

RECOMMANDATION
INTERNATIONALE

OIML R 49-2

Édition 2004 (F)

Compteurs d'eau destinés au mesurage
de l'eau potable froide

Partie 2: Méthodes d'essai

Water meters intended for the metering of cold potable water

Part 2: Test methods



Sommaire

<i>Avant-propos</i>	4
1 Objet	5
2 Terminologie	5
2.1 Débit d'essai.....	5
2.2 Compteur en ligne.....	5
2.3 Compteur concentrique.....	5
2.4 Collecteur de compteur concentrique	5
2.5 Compteur complet	5
2.6 Compteur combiné	5
2.7 Équipement soumis à essai	5
2.8 Capteur de débit ou de volume	6
2.9 Stabilité de température	6
2.10 Pré-conditionnement	6
2.11 Conditionnement	6
2.12 Reprise	6
3 Conditions de référence	6
4 Symboles, unités et équations	6
5 Examen externe	6
5.1 Objet de l'examen.....	6
5.2 Préparation.....	7
5.3 Procédures d'examen	7
6 Essais de performance pour tous les compteurs d'eau	10
6.1 Exigences communes à tous les essais	10
6.2 Essai de pression statique	11
6.3 Détermination des erreurs intrinsèques (d'indication) et de l'effet de l'orientation du compteur.....	11
6.4 Essai de température de l'eau	15
6.5 Essai de pression de l'eau	16
6.6 Essai de l'inversion du flux	16
6.7 Essai de perte de pression.....	17
6.8 Essais de perturbation du débit.....	20
6.9 Essais d'endurance.....	20
7 Essais de performance pour les compteurs d'eau électroniques et les compteurs d'eau mécaniques munis de dispositifs électroniques	23
7.1 Exigences générales	23
7.2 Chaleur sèche (sans condensation).....	26
7.3 Froid	26
7.4 Cycle de chaleur humide (avec condensation)	27
7.5 Variation de l'alimentation électrique	28
7.6 Vibrations (aléatoires)	29
7.7 Chocs mécaniques.....	30
7.8 Brèves réductions de l'alimentation électrique.....	30
7.9 Salves	31
7.10 Décharges électrostatiques	32
7.11 Susceptibilité électromagnétique	33

8	Programme d'essais pour l'approbation de modèle	34
8.1	Nombre d'exemplaires nécessaires	34
8.2	Essais de performance applicables à tous les compteurs d'eau	35
8.3	Essais de performance applicables aux compteurs d'eau électroniques, aux compteurs d'eau mécaniques munis de dispositifs électroniques, et à leurs parties séparables	35
8.4	Approbation de modèle des parties séparables d'un compteur d'eau	36
8.5	Familles de compteurs d'eau.....	36
9	Essais en vérification primitive	36
9.1	Vérification primitive des compteurs d'eau complets et combinés.....	36
9.2	Vérification primitive des parties séparables d'un compteur d'eau	37
10	Présentation des résultats.....	37
10.1	Objet des rapports.....	37
10.2	Données d'identification et d'essais à inclure dans les enregistrements.....	38
Annexe A (obligatoire)	Examen et essais des systèmes de contrôle des dispositifs électroniques.....	39
Annexe B (obligatoire)	Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un compteur d'eau.....	43
Annexe C (obligatoire)	Exigences d'installation pour les essais de perturbation du débit	47
Annexe D (obligatoire)	Examen de modèle d'une famille de compteurs d'eau.....	48
Annexe E (informative)	Exemples de méthodes et de composants utilisés pour les essais des compteurs d'eau concentriques.....	49
Annexe F (informative)	Détermination de la masse volumique de l'eau.....	52
Annexe G (informative)	Analyse d'incertitude pour les compteurs d'eau utilisant la méthode par jaugeage (exemple de calculs).....	54
Annexe H (informative)	Incertitudes maximales du mesurage des facteurs d'influence et des perturbations.....	57
Bibliographie		59

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 49-2, Édition 2004 – a été élaborée par le Sous-comité technique OIML TC 8/SC 5 *Compteurs d'eau*. Elle a été approuvée par le Comité International de Métrologie Légale en 2003 pour publication finale et sera présentée pour sanction formelle à la Conférence de Métrologie Légale en 2004. La présente version remplace l'édition précédente 1977.

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
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27
E-mail: biml@oiml.org
Internet: www.oiml.org

Compteurs d'eau destinés au mesurage de l'eau potable froide

Partie 2: Méthodes d'essai

1 Objet

La présente Recommandation concerne les essais d'évaluation de modèle et de vérification primitive des compteurs d'eau destinés au mesurage de l'eau potable froide, comme définis dans OIML R 49-1 [1] et peut être utilisée dans le cadre du Système de Certificats OIML.

La présente Recommandation définit les détails du programme d'essai, les principes, l'équipement et les procédures à utiliser pour les essais d'évaluation de modèle et de vérification primitive d'un modèle de compteur.

Les dispositions de la présente Recommandation s'appliquent aussi aux dispositifs auxiliaires si exigé par les réglementations nationales.

Les dispositions incluent les exigences relatives aux essais d'un compteur d'eau complet et aux essais des unités séparées d'un compteur d'eau: le transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) et le calculateur (incluant le dispositif indicateur).

2 Terminologie

Les termes et définitions donnés dans R 49-1 [1] s'appliquent à la présente Recommandation.

Certaines définitions utilisées dans la présente Recommandation sont tirées de la terminologie utilisée dans CEI 60068-1 [14] et sont adaptées lorsque nécessaire.

2.1 Débit d'essai

Débit moyen pendant un essai, calculé à partir des indications d'un dispositif de référence étalonné. Quotient du volume réel passant dans le compteur d'eau divisé par le temps nécessaire au passage de ce volume dans le compteur d'eau.

2.2 Compteur en ligne

Type de compteur d'eau installé au moyen des embouts de raccordement (filetés ou à brides) fournis avec le compteur, dans une canalisation fermée.

2.3 Compteur concentrique

Type de compteur d'eau installé au moyen d'un raccord intermédiaire appelé collecteur dans une canalisation fermée. Les conduits d'entrée du compteur et de sortie du collecteur sont coaxiaux au niveau de leur jonction.

2.4 Collecteur de compteur concentrique

Raccord spécifique au raccordement d'un compteur concentrique.

2.5 Compteur complet

Compteur n'ayant pas de transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) et de calculateur (incluant le dispositif indicateur) séparables.

2.6 Compteur combiné

Compteur ayant un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) et un calculateur (incluant le dispositif indicateur) séparables.

2.7 Équipement soumis à l'essai

Compteur d'eau complet, partie d'un compteur d'eau ou dispositif auxiliaire.

2.8 Capteur de débit ou de volume

Partie du compteur d'eau (telle que disque, piston, roue, élément à turbine, ou bobine électromagnétique) captant le débit ou le volume d'eau passant dans le compteur.

Note: Le transducteur de mesure inclut le capteur de débit ou de volume.

2.9 Stabilité de température

La stabilité de température est atteinte lorsque les écarts de température entre toutes les parties de l'équipement soumis à l'essai ne dépassent pas 3 °C, ou la valeur spécifiée dans la prescription applicable de température finale.

2.10 Pré-conditionnement

Traitement de l'équipement soumis à essai, en vue de supprimer, ou de contrer partiellement, les effets du traitement précédent. Si exigé, ce processus doit être le premier de la procédure d'essai.

2.11 Conditionnement

Exposition de l'équipement soumis à essai, à une condition environnementale (facteur d'influence ou perturbation) afin de déterminer l'effet d'une telle condition sur l'équipement.

2.12 Reprise

Traitement de l'équipement soumis à essai, après conditionnement, de façon que les propriétés de l'équipement soumis à essai puissent être stabilisées avant le mesurage.

3 Conditions de référence

Toutes les grandeurs d'influence applicables, exceptée la grandeur d'influence en cours d'essai, doivent être maintenues aux valeurs suivantes pendant les essais d'approbation de modèle d'un compteur d'eau. Cependant, concernant les facteurs d'influence et les perturbations pour les compteurs d'eau électroniques, l'utilisation des conditions de référence définies dans la norme CEI applicable, est tolérée:

Débit: $0,7 \times (Q_2 + Q_3) \pm 0,03 \times (Q_2 + Q_3)$

Température d'utilisation
(pour l'eau): $(20 \pm 5) \text{ °C}$

Pression
d'utilisation
(pour l'eau): Dans les conditions assignées de fonctionnement
(Voir 5.4 de R 49-1).

Étendue de température
ambiante: $15 \text{ °C à } 25 \text{ °C}$

Étendue d'humidité
relative ambiante: $45 \% \text{ à } 75 \%$

Étendue de pression
atmosphérique $86 \text{ kPa à } 106 \text{ kPa}$
ambiante: $(0,86 \text{ bar à } 1,06 \text{ bar})$

Tension d'alimentation électrique
(courant alternatif
de réseau): Tension nominale $(U_{\text{nom}}) \pm 5 \%$

Fréquence d'alimentation
électrique: Fréquence nominale $(f_{\text{nom}}) \pm 2 \%$

Tension d'alimentation
électrique (batterie): Tension V dans l'étendue
 $U_{\text{bmin}} \leq U_{\text{b}} \leq U_{\text{bmax}}$

Pendant chaque essai, la température et l'humidité relative ne doivent pas varier de plus de 5 °C ou 10 % respectivement dans l'étendue de référence.

4 Symboles, unités et équations

Les équations, symboles, et leurs unités, se rapportant au calcul de l'erreur (d'indication) d'un compteur d'eau, utilisés dans la présente Recommandation, sont indiqués en Annexe B.

5 Examen externe

Lors de l'examen externe, toutes les valeurs, dimensions et observations appropriées doivent être enregistrées.

Notes:

- 1) Pour la présentation des résultats des examens d'évaluation de modèle, voir article 10.
- 2) Les paragraphes applicables de R 49-1 sont indiqués entre parenthèses ci-après.

5.1 Objet de l'examen

Vérifier que le compteur d'eau est conforme aux exigences de R 49-1 en ce qui concerne la conception du dispositif indicateur, le marquage du compteur et l'application des dispositifs de protection.

5.2 Préparation

Les mesures linéaires devant être faites à partir du compteur, doivent être effectuées en utilisant des dispositifs de mesure étalonnés avec conservation de la traçabilité.

Les dimensions réelles ou apparentes des échelles du dispositif indicateur doivent être prises sans enlever le verre du cadran du compteur, ni démonter le compteur.

Note: Un microscope mobile (cathétomètre) peut être utilisé pour mesurer la largeur, l'espacement et la hauteur des repères d'échelle ainsi que la hauteur des chiffres.

5.3 Procédures d'examen

Les aspects suivants de la conception du compteur doivent être examinés sur au moins un compteur de l'échantillon.

Il est possible d'utiliser le même échantillon de compteurs pour tous les examens externes, ou pour certains examens, des compteurs différents parmi les échantillons présentés.

