peut être transféré dans des camions-citernes pour pesage sur un pont-basculé vérifié ou encore être transféré à travers un débitmètre massique préalablement étalonné par rapport à un instrument de pesage vérifié. Les corrections de la poussée de l'air décrites en Annexe C doivent être considérées lorsque nécessaire.

Les essais doivent être effectués dans des conditions raisonnablement constantes et pour un temps aussi court que possible afin de minimiser les effets des facteurs d'influence. Tous les résultats doivent satisfaire aux exigences sur les erreurs maximales tolérées spécifiées en 4.2 pour les vérifications primitive et ultérieures des systèmes de mesure.

#### **B.2 Quantités contenues dans le réservoir**

Au moins trois essais doivent être effectués en comparant l'indication d'une quantité de liquide contenue dans le réservoir au moins égale à la quantité minimale avec la quantité mesurée au moyen d'un ou plusieurs étalons de référence.

Ces essais peuvent être effectués conjointement aux essais de transfert en mesurant différentes quantités contenues dans le réservoir lorsque le liquide est transféré. Tous les résultats doivent satisfaire aux exigences sur les erreurs maximales tolérées spécifiées en 4.2

pour les vérifications primitive et ultérieures des systèmes de mesure.

#### **B.3 Essais de performance indirects**

Les divers dispositifs peuvent être essayés séparément, auquel cas des erreurs maximales tolérées réduites s'appliquent à chaque composant.

##### **B.3.1 Barème de jaugeage du réservoir**

Les informations relatives à l'étalonnage du réservoir utilisées pour l'instrument doivent être affichées et des contrôles aléatoires doivent être effectués pour comparaison avec le barème de jaugeage officiel pour ce réservoir. Les quantités indiquées doivent être égales, à  $\pm 0,1$  %, à la quantité indiquée dans le barème de jaugeage officiel.

##### **B.3.2 Transducteurs de mesure**

La position des transducteurs doit être vérifiée de façon à s'assurer qu'ils sont placés aux distances définies dans l'instrument. Les transducteurs sont isolés du réservoir et des signaux d'entrée connus doivent être appliqués à partir de masses étalons ou contrôleurs étalons de pression. La masse indiquée par l'instrument doit être comparée avec la masse calculée en utilisant le signal d'entrée connu du transducteur, et les facteurs connus tels que la gravité, la masse volumique et les barèmes de jaugeage du réservoir enregistrés dans l'instrument.

L'erreur de masse indiquée ne doit pas dépasser les erreurs maximales tolérées spécifiées en 4.2 pour les essais de l'instrument ou des dispositifs.

**ANNEXE C**  
**CORRECTION DE LA POUSSÉE DE L'AIR**  
**(Informative)**

Lors de l'étalonnage d'un instrument de mesure de masse, il peut être nécessaire de convertir en masse le poids du liquide indiqué par un instrument de pesage, auquel cas les corrections pour la poussée de l'air doivent être faites en utilisant l'équation,  $m = fw$ , où  $m$  est la masse,  $f$  est le facteur de correction et  $w$  le poids indiqué par un instrument de pesage.

Le facteur,  $f$ , est obtenu d'après l'équation:

$$f = (1 - \rho_a / \rho_p) / (1 - \rho_v / \rho)$$

où:

$\rho_a$  est la masse volumique de l'air lors de l'étalonnage de la graduation;

$\rho_p$  est la masse volumique des poids étalons;

$\rho_v$  est la masse volumique du gaz (ou de la vapeur) déplacé quand le réservoir est rempli;

$\rho$  est la masse volumique du liquide.

Note: Dans un réservoir fermé (par ex. GPL),  $\rho_v = 0$  car il n'y a pas de déplacement de vapeur.

Conformément à OIML R 33 *Valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air*, les valeurs conventionnellement choisies pour les constantes physiques de l'air et des poids étalons sont:

$$\rho_a = 1,2 \text{ kg/m}^3 \text{ à } 20 \text{ °C};$$

$$\rho_p = 8\,000 \text{ kg/m}^3 \text{ à } 20 \text{ °C}.$$

Pour le pesage des réservoirs ouverts, le gaz déplacé doit être de l'air et  $\rho_v$  doit être égal à  $\rho_a$ . Le Tableau 1 fournit les valeurs des facteurs de correction dans les conditions de référence pour le pesage des réservoirs ouverts.