5.3.1 Marquages et inscriptions (R 49-1, 5.6)

1) Vérifier que le compteur d'eau est marqué de façon claire et indélébile avec les informations suivantes, soit regroupées, soit réparties sur le boîtier, le cadran du dispositif indicateur, une plaque signalétique ou sur le couvercle du compteur si celui-ci n'est pas détachable:

- a) Unité de mesure: mètre cube ou m³;
- b) La classe d'exactitude si elle est différente de la Classe 2;
- c) La valeur numérique de Q_3 , le quotient Q_3/Q_1 , et le quotient Q_2/Q_1 , s'il est différent de 1,6;
- d) Le signe d'approbation de modèle conformément aux réglementations nationales;
- e) Le nom ou la marque déposée du fabricant;
- f) L'année de fabrication et le numéro de série (aussi près que possible du dispositif indicateur);
- g) Le sens d'écoulement (indiqué de chaque côté du boîtier; ou d'un seul côté si la flèche du sens d'écoulement est facilement visible en toutes circonstances);
- h) La pression maximale autorisée (PMA) si elle est supérieure à 1 MPa (10 bar);

Note: L'unité du bar peut être utilisée si les réglementations nationales l'autorisent.

i) La lettre V ou H, si le compteur peut fonctionner uniquement dans la position verticale ou horizontale;

j) La température maximale autorisée (TMA) si elle est supérieure à 30 °C;

k) La perte maximale de pression, si nécessaire;

et, pour les compteurs d'eau munis de dispositifs électroniques, les inscriptions suivantes si appropriées:

l) Pour une alimentation électrique externe, la tension et la fréquence;

m) Pour une batterie remplaçable, la date limite de remplacement de la batterie;

n) Pour une batterie non remplaçable, la date limite de remplacement du compteur d'eau;

2) Compléter la référence du point R 49-1, 5.6 (a) – (n) en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2 Dispositif indicateur (R 49-1, 5.7)

5.3.2.1 Fonction (R 49-1, 5.7.1.1)

1) Vérifier que le dispositif indicateur fournit une indication visuelle facilement lisible, fiable et non ambiguë du volume indiqué;

2) Vérifier que le dispositif indicateur intègre des systèmes visuels d'essai et d'étalonnage;

3) Si le dispositif indicateur intègre des éléments complémentaires pour l'essai et l'étalonnage par d'autres méthodes, par exemple pour les essais et l'étalonnage automatiques, noter le(s) modèle(s) de dispositif.

4) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.1.1 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.2 Unité du symbole de mesurage et emplacement de celui-ci (R 49-1, 5.7.1.2)

1) Vérifier que le volume d'eau indiqué est exprimé en mètres cubes.

2) Vérifier que le symbole "m³" apparaît sur le cadran ou immédiatement adjacent à l'affichage numérique.

3) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.1.2 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.3 Étendue d'indication (R 49-1, 5.7.1.3)

1) Vérifier que le dispositif indicateur est capable d'enregistrer le volume indiqué en mètres cubes correspondant à au moins 1600 heures de

fonctionnement au débit permanent Q_3 , sans que l'affichage repasse à zéro, conformément au Tableau 1:

Tableau 1 Étendue d'indication

Q_3 m ³ /h	Étendue d'indication (valeurs minimales) m ³
$Q_3 \leq 6,3$	9 999
$6,3 < Q_3 \leq 63$	99 999
$63 < Q_3 \leq 630$	999 999
$630 < Q_3 \leq 6\,300$	9 999 999

2) Calculer le volume indiqué (V_i) correspondant à 1600 heures de fonctionnement,

$$V_i = Q_3 \times 1600 \text{ m}^3$$
où, Q_3 est la valeur numérique du débit permanent Q_3 en m³/h.

3) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.1.3 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.4 Couleur de codification pour les dispositifs indicateurs (R 49-1, 5.7.1.4)

1) Vérifier que soit:

- la couleur noire est utilisée pour indiquer le mètre cube et ses multiples,
- la couleur rouge est utilisée pour indiquer les sous-multiples du mètre cube,
- Les couleurs sont appliquées en plus aux aiguilles, repères, chiffres, volants, disques, cadrans et aux montures de cadran.

soit:

- sont utilisés d'autres moyens d'indication du mètre cube avec lesquels il n'y a pas d'ambiguïté pour faire la distinction entre l'indication primaire et les affichages alternatifs, par exemple les sous-multiples pour la vérification et les essais.

2) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.1.4 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.5 Types de dispositif indicateur (R 49-1, 5.7.2)

5.3.2.5.1 Type 1 - Dispositif analogique (R 49-1, 5.7.2.1)

- 1) Si un dispositif indicateur de type 1 est utilisé, vérifier que le volume est indiqué:
- a) soit par mouvement continu d'une ou plusieurs aiguilles mobiles par rapport aux échelles graduées,

- b) soit par mouvement continu d'une ou plusieurs échelles circulaires ou tambours passant chacun un repère.
- 2) Vérifier que la valeur exprimée en mètres cubes pour chaque graduation est de la forme 10^n , où n est un entier positif ou négatif ou zéro, établissant ainsi un système de dizaines consécutives.
- 3) Vérifier que chaque échelle est soit graduée en valeurs exprimées en mètres cubes, soit accompagnée d'un facteur multiplicateur ($\times 0,001$; $\times 0,01$; $\times 0,1$; $\times 1$; $\times 10$; $\times 100$; $\times 1000$, etc.).
- 4) Vérifier que les mouvements de rotation des aiguilles ou des échelles circulaires vont dans le sens des aiguilles d'une montre.
- 5) Vérifier que le mouvement linéaire des aiguilles ou des échelles est dirigé de gauche à droite.
- 6) Vérifier que le mouvement des indicateurs numériques à rouleau est dirigé vers le haut.
- 7) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.2.1 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.5.2 Type 2 – Dispositif numérique (R 49-1, 5.7.2.2)

- 1) Vérifier que le volume indiqué est donné par une ligne de chiffres, apparaissant dans une ou plusieurs ouvertures.
- 2) Vérifier que l'avance d'un chiffre est achevée tandis que le chiffre de la dizaine immédiatement inférieure suivante passe de 9 à 0.
- 3) Vérifier que le mouvement des indicateurs numériques à rouleau (tambours) est dirigé vers le haut.
- 4) Si la dizaine de la plus petite valeur a un mouvement continu, vérifier que l'ouverture est assez grande pour permettre de lire un chiffre sans ambiguïté.
- 5) Vérifier que la hauteur réelle ou apparente des chiffres est d'au moins 4 mm.
- 6) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.2.2 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.5.3 Type 3 – Combinaison des dispositifs analogique et numérique (R 49-1, 5.7.2.3)

- 1) Si le dispositif indicateur est une combinaison des dispositifs de types 1 et 2, vérifier que les exigences respectives de chaque type sont applicables (voir 5.3.2.5.1 et 5.3.2.5.2).
- 2) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.2.3 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.6 Dispositifs de vérification – Premier élément d'un dispositif indicateur – Échelon de vérification (R 49-1, 5.7.4)

5.3.2.6.1 Exigences générales (R 49-1, 5.7.4.1)

- 1) Vérifier que le dispositif indicateur est muni de systèmes de contrôle et d'étalonnage visuels et non ambigus.

- 2) Noter si l'afficheur de contrôle visuel a un mouvement continu ou discontinu.
- 3) Noter si, en plus de l'afficheur de contrôle visuel, le dispositif indicateur inclut des dispositions pour un essai rapide par intégration d'éléments complémentaires (par exemple, volants à croisillons ou disques), fournissant des signaux par l'intermédiaire de capteurs externes. Noter la relation, établie par le fabricant, entre l'indication visuelle de volume et les signaux émis par ces dispositifs complémentaires.
- 4) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.4.1 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.6.2 Afficheur de contrôle visuel (R 49-1, 5.7.4.2)

5.3.2.6.2.1 Valeur de l'échelon de vérification (R 49-1, 5.7.4.2.1)

- 1) Vérifier que la valeur de l'échelon de vérification, exprimée en mètres cubes, est de la forme, 1×10^n , ou 2×10^n , ou 5×10^n , n étant un nombre entier positif ou négatif, ou zéro.
- 2) Pour les dispositifs indicateurs analogiques et numériques à mouvement continu du premier élément, vérifier que l'échelon de vérification est formé à partir de la division en 2, 5 ou 10 parties égales de l'intervalle entre deux chiffres consécutifs du premier élément.
- 3) Pour les dispositifs indicateurs analogiques et numériques à mouvement continu du premier élément, vérifier que la numérotation n'est pas appliquée aux divisions entre les chiffres consécutifs du premier élément.
- 4) Pour les dispositifs indicateurs numériques à mouvement discontinu du premier élément, l'échelon de vérification est l'intervalle entre deux chiffres consécutifs ou mouvements successifs du premier élément.
- 5) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.4.2.1 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.6.2.2 Forme de l'échelle de vérification (R 49-1, 5.7.4.2.2)

- 1) Si le dispositif indicateur a un mouvement continu du premier élément, vérifier que la division apparente n'est pas inférieure à 1 mm et ne dépasse pas 5 mm.
- 2) Vérifier que l'échelle consiste soit en lignes d'épaisseur égale n'excédant pas le quart de la division d'échelle et différant uniquement en longueur, soit en bandes différenciées de largeur constante égale à la division d'échelle.
- 3) Vérifier que la largeur apparente de l'aiguille à sa pointe ne dépasse pas le quart de la division d'échelle.
- 4) Vérifier que la largeur apparente de l'aiguille à sa pointe ne dépasse pas 0,5 mm.

- 5) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.4.2.2 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

5.3.2.6.2.3 Résolution du dispositif indicateur (R 49-1, 5.7.4.2.3)

- 1) Noter la valeur de l'échelon de vérification, $\delta V \text{ m}^3$.
- 2) Calculer le volume réel V_a passé au débit minimal Q_1 en 1 heure 30 minutes,

$$V_a = Q_1 \times 1,5 \text{ m}^3$$
- 3) Calculer l'erreur de résolution ϵ_r du dispositif indicateur
 - a) Pour un mouvement continu du premier élément

$$\begin{aligned} \epsilon_r &= 100 \times (\frac{1}{2} \delta V + \frac{1}{2} \delta V) / V_a \% \\ &= 100 \times \delta V / V_a \% \end{aligned}$$
 - b) Pour un mouvement discontinu du premier élément

$$\begin{aligned} \epsilon_r &= 100 \times (\delta V + \delta V) / V_a \% \\ &= 100 \times 2\delta V / V_a \% \end{aligned}$$
- 4) Vérifier que pour les compteurs de classe d'exactitude 1, la valeur de l'échelon de vérification est assez petite pour garantir que l'erreur de résolution ϵ_r du dispositif indicateur ne dépasse pas 0,25 % du volume réel V_a passé en 1 heure 30 minutes au débit minimal, Q_1 .

$$\epsilon_r \leq 0,25 \%$$
- 5) Vérifier que pour les compteurs de classe d'exactitude 2, la valeur de l'échelon de vérification est assez petite pour garantir que l'erreur de résolution ϵ_r du dispositif indicateur ne dépasse pas 0,5 % du volume réel V_a passé en 1 heure 30 minutes au débit minimal, Q_1 .

$$\epsilon_r \leq 0,5 \%$$
- 6) Compléter la référence du point R 49-1, 5.7.4.2.3 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

Notes:

- i) Lorsque l'affichage du premier élément est continu, il faut prendre en compte pour chaque lecture une erreur maximale ne dépassant pas la moitié de l'échelon de vérification.
- ii) Lorsque l'affichage du premier élément est discontinu, il faut prendre en compte pour chaque lecture une erreur maximale ne dépassant pas un chiffre de l'échelle de vérification.