Tableau 1 Correction de la poussée de l'air

<i>Masse volumique du produit (kg/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Facteur</i>
501,1 – 522,8	1,002 2
522,9 – 546,5	1,002 1
546,6 – 572,5	1,002 0
572,6 – 601,1	1,001 9
601,2 – 632,6	1,001 8
632,7 – 667,7	1,001 7
667,8 – 706,9	1,001 6
707,0 – 751,0	1,001 5
751,1 – 801,0	1,001 4
801,1 – 858,2	1,001 3
858,3 – 924,1	1,001 2
924,2 – 1 001,0	1,001 1
1 001,1 – 1 091,9	1,001 0
1 092,0 – 1 201,0	1,000 9
1 201,1 – 1 334,3	1,000 8
1 334,4 – 1 500,9	1,000 7
1 501,0 – 1 715,2	1,000 6
1 715,3 – 2 000,9	1,000 5

## ANNEXE D

### CALCUL DE LA QUANTITÉ MINIMALE

(Informative)

La quantité minimale est définie comme “la quantité de liquide mesurée, en dessous de laquelle l’erreur peut être supérieure à l’erreur maximale tolérée” et doit être déterminée lors des essais d’évaluation de modèle.

La Figure 1 représente un système de mesure de masse caractéristique muni de transducteurs de pression hydrostatique. Le réservoir est équipé d’une plaque de touche placée à la base du réservoir et comporte un point à partir duquel sont effectués les mesurages de niveau de liquide.

La quantité minimale de liquide pouvant être mesurée avec une erreur ne dépassant pas l’erreur maximale tolérée, est limitée par l’incertitude associée aux diverses parties du système de mesure. L’analyse ci-après montre comment calculer la quantité minimale pouvant être mesurée avec une erreur ne dépassant pas l’erreur maximale tolérée pour un système caractéristique tel que représenté en Figure 1. Les calculs incluent la quantité totale de liquide dans le réservoir, c’est-à-dire les quantités au-dessus et en dessous du transducteur de mesure. Il convient d’appliquer d’autres calculs pour d’autres installations de réservoirs et d’autres transducteurs de mesure.