5.3.3 Marques de vérification et dispositifs de protection (R 49-1, 5.8)

- 1) Vérifier qu'un emplacement est prévu sur le compteur pour l'apposition de la marque de vérification principale, de façon à être visible sans démontage du compteur (R 49-1, 5.8.1).

- 2) Vérifier que le compteur d'eau inclut des dispositifs de protection pouvant être scellés, de façon que, avant et après son installation correcte, le démontage ou la modification du compteur ou de son dispositif de réglage ou de correction ne puissent être effectués sans endommager les dispositifs de protection (R 49-1, 5.8.2).
- 3) Lorsque l'accès aux paramètres influençant la détermination des résultats de mesure n'est pas protégé par des dispositifs mécaniques de scellement, vérifier que la protection satisfait aux dispositions suivantes (R 49-1, 5.8.3.1, a et b):
- l'accès est limité au personnel autorisé;
 - si un code d'accès est utilisé, il doit être possible de le changer;
 - la dernière intervention est mémorisée;
 - l'enregistrement mémorisé inclut aussi la date et l'identité de la personne autorisée;
 - le dernier enregistrement mémorisé est accessible pendant au moins 2 ans;
 - s'il est possible de mémoriser plusieurs interventions, et s'il est nécessaire d'effacer une intervention précédente pour permettre un nouvel enregistrement, c'est l'enregistrement le plus ancien qui doit être effacé.
- 4) Si des compteurs ont des parties pouvant être déconnectées entre elles par l'utilisateur et qu'elles sont interchangeables, vérifier que:
- il n'y a pas de possibilité d'accéder aux paramètres participant à la détermination des résultats de mesure, par l'intermédiaire des points déconnectés sauf si les dispositions mentionnées en 5.3.3, 3) ci-dessus sont satisfaites (R 49-1, 5.8.3.2, a)
- et que,
- l'interposition d'un dispositif quelconque pouvant influencer l'exactitude soit empêchée au moyen de sécurités électroniques et de traitement des données ou, à défaut, par des procédés mécaniques (R 49-1, 5.8.3.2, b)
- 5) Si des compteurs ont des parties pouvant être déconnectées entre elles par l'utilisateur et qu'elles ne sont pas interchangeables, vérifier que:
- il n'y a pas de possibilité d'accéder aux paramètres participant à la détermination des résultats de mesure, par l'intermédiaire des points déconnectés sauf si les dispositions mentionnées en 5.3.3, 3) ci-dessus sont satisfaites (R 49-1, 5.8.3.3)
 - l'interposition d'un dispositif quelconque pouvant influencer l'exactitude soit empêchée au moyen de sécurités électroniques et de traitement des données ou, à défaut, par des procédés mécaniques (R 49-1, 5.8.3.3)
 - ils sont fournis avec des dispositifs les empêchant de fonctionner si les diverses parties ne sont pas connectées selon la configuration du fabricant (R 49-1, 5.8.3.3)

- ils sont fournis avec un dispositif empêchant tout mesurage après toute déconnexion et reconnexion ultérieure non autorisées, effectuées par l'utilisateur (R 49-1, 5.8.3.3)
- 6) Compléter les références des points R 49-1, 5.8.1-5.8.3.3 en 4.1.1 du format de rapport d'essai R 49-3.

6 Essais de performance pour tous les compteurs d'eau

Lors des essais de performance, toutes les valeurs, dimensions et observations appropriées doivent être enregistrées.

Notes:

- Pour la présentation des résultats des essais d'évaluation de modèle, voir 10.
- Les paragraphes applicables de R 49-1 sont indiqués entre parenthèses ci-après.

6.1 Exigences communes à tous les essais

6.1.1 Qualité de l'eau

Les essais des compteurs d'eau doivent être faits en utilisant de l'eau. L'eau doit provenir du réseau d'eau potable du service public ou doit satisfaire aux mêmes exigences.

L'eau ne doit rien contenir qui puisse endommager le compteur ou avoir un effet négatif sur son fonctionnement. Elle ne doit pas contenir de bulles d'air.

Note: Si l'eau est en cours de recyclage, des dispositions doivent être prises afin d'empêcher que l'eau résiduelle dans le compteur devienne nocive pour les personnes.

6.1.2 Règles générales relatives à l'installation et au lieu d'essai

6.1.2.1 Immunité contre des influences douteuses

Les bancs d'essai doivent être conçus, fabriqués et utilisés de façon que la performance du système lui-même ne contribue pas significativement à l'erreur pendant l'essai. Pour cela, des qualités élevées de maintenance d'équipement et des supports et appareillages adéquats sont nécessaires afin d'empêcher les vibrations du compteur, du banc d'essai et de ses accessoires.

L'environnement du banc d'essai doit être tel que les conditions de référence de l'essai soient satisfaites (voir article 3).

Il doit être possible d'effectuer les lectures d'essai rapidement et facilement.

Dans le cadre du processus de validation, des inter-comparaisons périodiques entre les systèmes d'essai doivent être effectuées conformément au Document International OIML D 7 [5].

6.1.2.2 Essai par groupes de compteurs

Les compteurs sont essayés soit individuellement, soit par groupes. Dans ce dernier cas, les caractéristiques individuelles des compteurs doivent être déterminées avec précision. Les interactions entre compteurs et systèmes d'essai, doivent être éliminées.

Lorsque les compteurs sont essayés en série, la pression à la sortie de chaque compteur doit être suffisante pour empêcher la cavitation.

6.1.2.3 Lieu

L'environnement choisi pour les essais des compteurs doit être conforme aux principes définis dans la publication OIML G 13 *Programme des laboratoires de métrologie et d'essais* [11] et doit être exempt d'influences perturbatrices (par exemple, concernant la température ambiante et les vibrations).

6.2 Essai de pression statique (R 49-1, 6.2.5)

6.2.1 Objet de l'essai

Vérifier que le compteur d'eau peut supporter la pression hydraulique d'essai spécifiée pour la durée indiquée, sans fuite ni dommage.

6.2.2 Préparation

- 1) Installer les compteurs dans le banc d'essai soit un à un, soit par groupes.
- 2) Faire la purge d'air pour la tuyauterie du banc d'essai et le compteur d'eau.
- 3) S'assurer que le banc d'essai est exempt de fuites.
- 4) S'assurer que la pression d'alimentation est exempte de pulsations de pression.

6.2.3 Procédure d'essai

6.2.3.1 Compteurs en ligne

- 1) Augmenter la pression hydraulique à 1,6 fois la pression maximale autorisée (PMA) du compteur et maintenir ce niveau de pression durant 15 minutes.

- 2) Examiner les compteurs pour inventorier les dommages matériels, les fuites externes et les fuites dans le dispositif indicateur.
- 3) Augmenter la pression hydraulique à deux fois la PMA et maintenir ce niveau de pression durant 1 minute.
- 4) Examiner les compteurs pour inventorier les dommages matériels, les fuites externes et les fuites dans le dispositif indicateur.
- 5) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.1.

Exigences supplémentaires:

- a) Augmenter et diminuer la pression graduellement sans à-coups de pression.
- b) Appliquer uniquement les températures de référence pour cet essai.

6.2.3.2 Compteurs concentriques

La procédure d'essai en 6.2.3.1 s'applique aussi à l'essai de pression des compteurs d'eau concentriques; cependant, les scellés situés au niveau de l'interface collecteur/compteur concentrique (voir exemple dans l'Annexe E, Figure E.1) doivent aussi être testés afin de s'assurer que des fuites internes non révélées entre les conduits d'entrée et de sortie du compteur ne se produisent pas.

Lorsque l'essai de pression est effectué, le compteur et le collecteur doivent être testés ensemble.

Les exigences pour l'essai des compteurs concentriques pouvant varier selon la conception, un exemple de méthode d'essai est donné dans l'Annexe E (informative) - Figures E.2 et E.3.

6.2.4 Critères d'acceptation

Il ne doit pas y avoir de fuite au niveau du compteur ou dans le dispositif indicateur, ou de dommages matériels à la suite de l'un des essais de pression décrits en 6.2.3.1 et 6.2.3.2.

6.3 Détermination des erreurs intrinsèques (d'indication) (R 49-1, 6.2.4) et des effets de l'orientation du compteur (R 49-1, 6.2.4.3)

6.3.1 Objet de l'essai

Déterminer les erreurs intrinsèques (d'indication) du compteur d'eau ainsi que les effets de l'orientation du compteur sur l'erreur (d'indication).

6.3.2 Préparation

6.3.2.1 Description du banc d'essai

La méthode décrite ici pour la détermination des erreurs (d'indication) du compteur est la méthode dite de "jaugeage", dans laquelle la quantité d'eau passée à

travers le compteur d'eau est recueillie dans une ou plusieurs cuves de jaugeage et déterminée par volumétrie ou par pesage. D'autres méthodes peuvent être utilisées, à condition que les exigences de 6.3.2.2.6.1 soient satisfaites.

Le contrôle des erreurs (d'indication) consiste à comparer les indications de volume données par le compteur dans les conditions de référence avec celles fournies par un dispositif de référence étalonné.

Pour les besoins de ces essais, il convient de tester un compteur sans que ses dispositifs supplémentaires provisoires soient reliés (le cas échéant).

Le banc d'essai consiste, typiquement, en:

- a) Une alimentation en eau (réservoir non pressurisé, réservoir pressurisé, pompe, etc.),
- b) Tuyauterie,
- c) Un dispositif de référence étalonné (réservoir volumétrique étalonné, système de pesage, compteur de référence, etc.),
- d) Appareils de mesure de la durée de l'essai,
- e) Dispositifs pour l'automatisation des essais (si nécessaire),
- f) Appareils de mesure de la température de l'eau,
- g) Appareils de mesure de la pression de l'eau.

6.3.2.2 Tuyauterie

6.3.2.2.1 Description

La tuyauterie doit inclure:

- a) une section pour essai dans laquelle le(s) compteur(s) est (sont) placé(s);
- b) un moyen d'établir le débit souhaité;
- c) un ou deux dispositifs d'isolement;
- d) un appareil pour déterminer le débit;

et si nécessaire:

- e) un moyen de vérifier que la tuyauterie est remplie à un niveau de référence avant et après chaque essai;
- f) une ou plusieurs prises d'air;
- g) un clapet anti-retour;
- h) un épurateur d'air;
- i) un filtre.

Pendant l'essai, les fuites, l'admission et l'évacuation ne doivent pas être autorisées soit entre le(s) compteur(s) et le dispositif de référence, soit à partir du dispositif de référence.

La tuyauterie doit être telle que dans la partie supérieure, interne du compteur, il existe une pression positive d'au moins 0,03 MPa (0,3 bar), même à un débit nul.

6.3.2.2.2 Section d'essai

La section d'essai doit inclure, en plus du (des) compteur(s):

- a) une ou plusieurs prises de pression pour la mesure de la pression, l'une étant située en amont et près du (premier) compteur;
- b) un appareil de mesure de la température de l'eau près de l'entrée du (premier) compteur.

La présence de quelques accessoires ou dispositifs de tuyauterie placés dans ou près de la section de mesurage ne doit pas provoquer de cavitation ou de perturbations du débit susceptibles d'altérer la performance des compteurs ou de provoquer des erreurs d'indication.

6.3.2.2.3 Précautions à prendre durant les essais

- 1) Vérifier que le fonctionnement du banc d'essai est tel que, pendant un essai, le volume réel d'eau qui s'écoule à travers le(s) compteur(s) est égal à celui mesuré par le dispositif de référence.
- 2) Vérifier que le tuyau (par exemple, le cou de cygne dans la tubulure de refoulement) est rempli au même niveau de référence au début et à la fin de l'essai.
- 3) Purger tout l'air de la tuyauterie d'interconnexion et du (des) compteur(s). Le fabricant peut recommander une procédure garantissant que tout l'air du compteur est purgé.
- 4) Prendre toutes les précautions nécessaires afin d'éviter les effets de vibrations et de chocs.

6.3.2.2.4 Dispositions spéciales pour l'installation des compteurs

6.3.2.2.4.1 Prévention de mesures erronées

Le rappel ci-après des causes les plus fréquentes de mesures erronées, et des précautions nécessaires pour l'installation des compteurs d'eau sur le banc d'essai est donné dans les recommandations de la publication OIML D 4 [3] qui a pour but d'aider à la réalisation d'une installation d'essai dans laquelle:

- a) les caractéristiques hydrodynamiques de flux n'induisent pas de différence perceptible dans le fonctionnement du compteur par comparaison aux caractéristiques hydrodynamiques de flux non perturbé;
- b) l'erreur globale de la méthode employée ne dépasse la valeur stipulée (voir 6.3.2.2.6.1).

6.3.2.2.4.2 Recours à des sections droites de tuyau ou à un redresseur de flux

L'exactitude des compteurs d'eau non volumétriques peut être altérée par une perturbation en amont due, par exemple, à la présence de coudes, de tés, de clapets ou de pompes.

Afin de contrebalancer ces effets:

- le compteur doit être installé conformément aux instructions du fabricant.
- la tuyauterie de raccordement doit avoir un diamètre nominal interne compatible avec l'embout correspondant du compteur.
- si nécessaire, un redresseur de flux doit être installé en amont de la section droite de tuyau.

6.3.2.2.4.3 Causes courantes de perturbation de flux

Un flux peut être soumis à deux types de perturbations: distorsions du profil de vitesse et tourbillons, les deux pouvant avoir une incidence sur les erreurs d'indication d'un compteur d'eau.

Les distorsions du profil de vitesse sont typiquement causées par une obstruction partielle du tuyau due, par exemple, à une vanne partiellement fermée ou à un mauvais alignement de joints à brides. Cela peut être facilement éliminé par une application soigneuse des procédures d'installation.

Les tourbillons peuvent être causés soit par deux coudes ou plus dans des plans différents, soit par un seul coude combiné à un réducteur ou à une vanne partiellement fermée. Cet effet peut être contrôlé en installant soit une longueur adéquate de canalisation droite en amont du compteur d'eau, soit un redresseur de flux, ou par une combinaison de ces deux solutions. Cependant, dans la mesure du possible, il convient d'éviter ces types de configuration de la tuyauterie.

6.3.2.2.4.4 Compteurs d'eau volumétriques

Certains modèles de compteurs d'eau, par exemple les compteurs d'eau volumétriques (c'est-à-dire ceux qui mettent en œuvre des chambres de mesure à parois mobiles), tels que les compteurs à piston oscillant ou à disque oscillant, sont considérés comme n'étant pas sensibles aux conditions d'installation en amont; par conséquent, aucune condition spéciale n'est exigée.

6.3.2.2.4.5 Compteurs utilisant l'induction électromagnétique

Les compteurs utilisant l'induction électromagnétique comme principe de mesure peuvent être affectés par la conductivité de l'eau utilisée pour les essais.

Il convient que la conductivité de l'eau utilisée pour les essais de ce type de compteur soit comprise dans les limites de l'étendue de fonctionnement relative à la conductivité, spécifiées par le fabricant du compteur.

6.3.2.2.4.6 Autres principes de mesure

D'autres types de compteurs peuvent nécessiter un conditionnement de flux lors du mesurage des erreurs d'indication et dans de tels cas, il faut respecter les exigences d'installation recommandées par le fabricant (voir 6.8).

Il convient de faire état de ces exigences d'installation dans le certificat d'approbation de modèle du compteur d'eau.

Les compteurs concentriques dont on a prouvé l'insensibilité à la configuration du collecteur (voir 6.3.2.2.4.4) peuvent être testés et utilisés avec n'importe quelle installation appropriée de collecteur.

6.3.2.2.5 Erreurs de début et de fin des essais

Des précautions adéquates doivent être prises afin de réduire les incertitudes résultant du fonctionnement durant l'essai des composants du banc d'essai.

Des détails sur les précautions à prendre sont donnés en 6.3.2.2.5.1 et 6.3.2.2.5.2 pour les deux cas rencontrés dans la méthode par "jaugeage".

6.3.2.2.5.1 Essais avec lectures prises compteur au repos

Cette méthode est généralement connue sous le nom de méthode de lecture au repos.

Le débit est établi par l'ouverture d'une vanne située de préférence en aval du compteur, et il cesse par la fermeture de cette vanne. L'indication du compteur est lue lorsqu'elle est stationnaire.

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

Pendant l'établissement du débit et la période de fonctionnement au débit constant spécifié, l'erreur (d'indication) du compteur varie en fonction du débit (courbe d'erreur).

Pendant la période d'arrêt du débit, la combinaison de l'inertie des parties mobiles du compteur et du mouvement de rotation de l'eau à l'intérieur du compteur, peut produire une erreur appréciable à prendre en compte pour certains types de compteurs et certains débits d'essai.

Il n'est pas possible, dans ce cas, de déterminer une simple règle empirique fixant des conditions de façon que cette erreur puisse toujours être négligeable.

Dans le doute, il est conseillé:

- a) d'augmenter le volume recueilli et la durée de l'essai;
- b) de comparer les résultats avec ceux obtenus par une ou plusieurs autres méthodes, et en particulier la méthode décrite en 6.3.2.2.5.2 qui élimine les causes d'incertitude indiquées ci-dessus.

Pour certains types de compteurs d'eau électroniques à émissions d'impulsions, utilisés pour les essais, la réponse du compteur aux variations de débit peut être telle que des impulsions valides soient émises après la fermeture de la vanne. Dans ce cas, des moyens doivent exister pour compter ces impulsions additionnelles.

Lorsque des émissions d'impulsions sont utilisées pour l'essai des compteurs, il faut vérifier que le volume indiqué par le comptage d'impulsions correspond au volume affiché sur le dispositif indicateur.

6.3.2.2.5.2 Essais avec lectures du compteur prises en régime établi et avec commutation de flux

Cette méthode est généralement connue sous le nom de méthode de lecture à la volée.

Le mesurage est effectué lorsque les conditions de flux sont stabilisées.

Un partiteur détourne le flux dans une cuve jaugée au début du mesurage et le détourne dans une autre direction à la fin.

L'indication du compteur est lue en phase d'écoulement.

La lecture du compteur est synchronisée avec la manœuvre de commutation du flux.

Le volume recueilli dans la cuve est le volume réel ayant traversé le compteur.

L'incertitude introduite dans le volume peut être considérée comme négligeable si les durées de manœuvre de commutation du flux dans chaque direction sont identiques à 5 % près et si cette durée est inférieure à 1/50 de la durée totale de l'essai.

6.3.2.2.6 Dispositif de référence étalonné

6.3.2.2.6.1 Incertitude globale de la valeur du volume réel mesuré

Lorsqu'un essai est mené, l'incertitude élargie de la valeur du volume réel mesuré ne doit pas dépasser un cinquième de l'erreur maximale tolérée applicable en approbation de modèle, en vérification primitive et en vérification ultérieure.

L'incertitude doit être évaluée conformément au *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* [4] avec un facteur de couverture, $k = 2$.

6.3.2.2.6.2 Volume minimal du dispositif de référence étalonné

Le volume minimal autorisé dépend des exigences déterminées par les effets de départ-arrêt dans les essais (erreur de synchronisation), et par la conception du dispositif indicateur (valeur de l'échelon de vérification).

6.3.2.2.6.3 Distorsion cyclique du compteur

Les effets d'une éventuelle distorsion cyclique sur l'indication du compteur doivent être négligeables, que cette indication soit visuelle ou automatique.

6.3.2.2.7 Principaux facteurs affectant la mesure de l'erreur (d'indication)

6.3.2.2.7.1 Généralités

Les variations de pression, de débit et de température dans le banc d'essai, et les incertitudes au niveau de l'exactitude de la mesure de ces grandeurs physiques, sont les principaux facteurs influençant le mesurage des erreurs (d'indication) d'un compteur d'eau.

6.3.2.2.7.2 Pression d'alimentation

La pression d'alimentation doit être maintenue à une valeur constante tout au long de l'essai au débit choisi.

Lors de l'essai de compteurs d'eau désignés par $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$, à des débits d'essai $\leq 0,1 Q_3$, la constance de la pression à l'entrée du compteur (ou à l'entrée du premier compteur d'un groupe en cours d'essai) est obtenue si le banc d'essai est alimenté par un tuyau provenant d'un réservoir à niveau constant. Cela assure un flux non perturbé.

On peut utiliser toute autre méthode d'alimentation (par exemple un réservoir sous pression) s'il a été montré qu'elle ne provoque pas de pulsations de la pression dépassant celles d'une alimentation par réservoir à niveau constant.

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

L'incertitude maximale de mesure de la pression doit être de 5 %^[1] de la valeur mesurée.

La pression à l'entrée du compteur ne doit pas dépasser la pression maximale autorisée du compteur.

6.3.2.2.7.3 Débit

Le débit doit être maintenu constant tout au long de l'essai à la valeur choisie.

La variation relative de débit pendant chaque essai (non compris le démarrage et l'arrêt) ne doit pas dépasser:

$$\begin{aligned} & \pm 2,5 \% \text{ de } Q_1 \text{ à } Q_2 \text{ (non inclus);} \\ & \pm 5,0 \% \text{ de } Q_2 \text{ (inclus) à } Q_4. \end{aligned}$$

La valeur de débit est le volume réel écoulé durant l'essai, divisé par la durée.

Cette condition de variation de débit est acceptable si la variation relative de pression (l'écoulement se faisant vers l'atmosphère libre) ou la variation relative de perte de pression (en conduites fermées), ne dépasse pas:

$$\begin{aligned} & \pm 5 \% \text{ de } Q_1 \text{ à } Q_2 \text{ (non inclus);} \\ & \pm 10 \% \text{ de } Q_2 \text{ (inclus) à } Q_4. \end{aligned}$$

6.3.2.2.7.4 Température

Durant un essai, la température de l'eau ne doit pas varier de plus de 5 °C.

L'incertitude maximale dans la mesure de la température ne doit pas dépasser 1 °C.

6.3.2.2.7.5 Orientation du (des) compteur(s) d'eau

- 1) Si les compteurs portent la marque "H", monter la tuyauterie de raccordement de façon que l'axe d'écoulement soit dans le plan horizontal durant l'essai.
- 2) Si les compteurs portent la marque "V", monter la tuyauterie de raccordement de façon que l'axe d'écoulement soit dans le plan vertical durant l'essai.