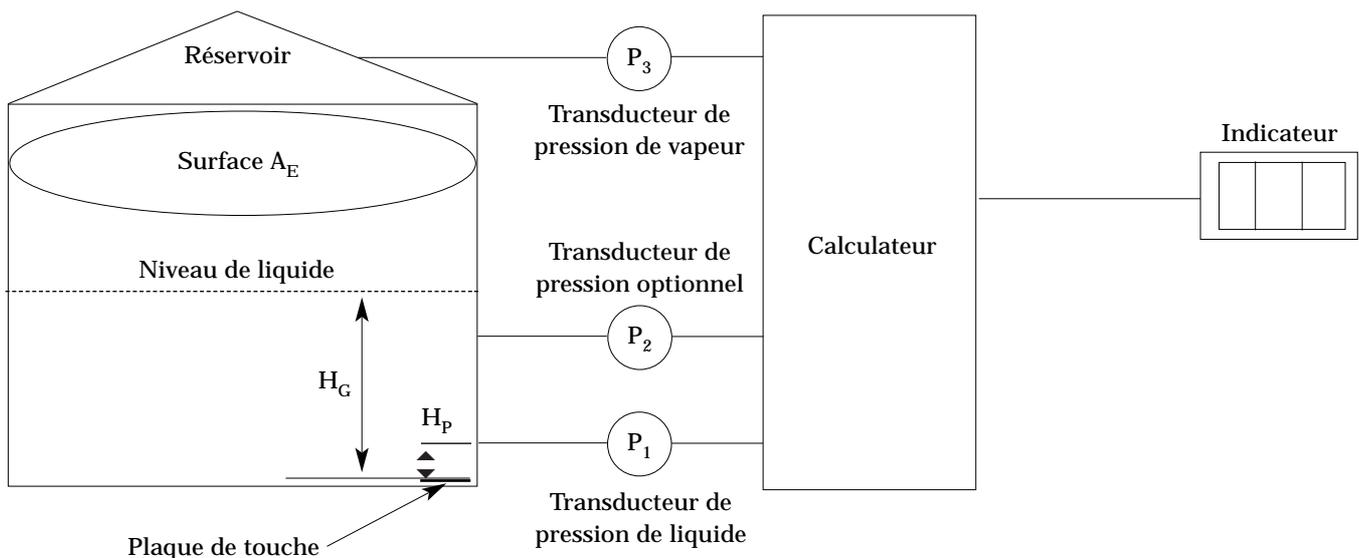


Figure 1 - Système caractéristique de mesure de masse de liquide

- $M_G$  = valeur brute de la masse
- $H_P$  = hauteur du capteur de pression  $P_1$  au-dessus de la plaque de touche
- $H_G$  = hauteur du liquide au-dessus de la plaque de touche
- $A_{EP}$  = surface de la section du réservoir cylindrique vertical à  $H_P$
- $A_{EG}$  = surface de la section du réservoir cylindrique vertical à  $H_G$
- $\rho_{HP}$  = masse volumique du liquide en dessous de  $P_1$
- $P_1, P_2, P_3$  = pressions des capteurs  $P_1, P_2$  et  $P_3$
- $M_{\text{talon}}$  = masse de produit en dessous de  $P_1$
- $M_{\text{tête}}$  = masse de produit au-dessus de  $P_1$
- $\Delta M_G, \Delta H_P, \Delta A_{EP}, \text{etc.}$  = incertitude de mesurage de  $M_G, \text{etc.}$

La valeur brute de la masse est définie comme la somme de la masse de tête et de la masse de talon, c'est-à-dire la masse du liquide au-dessus et en dessous du capteur  $P_1$ . Ainsi:

$$M_G = M_{\text{talon}} + M_{\text{tête}} \quad (1)$$

L'incertitude relative de la valeur brute de la masse est donnée en fonction des incertitudes sur les masses de tête et de talon additionnées car l'incertitude sur la masse de tête est aléatoire tandis que celle sur la masse de talon est systématique. Ainsi:

$$\frac{\Delta M_G}{M_G} = \frac{\Delta M_{\text{talon}}}{M_G} + \frac{\Delta M_{\text{tête}}}{M_G} \quad (2)$$

D'autres incertitudes relatives sont déterminées d'après les essais d'approbation de modèle, à savoir:

$$\frac{\Delta A_{EG}}{A_{EG}}, \quad \frac{\Delta P_1}{P_1}, \quad \frac{\Delta \rho_{H_P}}{\rho_{H_P}} \quad \dots \text{ etc.}$$

Les masses de tête et de talon peuvent être exprimées en fonction des hauteurs du capteur de pression  $P_1$  ( $H_P$ ) et du niveau du produit ( $H_G$ ) par rapport à la plaque de touche et en fonction de la valeur brute de la masse ( $M_G$ ) comme suit:

$$M_{\text{talon}} = \frac{H_P}{H_G} \times M_G \quad (3)$$

$$M_{\text{tête}} = \left( 1 - \frac{H_P}{H_G} \right) \times M_G \quad (4)$$

En utilisant ces équations, la valeur brute de la masse peut aussi être exprimée en fonction de  $H_P$ ,  $H_G$  et de la masse de tête ou de talon comme suit:

$$M_G = \frac{H_G}{H_P} \times M_{\text{talon}} \quad (5)$$

$$M_G = \frac{1}{\left( 1 - \frac{H_P}{H_G} \right)} \times M_{\text{tête}} \quad (6)$$

D'après les équations données en (5) et (6), l'équation (2) pour l'incertitude relative de la valeur brute de la masse exprimée en fonction des hauteurs  $H_P$  et  $H_G$ , devient:

$$\frac{\Delta M_G}{M_G} = \frac{H_P}{H_G} \times \frac{\Delta M_{\text{talon}}}{M_{\text{talon}}} + \left( 1 - \frac{H_P}{H_G} \right) \times \frac{\Delta M_{\text{tête}}}{M_{\text{tête}}} \quad (7)$$

La masse de talon peut être calculée d'après:

$$M_{\text{talon}} = H_P \times A_{EP} \times \rho_{H_P} \quad (8)$$

L'incertitude relative de la masse de talon est obtenue d'après:

$$\left| \frac{\Delta M_{\text{talon}}}{M_{\text{talon}}} \right| = \left| \frac{\Delta H_P}{H_P} + \frac{\Delta A_{EP}}{A_{EP}} + \frac{\Delta \rho_{H_P}}{\rho_{H_P}} \right| \quad (9)$$

ou

$$\left| \frac{\Delta M_{\text{talon}}}{M_{\text{talon}}} \right| = \sqrt{\left( \frac{\Delta H_P}{H_P} \right)^2 + \left( \frac{\Delta A_{EP}}{A_{EP}} \right)^2 + \left( \frac{\Delta \rho_{H_P}}{\rho_{H_P}} \right)^2}$$

La masse de tête peut être calculée d'après:

$$M_{\text{tête}} = (P_1 - P_3) \times A_{EG} \quad (10)$$

L'incertitude relative de la masse de tête est donnée par:

$$\left| \frac{\Delta M_{\text{tête}}}{M_{\text{tête}}} \right| = \left| \frac{\Delta P_1 + \Delta P_3}{P_1 - P_3} + \frac{\Delta A_{EG}}{A_{EG}} \right| \quad (11)$$

ou

$$\left| \frac{\Delta M_{\text{tête}}}{M_{\text{tête}}} \right| = \sqrt{\left( \frac{\Delta P_1 + \Delta P_3}{P_1 - P_3} \right)^2 + \left( \frac{\Delta A_{EG}}{A_{EG}} \right)^2}$$

En combinant les résultats des équations (7), (9) et (11), on obtient une expression de la magnitude de l'incertitude relative de la valeur brute de la masse en fonction de  $H_G$  et  $H_P$ . D'où:

$$\left| \frac{\Delta M_G}{M_G} \right| = \frac{H_P}{H_G} \times \left| \frac{\Delta H_P}{H_P} + \frac{\Delta A_{EP}}{A_{EP}} + \frac{\Delta \rho_{H_P}}{\rho_{H_P}} \right| + \left( 1 - \frac{H_P}{H_G} \right) \times \left| \frac{\Delta P_1 + \Delta P_3}{P_1 - P_3} + \frac{\Delta A_{EG}}{A_{EG}} \right| \quad (12)$$

ou

$$\left| \frac{\Delta M_G}{M_G} \right| = \left| \frac{H_P}{H_G} \right| + \frac{H_P}{H_G} \times \left| \frac{\Delta A_{EP}}{A_{EP}} + \frac{\Delta \rho_{H_P}}{\rho_{H_P}} \right| + \frac{H_G - H_P}{H_G} \times \left| \frac{\Delta P_1 + \Delta P_3}{P_1 - P_3} + \frac{\Delta A_{EG}}{A_{EG}} \right| \quad (13)$$