^[1] Incertitude élargie [4] du mesurage ($k = 2$)

- 3) Si les compteurs ne portent ni la marque "H", ni la marque "V",
 - au moins un compteur de l'échantillon doit être monté avec l'axe d'écoulement dans le plan vertical, et le sens d'écoulement de bas en haut,
 - au moins un compteur de l'échantillon doit être monté avec l'axe d'écoulement dans le plan vertical, et le sens d'écoulement de haut en bas,
 - au moins un compteur de l'échantillon doit être monté avec l'axe d'écoulement orienté selon un angle intermédiaire entre la verticale et l'horizontale (choisi à l'initiative de l'autorité d'approbation).
 - les compteurs restants de l'échantillon doivent être montés avec l'axe d'écoulement dans le plan horizontal.
- 4) Si les compteurs ont un dispositif indicateur intégré au boîtier du compteur, au moins l'un des compteurs montés horizontalement doit être orienté avec le dispositif indicateur placé sur le côté et les compteurs restants doivent être orientés avec le dispositif indicateur placé sur le dessus.
- 5) La tolérance sur la position de l'axe d'écoulement pour tous les compteurs, qu'elle soit horizontale, verticale ou dans un plan intermédiaire, ne doit pas dépasser $\pm 5^\circ$.

6.3.3 Procédure d'essai

- 1) Déterminer les erreurs intrinsèques (d'indication) du compteur d'eau (pour la mesure du volume réel) pour au moins les débits suivants, l'erreur à chaque débit étant mesurée deux fois:
 - a) entre Q_1 et $1,1 Q_1$
 - b) entre $0,5 (Q_1 + Q_2)$ et $0,55 (Q_1 + Q_2)$ (uniquement pour $Q_2/Q_1 > 1,6$)
 - c) entre Q_2 et $1,1 Q_2$
 - d) entre $0,33 (Q_2 + Q_3)$ et $0,37 (Q_2 + Q_3)$
 - e) entre $0,67 (Q_2 + Q_3)$ et $0,74 (Q_2 + Q_3)$
 - f) entre $0,9 Q_3$ et Q_3
 - g) entre $0,95 Q_4$ et Q_4

Lorsque la courbe d'erreur initiale est proche de l'erreur maximale tolérée à un autre point que Q_1 , Q_2 ou Q_3 , et s'il est prouvé que cette erreur est typique du modèle de compteur, l'autorité d'approbation peut choisir de définir un débit alternatif pour la vérification primitive dans le certificat d'approbation de modèle.

- 2) Essayer le compteur d'eau sans ses dispositifs supplémentaires reliés (le cas échéant).
- 3) Durant un essai, maintenir tous les autres facteurs d'influence dans les conditions de référence.
- 4) Mesurer l'erreur (d'indication) aux autres débits si la forme de la courbe d'erreur indique que l'emt peut être dépassée.

- 5) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque débit conformément à l'Annexe B.
- 6) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.2.

6.3.4 Critères d'acceptation

- 1) Les erreurs relatives (d'indication) observées pour chacun des sept débits ne doivent pas dépasser les erreurs maximales tolérées données en 3.2.1 et 3.2.2 de R 49-1. Si l'erreur observée à un débit uniquement, sur un ou plusieurs compteurs est supérieure à l'erreur maximale tolérée, l'essai à ce débit doit être répété. L'essai doit être déclaré satisfaisant si deux résultats sur trois ne dépassent pas l'erreur maximale tolérée et si la moyenne arithmétique des résultats pour les trois essais à ce débit est inférieure ou égale à l'erreur maximale tolérée.
- 2) Si toutes les erreurs relatives (d'indication) du compteur d'eau ont le même signe, au moins une de ces erreurs ne doit pas dépasser la moitié de l'erreur maximale tolérée. Dans tous les cas, cette exigence doit être appliquée équitablement vis-à-vis du prestataire acheminant l'eau et du consommateur (voir également R 49-1, point 3.3.3, paragraphes 3 et 8).

6.4 Essai de la température de l'eau (R 49-1, 3.2.6)

6.4.1 Objet de l'essai

Mesurer les effets de la température de l'eau sur les erreurs (d'indication) du compteur.

6.4.2 Préparation

Appliquer les exigences d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2.

6.4.3 Procédure d'essai

- 1) Mesurer l'erreur (d'indication) d'au moins un compteur au débit Q_2 avec la température de l'eau en admission à 10°C , maintenue avec une tolérance de $\pm 5^\circ\text{C}$ et tous les autres facteurs d'influence maintenus dans les conditions de référence.
- 2) Mesurer l'erreur (d'indication) d'au moins un compteur au débit Q_2 avec la température de l'eau en admission à la température maximale autorisée (TMA) du compteur, maintenue avec une tolérance de $+0/-5^\circ\text{C}$ et tous les autres facteurs d'influence maintenus dans les conditions de référence.

3) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque température de l'eau en admission conformément à l'Annexe B.

4) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.3

6.4.4 Critères d'acceptation

L'erreur relative (d'indication) du compteur ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée applicable.

6.5 Essai de la pression d'eau (R 49-1, 3.2.6)

6.5.1 Objet de l'essai

Mesurer les effets de la pression d'eau interne sur les erreurs (d'indication) du compteur.

6.5.2 Préparation

Les exigences d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être appliquées.

6.5.3 Procédure d'essai

- 1) Mesurer l'erreur (d'indication) d'au moins un compteur à un débit de Q_2 avec la pression d'eau en admission maintenue d'abord à 0,03 MPa (0,3 bar) $\pm 5\%$ puis à la pression maximale autorisée (+ 0, - 10 %).
- 2) Durant chaque essai, maintenir tous les autres facteurs d'influence dans les conditions de référence.
- 3) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque valeur de pression d'eau en admission conformément à l'Annexe B.
- 4) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.4.

6.5.4 Critères d'acceptation

L'erreur relative (d'indication) du compteur ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée applicable.

6.6 Essai d'inversion du flux (R 49-1, 3.2.5)

6.6.1 Objet de l'essai

Vérifier que le compteur satisfait à l'exigence de 3.2.5 en R 49-1 lorsqu'une inversion de flux se produit.

Les compteurs conçus pour mesurer des flux inversés doivent décrétement avec exactitude le volume en flux inversé.

Les compteurs permettant l'inversion de flux mais qui ne sont pas conçus pour le mesurer, doivent être soumis à un flux inversé et les erreurs doivent par la suite être mesurées pour un flux dans le sens normal afin de s'assurer qu'il n'y a pas de dégradation de leur performance métrologique, provoquée par les inversions de flux.

Les compteurs conçus pour empêcher l'inversion de flux (par exemple au moyen d'un clapet anti-retour intégré) doivent être soumis à l'application de la pression maximale autorisée du compteur au niveau du raccord de sortie et les erreurs de mesure doivent par la suite être déterminées pour un flux dans le sens normal afin de s'assurer qu'il n'y a pas de dégradation de leur performance métrologique, provoquée par la mise sous pression du compteur.

6.6.2 Préparation

Les exigences d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être appliquées.

6.6.3 Procédure d'essai

6.6.3.1 Compteurs conçus pour mesurer le flux inversé

- 1) Mesurer l'erreur (d'indication) d'au moins un compteur à chacun des débits inversés suivants:
 - a) entre Q_1 et $1,1 Q_1$
 - b) entre Q_2 et $1,1 Q_2$
 - c) entre $0,9 Q_3$ et Q_3
- 2) Durant chaque essai, maintenir tous les autres facteurs d'influence dans les conditions de référence.
- 3) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque débit conformément à l'Annexe B.
- 4) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.5.1.

6.6.3.2 Compteurs non conçus pour mesurer le flux inversé

- 1) Soumettre le compteur à un flux inversé de $0,9 Q_3$ pendant 1 minute.
- 2) Mesurer l'erreur (d'indication) d'au moins un compteur aux débits suivants dans le sens normal:
 - a) entre Q_1 et $1,1 Q_1$
 - b) entre Q_2 et $1,1 Q_2$
 - c) entre $0,9 Q_3$ et Q_3
- 3) Pendant chaque essai, maintenir tous les autres facteurs d'influence dans les conditions de référence.

4) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque débit conformément à l'Annexe B.

5) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.5.2

6.6.3.3 Compteurs empêchant le flux inversé

1) Les compteurs empêchant le flux inversé doivent être soumis à la pression maximale autorisée dans le sens du flux inversé pendant 1 minute.

2) Mesurer l'erreur (d'indication) d'au moins un compteur aux débits suivants dans le sens normal:

a) entre Q_1 et $1,1 Q_1$

b) entre Q_2 et $1,1 Q_2$

c) entre $0,9 Q_3$ et Q_3

3) Pendant chaque essai, maintenir tous les autres facteurs d'influence dans les conditions de référence.

4) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque débit conformément à l'Annexe B.

5) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.5.3

6.6.4 Critères d'acceptation

Dans les essais décrits dans 6.6.3.1, 6.6.3.2 et 6.6.3.3, l'erreur relative (d'indication) du compteur ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée applicable.

6.7 Essai de perte de pression (R 49-1, 6.2.6)

La perte de pression d'un compteur d'eau est obtenue par la méthode de référence spécifiée ci-après.

6.7.1 Objet de l'essai

Vérifier que la perte de pression pour le compteur ne dépasse pas 0,1 MPa (1 bar) à un débit quelconque dans l'étendue Q_1 à Q_4 .

Mesurer la pression différentielle statique (ΔP_2) entre les prises de pression de la section de mesure avec le compteur en place au débit Q_4 (ou à un débit de Q_1 à Q_4 produisant la perte de pression maximale) puis en soustraire la perte de pression (ΔP_1) des longueurs de canalisation amont et aval mesurées, au même débit, en l'absence du compteur (voir Figure 1).

La procédure d'essai de perte de pression doit prendre en compte toute reprise de pression en aval du compteur par un positionnement adapté de la prise de pression aval (voir 6.7.2.1.2) et doit aussi compenser si

nécessaire les longueurs de canalisation entre les prises de pression (voir 6.7.3).

6.7.2 Préparation

6.7.2.1 Équipement pour l'essai de perte de pression

6.7.2.1.1 Généralités

L'équipement nécessaire pour effectuer les essais de perte de pression consiste en une section de mesure dans la tuyauterie comprenant le compteur d'eau soumis à essai et un moyen de produire le débit constant spécifié à travers le compteur. Le même moyen de production de débit constant que celui utilisé pour le mesurage des erreurs (d'indication), décrit en 6.3.2, est généralement utilisé pour les essais de perte de pression.

Des prises de pression de conception et dimensions similaires doivent être installées aux conduites d'entrée et de sortie de la section de mesure.

6.7.2.1.2 Section de mesure

Les longueurs amont et aval de tuyau, avec leurs raccords d'extrémité et prises de pression, ainsi que le compteur d'eau soumis à l'essai, constituent la section de mesure.

6.7.2.1.2.1 Diamètre interne de la section de mesure

Une différence de diamètre au niveau des tuyaux de raccordement du compteur peut produire une incertitude de mesure incompatible avec l'exactitude désirée et doit être évitée.

Afin de contre-balancer ces effets, le compteur doit être installé selon les instructions du fabricant et les tuyaux de raccordement amont et aval en contact avec le compteur d'eau doivent avoir un diamètre interne nominal compatible avec le raccord correspondant du compteur.