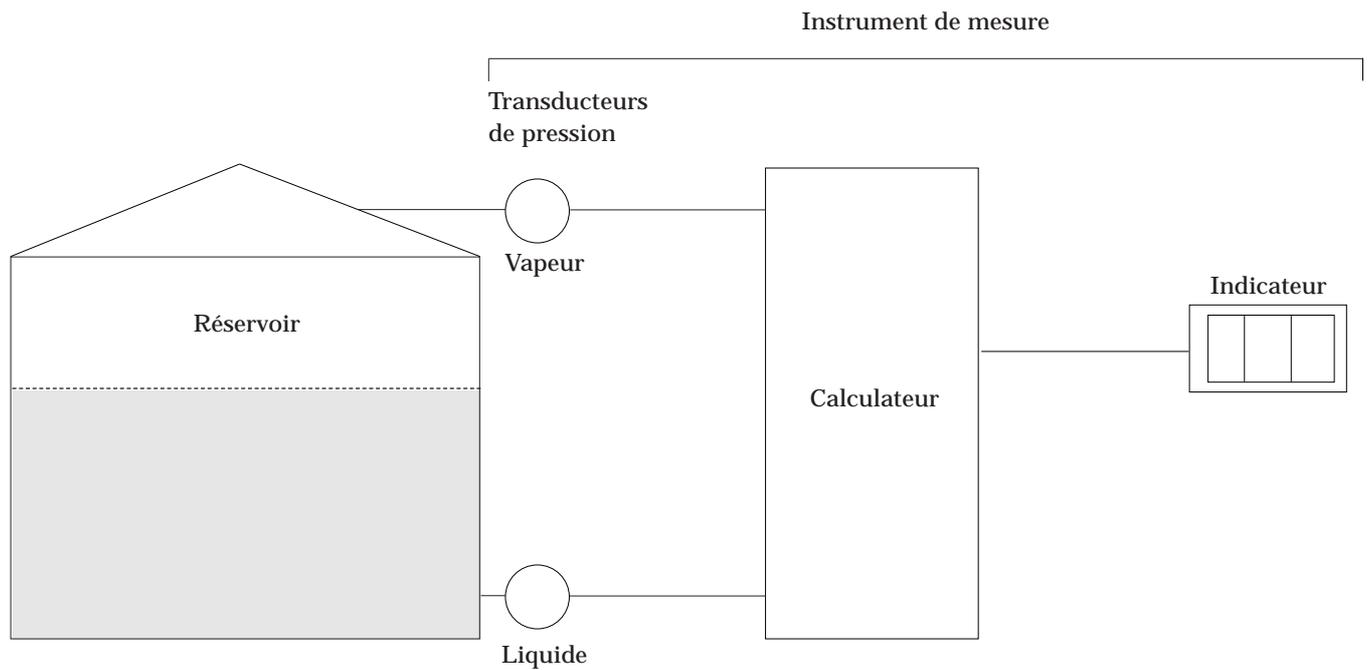
D'après l'équation (13), la valeur de  $H_G$  équivalente à la quantité minimale peut être calculée de façon que l'incertitude relative de la valeur brute de la masse de la quantité minimale soit égale à l'erreur maximale tolérée, à savoir:

$$\Delta M_G / M_G = 0,5 \%$$

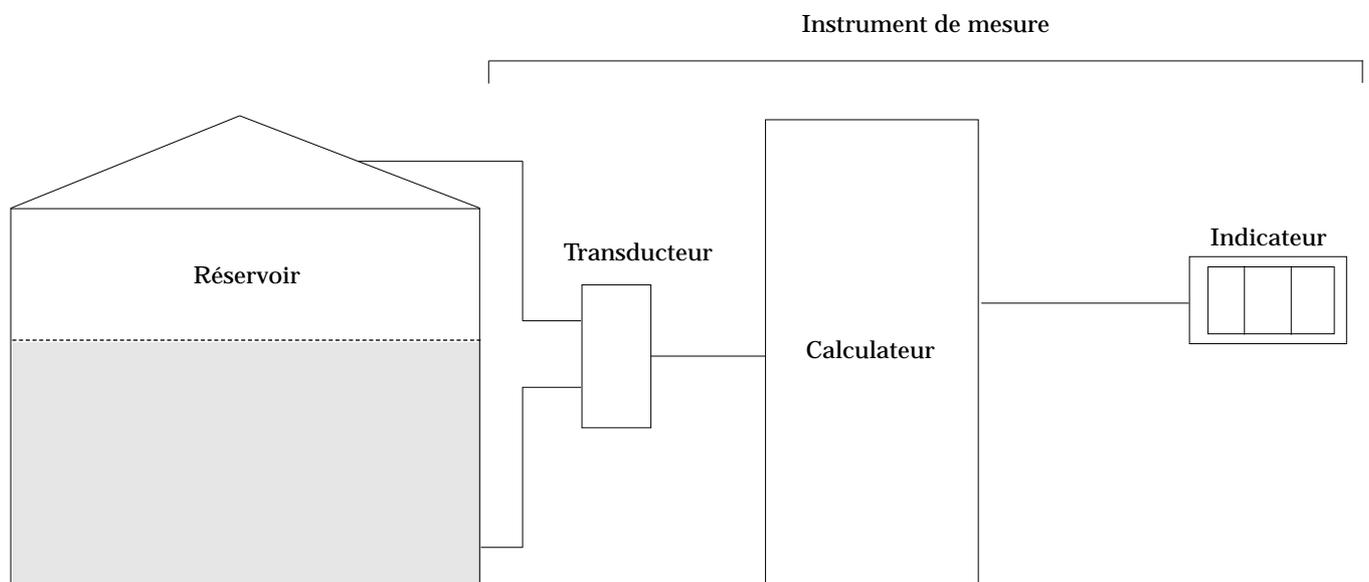
**ANNEXE E**  
**SCHÉMAS MONTRANT LES PRINCIPES DE MESURE UTILISÉS HABITUELLEMENT**  
**(Informative)**

**E.1 Mesure de pression hydrostatique**

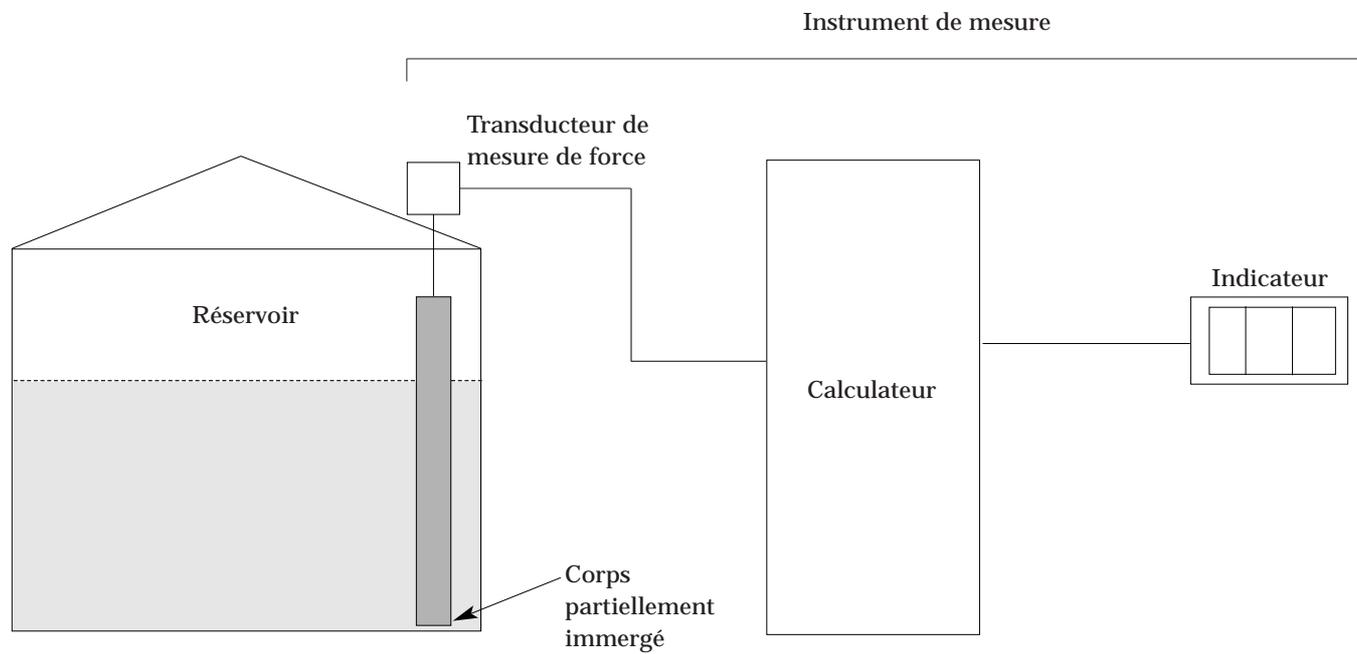
**E.1.1 Transducteur placé sur le réservoir**