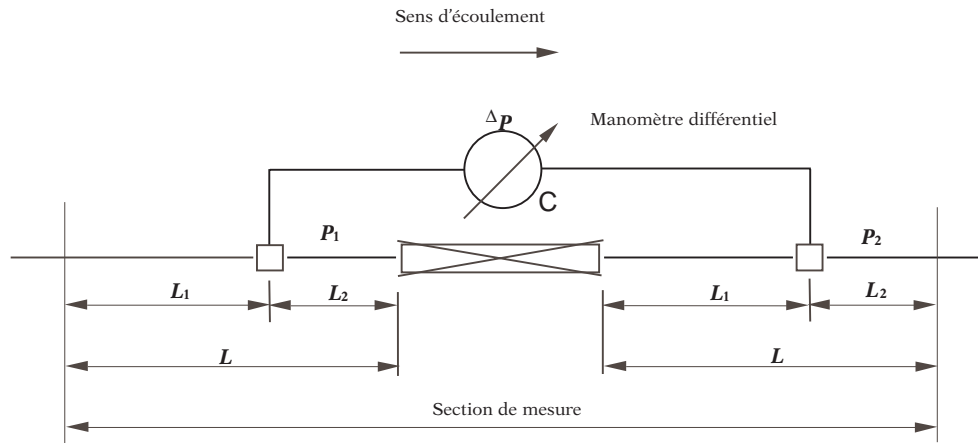
6.7.2.1.2.2 Longueurs droites de la section de mesure

Des longueurs droites de tuyau doivent être fournies à la fois en amont et en aval du compteur, et en amont et en aval des prises de pression, conformément à la Figure 1, où D est le diamètre interne de tuyauterie de la section de mesure.

6.7.2.1.2.3 Conception des prises de pression de la section de mesure

Des prises de pression de conception et de dimensions similaires doivent être installées aux tuyaux d'entrée et de sortie de la section de mesure.

La conception des prises de pression doit être conforme à ISO 4064: Partie 3 [9].



Note : P_1 et P_2 représentent les prises de pression et C, le compteur d'eau, ou pour les compteurs concentriques, le compteur d'eau plus le collecteur.

$$L \geq 15 D, L_1 \geq 10 D, L_2 \geq 5 D$$

D = diamètre interne de tuyauterie

Figure 1 Schéma de montage de la section de mesure

6.7.2.1.2.4 Mesure de la pression différentielle statique

Chaque groupe de prises de pression dans un même plan, doit être relié par un conduit étanche à une entrée d'un dispositif de mesure de pression différentielle, par exemple, un manomètre ou un transducteur de pression différentielle. Des dispositions doivent être prises pour purger l'air du dispositif de mesure et des conduits de raccordement.

6.7.3 Procédure d'essai

6.7.3.1 Détermination de la perte de pression propre aux conduites pour les compteurs d'eau (mesurage 1)

- 1) Mesurer la perte de pression des conduites amont et aval (ΔP_1) avant de procéder aux essais avec le compteur installé. Ceci est réalisé en joignant face à face les tuyaux amont et aval sans le compteur (prendre soin d'éviter toute protubérance du joint à l'intérieur de la conduite ou un mauvais alignement des deux faces), et en mesurant la perte de pression de la section de mesure pour le débit spécifié (voir Figure 2(a)).

Note: L'absence du compteur d'eau raccourcira la section de mesure. Si des sections télescopiques ne sont pas montées sur le banc d'essai, l'espace peut être comblé en insérant à l'extrémité aval de la section de mesure, soit un conduit provisoire,

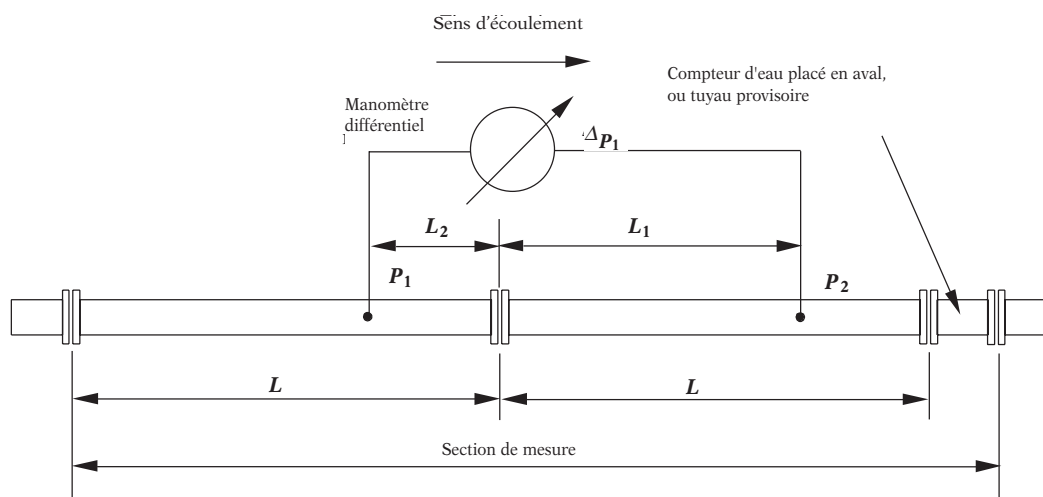
de même longueur et de même diamètre interne que les conduites, soit le compteur d'eau lui-même.

- 2) Calculer la perte de pression pour les conduites en utilisant les formules indiquées dans la Figure 2 (a).

6.7.3.2 Mesurage et calcul de la valeur réelle de ΔP d'un compteur d'eau (mesurage 2)

- 1) Aux mêmes débits d'essai (Q_1) utilisés pour déterminer les pertes de pression de canalisation, dans la même installation, avec les mêmes prises de pression et le même dispositif de mesure de la pression différentielle, mais avec le compteur d'eau en place, mesurer la pression différentielle (ΔP_2) dans la section de mesure (voir Figure 2 (b)).
- 2) Calculer la perte de pression globale pour les conduites avec le compteur en utilisant les formules indiquées dans la Figure 2 (b)
- 3) Calculer la perte de pression réelle (ΔP) du compteur d'eau au débit d'essai (Q_1) par la formule: $\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1$
- 4) Si nécessaire, cette perte de pression mesurée (ΔP_m) peut être convertie, par exemple, en celle correspondant au débit Q_4 du compteur d'eau, en se référant à la formule de la loi des carrés suivante:

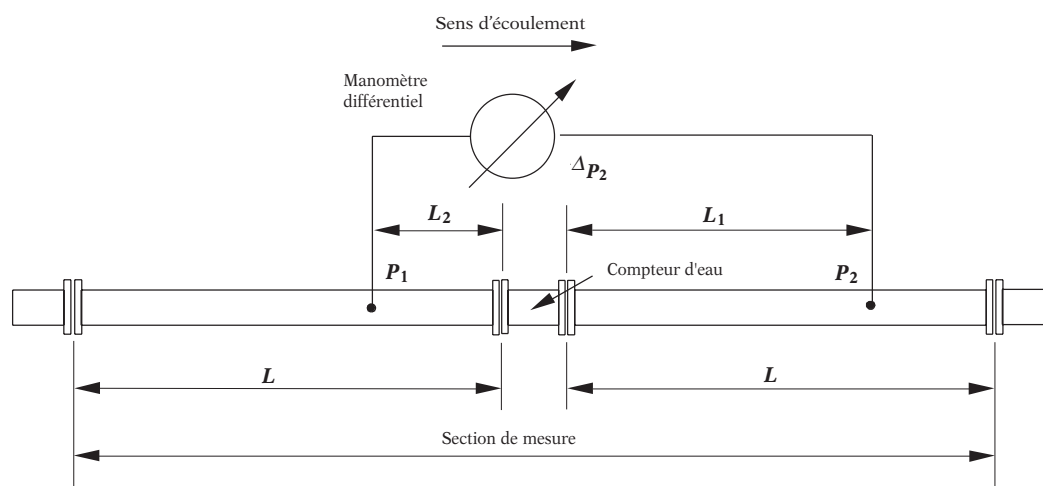
$$\text{Perte de pression à } Q_4 = \Delta P_{(Q_4)} = \frac{(Q_4)^2}{(Q_1)^2} \times \Delta P_m$$



(a) Mesurage 1 (voir 6.7.3.1)

ΔP_1 = Perte de pression dans les canalisations amont et aval

$$\Delta P_1 = (\Delta PL_2 + \Delta PL_1)$$



(b) Mesurage 2 (voir 6.7.3.2)

ΔP_2 = Perte de pression dans les canalisations amont et aval avec le compteur d'eau

$$\Delta P_2 = (\Delta PL_2 + \Delta PL_1 + \Delta P_{\text{compteur}})$$

$$\Delta P_2 - \Delta P_1 = (\Delta PL_2 + \Delta PL_1 + \Delta P_{\text{compteur}}) - (\Delta PL_2 + \Delta PL_1) = \Delta P_{\text{compteur}}$$

Figure 2 Mesurage de perte de pression, procédure d'essai

- 5) Si la perte maximale de pression est susceptible de se produire à un débit différent de Q_4 , des mesurages additionnels doivent être réalisés au débit approprié en utilisant la procédure ci-dessus,
- 6) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.6.

6.7.3.3 Incertitude maximale

L'incertitude élargie maximale dans les résultats de mesure de la perte de pression doit être égale à 5 % de la perte de pression mesurée, avec un facteur de couverture $k = 2$.

6.7.4 Critères d'acceptation

La perte de pression du compteur ne doit pas dépasser 0,1 MPa (1 bar) pour tout débit entre Q_1 et Q_4 inclus.

6.8 Essais de perturbation du débit (R 49-1, 5.3.4)

6.8.1 Objet des essais

Vérifier que le compteur est conforme aux exigences de 5.3.4 dans R 49-1 pour le flux normal et si approprié pour le flux inversé (voir R 49-1, 3.2.5).

Note 1: Sont mesurés les effets sur l'erreur (d'indication) d'un compteur d'eau, de la présence de perturbations du débit de types communs spécifiés, en amont et en aval du compteur.

Note 2: Des dispositifs perturbateurs de types 1 et 2 sont utilisés pour les essais afin de créer des champs de vitesse de rotation (tourbillons) respectivement lévogyres (sens inverse des aiguilles d'une montre) et dextrogyres (sens des aiguilles d'une montre). La perturbation de débit est d'un type que l'on retrouve en général en aval de deux coudes à 90° reliés directement à angle droit. Un dispositif perturbateur de type 3 crée un profil asymétrique de vitesse que l'on retrouve en général en aval d'un joint de canalisation formant protubérance, d'un coude unique ou d'un tube porte incomplètement ouvert.

6.8.2 Préparation

En plus des exigences d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2, les conditions décrites en 6.8.3 doivent être appliquées.

6.8.3 Procédure d'essai

- 1) En utilisant les dispositifs perturbateurs de flux de types 1, 2 et 3 spécifiés dans ISO 4064, Partie 3 [9], déterminer l'erreur (d'indication) du compteur à un débit entre $0,9 Q_3$ et Q_3 , pour chacune des installations montrées dans l'Annexe C,
- 2) Pendant chaque essai, tous les autres facteurs d'influence doivent être maintenus dans les conditions de référence.
- 3) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.7.

Exigences additionnelles:

- a) Les redresseurs de flux externes ne sont pas autorisés avec les compteurs pour lesquels le fabricant a spécifié une installation avec des longueurs de canalisation droite d'au moins $15 \times$ DN en amont et $5 \times$ DN en aval du compteur.

- b) Si une longueur minimale de canalisation droite de $5 \times$ DN en aval du compteur est spécifiée par le fabricant, les essais 1, 3 et 5 uniquement, indiqués dans l'Annexe C doivent être effectués.
- c) Si des installations de compteur avec des redresseurs de flux externes doivent être utilisées, le fabricant doit spécifier le modèle de redresseur, ses caractéristiques techniques et son emplacement dans l'installation par rapport au compteur d'eau.
- d) Les dispositifs intégrés au compteur d'eau, qui ont des fonctions de redresseur de flux, ne doivent pas être considérés comme un redresseur de flux dans le cadre de ces essais.
- e) Certains modèles de compteur d'eau dont on a démontré l'insensibilité aux perturbations de flux en amont et en aval du compteur peuvent être exemptés de cet essai par l'autorité d'approbation.

6.8.4 Critères d'acceptation

L'erreur relative (d'indication) du compteur ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée applicable pour chacun des essais de perturbation du débit.

6.9 Essais d'endurance (R 49-1, 6.2.7)

Lors des essais d'endurance, les conditions assignées de fonctionnement du compteur doivent être respectées.

6.9.1 Essai de débit discontinu

6.9.1.1 Objet de l'essai

Vérifier que le compteur d'eau maintient ses caractéristiques quand il est soumis à des conditions de débit cyclique.

Cet essai est uniquement appliqué aux compteurs avec $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$.

L'essai consiste à soumettre le compteur au nombre spécifié de cycles de courte durée de démarrage et d'arrêt du débit, la phase de débit constant d'essai de chaque cycle étant maintenue au débit spécifié (Q_3) tout au long de l'essai (voir 6.9.2.3.1).

Pour raisons de commodité des laboratoires, l'essai peut être divisé en périodes d'au moins 6 h.

6.9.1.2 Préparation

6.9.1.2.1 Description de l'installation

L'installation comprend:

- a) une alimentation en eau (réservoir à pression atmosphérique ou pressurisé, pompe, etc.);
- b) la tuyauterie.

6.9.1.2.2 Tuyauterie

Les compteurs peuvent être disposés en série ou en parallèle, ou les deux systèmes peuvent être combinés.

En plus du (des) compteur(s), le système de tuyauterie consiste en:

- un dispositif de régulation du débit (par ligne de compteurs en série, si nécessaire);
- une ou plusieurs vannes d'isolement;
- un dispositif de mesure de la température de l'eau en amont des compteurs;
- des dispositifs de contrôle du débit, de la durée des cycles et du nombre de cycles;
- un dispositif d'interruption du débit pour chaque ligne de compteurs en série;
- des dispositifs de mesure de la pression à l'entrée et à la sortie.

Les différents dispositifs ne doivent pas créer de phénomène de cavitation ou d'autres types d'usure parasite du (des) compteurs.

6.9.1.2.3 Précautions à prendre

L'air dans le(s) compteur(s) et les tuyaux de raccordement doit être convenablement purgé.

La variation de débit durant les manoeuvres répétées d'ouverture et de fermeture doit être progressive, de façon à empêcher le coup de bélier.

6.9.1.2.4 Cycle de débit

Un cycle complet comprend les quatre phases suivantes:

- une période de zéro jusqu'au débit d'essai Q_3 ;
- une période au débit constant d'essai Q_3 ;
- une période à partir du débit d'essai Q_3 jusqu'au zéro;
- une période à débit nul.

6.9.1.3 Procédure d'essai

- Avant le début de l'essai discontinu d'endurance, mesurer les erreurs (d'indication) des compteurs

comme décrit en 6.3 et aux mêmes débits qu'en 6.3.3.

- Monter les compteurs soit individuellement soit par groupes dans le banc d'essai dans les mêmes orientations que celles utilisées pour la détermination des erreurs intrinsèques (d'indication) (6.3.2.2.7.5),
- Lors des essais, maintenir les compteurs dans leurs conditions assignées de fonctionnement et avec la pression aval des compteurs suffisamment élevée pour empêcher la cavitation dans les compteurs,
- Ajuster le débit à l'intérieur des tolérances spécifiées,
- Utiliser les compteurs dans les conditions indiquées au Tableau 2.
- Après l'essai discontinu d'endurance, mesurer les erreurs finales (d'indication) des compteurs comme décrit en 6.3 et aux mêmes débits.
- Calculer l'erreur relative finale (d'indication) pour chaque débit conformément à l'Annexe B.
- Pour chaque débit, soustraire la valeur de l'erreur intrinsèque (d'indication) obtenue avant l'essai (étape 1) de l'erreur (d'indication) obtenue après l'essai (étape 7).
- Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.8.2

6.9.1.3.1 Tolérance de débit

La variation relative des valeurs de débit ne doit pas dépasser $\pm 10 \%$ hors des périodes d'ouverture, de fermeture et d'interruption. Le(s) compteur(s) à l'essai peut (peuvent) être utilisé(s) pour contrôler le débit.

6.9.1.3.2 Tolérance pour la durée d'essai

La tolérance sur la durée spécifiée de chaque phase du cycle de débit ne doit pas dépasser $\pm 10 \%$.

La tolérance sur la durée totale de l'essai ne doit pas dépasser $\pm 5 \%$.

Tableau 2 Essai cyclique

Débit permanent (Q_3)	Débit d'essai	Type d'essai	Nombre d'interruptions	Durée des pauses	Période de fonctionnement au débit d'essai	Durée des démarrages et arrêts
$Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$	Q_3	Discontinu	100 000	15 s	15 s	$0,15 (Q_3)^* \text{ s}$ avec un minimum de 1 s

* Q_3 est le nombre égal à la valeur de Q_3 exprimée en m^3/h .

6.9.1.3.3 Tolérance pour le nombre de cycles

Le nombre de cycles ne doit pas être inférieur à celui stipulé, mais ne doit pas dépasser ce nombre de plus de 1 %.

6.9.1.3.4 Tolérance pour le volume délivré

Le volume délivré tout au long de l'essai doit être égal à la moitié du produit du débit d'essai nominal spécifié, et de la durée totale théorique de l'essai (périodes de fonctionnement plus les périodes transitoires et d'interruption avec une tolérance de $\pm 5\%$).

Cette exactitude peut être obtenue par des corrections suffisamment fréquentes des débits instantanés et des périodes de fonctionnement

6.9.1.3.5 Lectures

Lors de l'essai, les lectures suivantes doivent être enregistrées au moins une fois toutes les 24 heures, ou toute période plus courte si l'essai est ainsi divisé:

- pression de ligne en amont du (des) compteur(s) à l'essai,
- pression de ligne en aval du (des) compteur(s) à l'essai,
- température de ligne en amont du (des) compteur(s) à l'essai,
- débit à travers le(s) compteur(s) à l'essai,
- durée des quatre phases du cycle d'essai de débit discontinu
- nombre de cycles
- volumes indiqués par le(s) compteur(s) à l'essai,
- volume réel ayant traversé le(s) compteur(s) à l'essai.

6.9.1.4 Critères d'acceptation

Après l'essai discontinu d'endurance:

- La variation dans la courbe d'erreur ne doit pas dépasser 3 % pour les débits compris dans la zone inférieure ($Q_1 \leq Q < Q_2$), ou 1,5 % pour les débits compris dans la zone supérieure ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$). Pour la détermination de ces exigences, les valeurs moyennes des erreurs (d'indication) à chaque débit doivent être appliquées.
- Les courbes ne doivent pas dépasser une limite d'erreur maximale de $\pm 6\%$ pour les débits compris dans la zone inférieure ($Q_1 \leq Q < Q_2$) et $\pm 2,5\%$ pour les débits compris dans la zone supérieure ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

6.9.2 Essai de débit continu

6.9.2.1 Objet de l'essai

Vérifier la durabilité (voir T.16 dans [29]) du compteur d'eau lorsque qu'il est soumis à des conditions de flux continu, permanent et en surcharge.

L'essai consiste à soumettre le(s) compteur(s) à un débit constant de Q_3 ou Q_4 pour une durée spécifiée.

Pour raisons de commodité des laboratoires, l'essai peut être divisé en périodes d'au moins 6 h.

6.9.2.2 Préparation

6.9.2.2.1 Description de l'installation

L'installation comprend:

- une alimentation en eau (réservoir à pression atmosphérique ou réservoir pressurisé, pompe, etc.);
- la tuyauterie.

6.9.2.2.2 Tuyauterie

En plus du ou des compteurs à tester, la tuyauterie comprend:

- un dispositif régulateur de flux;
- une ou plusieurs vannes d'isolement;
- un dispositif de mesure de la température de l'eau à l'entrée du compteur;
- un moyen de contrôle du débit et de la durée d'essai;
- des dispositifs de mesure de la pression à l'entrée et à la sortie.

Les différents dispositifs ne doivent pas provoquer de phénomène de cavitation ou d'autres types d'usure parasite du (des) compteur(s).

6.9.2.2.3 Précautions à prendre

L'air dans le(s) compteur(s) et les tuyaux de raccordement doit être convenablement purgé.

6.9.2.3 Procédure d'essai

- Avant le début de l'essai continu d'endurance, mesurer les erreurs (d'indication) du (des) compteur(s) comme décrit en 6.3 et aux mêmes débits qu'en 6.3.3.
- Monter les compteurs soit individuellement, soit par groupes dans le banc d'essai, dans les mêmes orientations que celles utilisées pour les essais de détermination de l'erreur intrinsèque (d'indication) (6.3.2.2.7.5),
- Effectuer les essais suivants:
 - Pour les compteurs avec $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$, utiliser le(s) compteur(s) à un débit de Q_4 sur une période de 100 heures,
 - Pour les compteurs avec $Q_3 > 16 \text{ m}^3/\text{h}$, utiliser le(s) compteur(s) à un débit de Q_3 sur une période de 800 heures puis à Q_4 sur une période de 200 heures.

- 4) Tout au long des essais d'endurance, le(s) compteur(s) doit (doivent) être maintenu(s) dans ses (leurs) conditions assignées de fonctionnement et la pression à la sortie de chaque compteur doit être suffisamment élevée pour empêcher la cavitation.
- 5) Après chaque essai continu d'endurance, mesurer les erreurs (d'indication) du (des) compteur(s) comme décrit en 6.3 et aux mêmes débits.
- 6) Calculer les erreurs relatives (d'indication) pour chaque débit conformément à l'Annexe B.
- 7) Pour chaque débit, soustraire l'erreur (d'indication) obtenue avant l'essai (étape 1) de l'erreur (d'indication) obtenue après l'essai (étape 6)
- 8) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 5.8.1

6.9.2.3.1 Tolérance de débit

Le débit doit être maintenu constant tout au long de l'essai, à un niveau prédéterminé.

La variation relative des valeurs de débit durant chaque essai, ne doit pas dépasser $\pm 10\%$ (sauf lors du démarrage et de l'arrêt).

6.9.2.3.2 Tolérance pour la durée d'essai

La durée spécifiée de l'essai est une valeur minimale.

6.9.2.3.3 Tolérance pour le volume délivré

Le volume indiqué à la fin de l'essai ne doit pas être inférieur à celui déterminé à partir du produit du débit nominal spécifié de l'essai et de la durée nominale spécifiée de l'essai.

Pour satisfaire cette condition, des corrections suffisamment fréquentes du débit doivent être faites. Le(s) compteur(s) d'eau à l'essai peut (peuvent) être utilisé(s) pour contrôler le débit.