**E.1.2 Transducteur placé à distance du réservoir**



## E.2 Mesure de la poussée d'Archimède



**ANNEXE F**  
**LISTE ALPHABETIQUE DE LA TERMINOLOGIE**  
**(Informative)**

Barème de jaugeage du réservoir .....	T.5
Calculateur .....	T.7
Composant électronique .....	T.21
Conditions de base .....	T.32
Conditions de référence .....	T.31
Conditions assignées de fonctionnement .....	T.30
Défaut significatif .....	T.28
Défaut .....	T.27
Dispositif électronique .....	T.19
Dispositif auxiliaire .....	T.9.1
Dispositif additionnel .....	T.9.2
Dispositif .....	T.9
Système de mesure de la masse .....	T.2
Erreur relative .....	T.22.2
Erreur intrinsèque .....	T.23
Erreur de mesure .....	T.22
Erreur absolue .....	T.22.1
Erreur maximale tolérée .....	T.25
Erreur intrinsèque initiale .....	T.24
Essai .....	T.35
Essai de performance .....	T.35.3
Facteur d'influence .....	T.29.1
Répétabilité .....	T.26
Grandeur d'influence .....	T.29
Indicateur .....	T.8
Instrument électronique de mesure de la masse .....	T.18
Instrument de mesure de la masse .....	T.1
Masse mesurée .....	T.13
Performance .....	T.33
Perturbation .....	T.29.2
Point de référence inférieur .....	T.6
Procédure d'essai .....	T.35.1
Programme d'essais .....	T.35.2
Quantité mesurée maximale .....	T.16
Quantité nulle .....	T.17
Quantité mesurée minimale .....	T.15
Réservoir de mesurage .....	T.3
Réservoir cylindrique vertical .....	T.10
Sous-ensemble électronique .....	T.20
Système de contrôle non automatique (Type N) .....	T.34.2
Système de contrôle automatique intermittent (Type I) .....	T.34.1.2
Système de contrôle .....	T.34
Système de contrôle automatique permanent (Type P) .....	T.34.1.1
Système de contrôle automatique .....	T.34.1
Toit flottant interne .....	T.12
Toit flottant externe .....	T.11
Transducteur de mesure de la masse .....	T.4
Valeur brute de la masse .....	T.14

## BIBLIOGRAPHIE

CEI 60068-2-1 (1990)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Partie 2: Essais. Essai A: Froid. Section 3 - Essai Ad: Froid pour un EST dissipant de la chaleur avec variation lente de la température.

CEI 60068-2-2 (1974)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Partie 2: Essais. Essai B: Chaleur sèche. Section 4 - Essai Bd: Froid pour un EST dissipant de la chaleur avec variation lente de la température.

CEI 60068-2-3 (1969)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Partie 2: Essais. Essai Ca: Chaleur humide, essai continu.

CEI 60068-2-28 (1990)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Partie 2: Essais. Guide pour les essais de chaleur humide.

CEI 60068-2-30 (1980)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Partie 2: Essais. Guide pour les essais de chaleur humide. Essai Db et guide: Chaleur humide, cyclique (cycle de 12 + 12 heures).

CEI 60068-2-56 (1988)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Partie 2: Essais. Essai Cb: Chaleur humide, essai continu. Principalement pour les équipements.

CEI 60068-3-1 (1974)

Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Partie 3: Informations de base. Section 1 - Essais de froid et de chaleur sèche.

CEI 61000-4-2 (1995)

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 2: Essai d'immunité aux décharges électrostatiques.

CEI 61000-4-3 (1995)

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques.

CEI 61000-4-4 (1995)

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 4: Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves.

CEI 61000-4-11 (1994)

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 11: Essais d'immunité aux creux de tension, aux brèves interruptions de l'alimentation électrique et aux variations de tension.

ISO 1155 (1978)

Traitement de l'information - Emploi de la parité longitudinale pour la détection d'erreurs dans les messages d'information.

ISO 2111 (1985)

Communication des données - Procédures de commande en mode de base - Transfert des données indépendantes du code.

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 7507 (1993)

Pétrole et produits pétroliers liquides - Jaugeage des réservoirs cylindriques verticaux.

*Vocabulaire International des Termes Fondamentaux et Généraux de Métrologie (VIM)*, deuxième édition, 1993.