6.9.2.3.4 Lectures

Durant l'essai, les informations suivantes doivent être enregistrées au moins une fois toutes les 24 heures, ou une période plus courte si l'essai est ainsi divisé:

- a) pression d'eau en amont du (des) compteur(s) à l'essai,
- b) pression d'eau en aval du (des) compteur(s) à l'essai,
- c) température de l'eau en amont du (des) compteur(s) à l'essai,
- d) débit dans le(s) compteur(s) à l'essai,
- e) volumes indiqués du (des) compteur(s) à l'essai,
- f) volume réel ayant traversé le(s) compteur(s) à l'essai.

6.9.2.4 Critères d'acceptation

Après l'essai continu d'endurance:

Pour les compteurs d'eau de Classe 1:

- 1) La variation dans la courbe d'erreur ne doit pas dépasser 2% pour les débits dans la zone inférieure ($Q_1 \leq Q < Q_2$), et 1% pour les débits dans la zone supérieure ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$). Pour la détermination de ces exigences, les valeurs moyennes des erreurs (d'indication) à chaque débit doivent être appliquées.
- 2) Les courbes ne doivent pas dépasser une limite d'erreur maximale de $\pm 4\%$ pour les débits dans la zone inférieure ($Q_1 \leq Q < Q_2$) et $\pm 1,5\%$ pour les débits dans la zone supérieure ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

Pour les compteurs d'eau de Classe 2:

- 1) La variation dans la courbe d'erreur ne doit pas dépasser 3% pour les débits dans la zone inférieure ($Q_1 \leq Q < Q_2$), et $1,5\%$ pour les débits dans la zone supérieure ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$). Pour la détermination de ces exigences, les valeurs moyennes des erreurs (d'indication) à chaque débit, doivent être appliquées.
- 2) Les courbes ne doivent pas dépasser une limite d'erreur maximale de $\pm 6\%$ pour les débits dans la zone inférieure ($Q_1 \leq Q < Q_2$) et $\pm 2,5\%$ pour les débits dans la zone supérieure ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$).

7 Essais de performance pour les compteurs d'eau électroniques et les compteurs d'eau mécaniques munis de dispositifs électroniques (R 49-1, Annexe A)

7.1 Exigences générales (R 49-1, A.1)

Cet article définit les essais de performance destinés à vérifier que les compteurs d'eau munis de dispositifs électroniques sont opérationnels et fonctionnent comme prévu dans un environnement et des conditions spécifiés. Chaque essai indique, le cas échéant, les conditions de référence pour la détermination de l'erreur intrinsèque.

Ces essais de performance s'ajoutent aux essais décrits à l'article 6 et sont applicables aux compteurs complets, aux composants séparables d'un compteur d'eau, et, si nécessaire, aux dispositifs auxiliaires.

Lorsque l'effet d'une grandeur d'influence est en cours d'évaluation, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans les conditions de référence (voir article 3).

Les essais d'approbation de modèle spécifiés dans le présent article peuvent être effectués en parallèle avec les essais spécifiés à l'article 6, en utilisant les exemplaires du même modèle de compteur d'eau, ou de ses composants séparables.

7.1.1 Classification environnementale (R 49-1, A.2)

Pour chaque essai de performance, des conditions d'essai typiques sont indiquées; elles correspondent aux conditions environnementales mécaniques, électriques et climatiques, auxquelles les compteurs d'eau sont exposés.

Les compteurs d'eau munis de dispositifs électroniques sont divisés en trois classes selon les conditions environnementales suivantes:

Classe B pour les compteurs fixes installés dans un bâtiment,

Classe C pour les compteurs fixes installés en extérieur,

Classe I pour les compteurs mobiles.

Le demandeur d'une approbation de modèle peut également indiquer des conditions environnementales spécifiques dans la documentation fournie au service de métrologie, basées sur l'usage prévu du compteur. Dans ce cas, le service de métrologie doit effectuer les essais de performance aux niveaux de sévérité correspondant à ces conditions environnementales. Ces niveaux de sévérité ne doivent pas être inférieurs à ceux de la classe B.

Dans tous les cas, le service de métrologie doit vérifier que les conditions d'utilisation sont satisfaites.

Note: Les compteurs approuvés pour un niveau de sévérité donné, conviennent aussi pour des niveaux de sévérité inférieurs.

7.1.2 Environnements électromagnétiques (R 49-1, A.3)

Les compteurs d'eau munis de dispositifs électroniques sont divisés en deux classes d'environnement électromagnétique:

Classe E1 Résidentiel, commercial et petite industrie

Classe E2 Industriel

7.1.3 Conditions de référence (R 49-1, 6.1 et A.4)

Les conditions de référence sont indiquées à l'article 3.

7.1.4 Volumes d'essai pour mesurer l'erreur (d'indication) d'un compteur d'eau (R 49-1, A.6, 1)

Certaines grandeurs d'influence devraient avoir un effet constant sur l'erreur d'indication d'un compteur d'eau et non un effet proportionnel lié au volume mesuré.

Dans d'autres essais, l'effet de la grandeur d'influence appliquée à un compteur d'eau est lié au volume mesuré. Dans ce cas, pour être en mesure de comparer les résultats obtenus dans différents laboratoires, le volume d'essai pour le mesurage de l'erreur (d'indication) du compteur doit correspondre à celui délivré en une minute au débit de surcharge Q_4 .

Cependant, certains essais peuvent nécessiter plus d'une minute, auquel cas ils doivent être effectués dans un intervalle de temps le plus court possible, en tenant compte de l'incertitude de mesure.

7.1.5 Influence de la température de l'eau (R 49-1, A.6, 2)

Les essais de chaleur sèche, de froid et de chaleur humide se rapportent au mesurage des effets de la température de l'air ambiant sur la performance du compteur. Cependant, la présence du transducteur de mesure, rempli d'eau, peut aussi influencer la dissipation de chaleur dans les composants électroniques.

Si le compteur a une valeur $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$, il convient que l'eau traverse le compteur au débit de référence et l'erreur (d'indication) du compteur doit être mesurée avec ses parties électroniques et le transducteur de mesure dans les conditions de référence.

En option, une simulation du transducteur de mesure peut être utilisée pour l'essai de tous les composants électroniques. Lorsque des essais simulés sont pratiqués, ils doivent reproduire les effets dus à la présence d'eau pour ces dispositifs électroniques normalement fixés au capteur de débit, et les conditions de référence doivent être appliquées lors des essais.

7.1.6 Exigences pour les essais environnementaux

Les exigences suivantes sont associées aux essais environnementaux et les normes CEI concernées applicables sont mentionnées dans les sections appropriées de la présente Recommandation:

- a) pré-conditionnement de l'EST;
- b) écarts de procédures par rapport à la norme CEI concernée;
- c) mesurages initiaux;
- d) état de l'EST pendant le conditionnement;
- e) niveaux de sévérité, valeurs du facteur d'influence et durée de l'exposition;
- f) mesurages nécessaires et/ou chargement pendant le conditionnement;
- g) reprise de l'EST;
- h) mesurages finaux;
- i) critères d'acceptation de l'EST pour un essai.

Quand il n'existe pas de norme CEI pour un essai donné, les exigences essentielles pour l'essai sont données dans la présente Recommandation.

7.1.7 Équipement soumis à l'essai (EST) (R 49-1, 6.2.11.3)

Pour les besoins des essais, l'EST doit entrer dans une des catégories A à E, en fonction de la technologie décrite de 7.1.7.1 à 7.1.7.4, et les exigences suivantes doivent être appliquées:

- Catégorie A Aucun essai de performance (décrit dans cette section) n'est nécessaire,
- Catégorie B L'EST étant constitué du compteur complet ou du compteur combiné, l'essai doit être effectué avec l'eau traversant le capteur de volume ou de débit, et le compteur fonctionnant comme prévu,
- Catégorie C L'EST étant constitué du transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume), l'essai doit être effectué avec l'eau traversant le capteur de volume ou de débit, et le compteur fonctionnant comme prévu,
- Catégorie D L'EST étant constitué du calculateur électronique (incluant le dispositif indicateur) ou du dispositif auxiliaire, l'essai doit être effectué avec l'eau traversant le capteur de volume ou de débit, et le compteur fonctionnant comme prévu,
- Catégorie E L'EST étant constitué du calculateur électronique (incluant le dispositif indicateur) ou du dispositif auxiliaire, l'essai peut être effectué avec des signaux de mesure simulés sans que l'eau traverse le capteur de volume ou de débit.

Note: L'autorité d'approbation peut appliquer une catégorie appropriée, de A à E, pour les essais d'approbation des compteurs ayant une technologie non répertoriée dans les paragraphes 7.1.7.1 à 7.1.7.4.

7.1.7.1 Compteurs volumétriques et compteurs d'eau à turbine

- Le compteur n'est pas muni de dispositifs électroniques: Catégorie A
- Le transducteur de mesure et le calculateur électronique incluant le dispositif indicateur sont dans le même boîtier: Catégorie B
- Le transducteur de mesure est séparé du calculateur électronique, mais *n'est pas* muni de dispositifs électroniques: Catégorie A
- Le transducteur de mesure est séparé du calculateur électronique, et est muni de dispositifs électroniques: Catégorie C
- Le calculateur électronique incluant le dispositif indicateur est séparé du transducteur de mesure et la simulation des signaux de mesure *n'est pas* possible: Catégorie D

- Le calculateur électronique incluant le dispositif indicateur est séparé du transducteur de mesure et la simulation des signaux de mesure est possible: Catégorie E

7.1.7.2 Compteurs d'eau électromagnétiques

- Le transducteur de mesure et le calculateur électronique incluant le dispositif indicateur sont dans le même boîtier: Catégorie B
- Le capteur de débit, juste constitué du tuyau, de la bobine et des deux électrodes du compteur, ne comporte pas de dispositifs électroniques additionnels: Catégorie A
- Le transducteur de mesure incluant le capteur de débit est séparé du calculateur électronique et se trouve dans un seul boîtier: Catégorie C
- Le calculateur électronique incluant le dispositif indicateur est séparé du transducteur de mesure et la simulation des signaux de mesure *n'est pas* possible: Catégorie D

7.1.7.3 Compteurs d'eau à ultrasons, compteurs d'eau à effet Coriolis, compteurs d'eau fluidiques

- Le transducteur de mesure et le calculateur électronique incluant le dispositif indicateur sont dans le même boîtier: Catégorie B
- Le transducteur de mesure est séparé du calculateur électronique et est équipé de dispositifs électroniques: Catégorie C
- Le calculateur électronique incluant le dispositif indicateur est séparé du transducteur de mesure et la simulation des signaux de mesure *n'est pas* possible: Catégorie D

7.1.7.4 Dispositifs auxiliaires

- Le dispositif auxiliaire fait partie du compteur, du transducteur de mesure ou du calculateur électronique: Catégories A à E
- Le dispositif auxiliaire est séparé du compteur, mais *n'est pas* muni de dispositifs électroniques: Catégorie A
- Le dispositif auxiliaire est séparé du compteur, et la simulation des signaux d'entrée *n'est pas* possible: Catégorie D
- Le dispositif auxiliaire est séparé du compteur, et la simulation des signaux d'entrée est possible: Catégorie E

7.2 Chaleur sèche (sans condensation) (R 49-1, A.6.1)

7.2.1 Objet de l'essai

Vérifier que l'EST est conforme aux dispositions de 3.2 dans R 49-1, lors de l'application de températures ambiantes élevées pour le niveau de sévérité donné en A.6.1 dans R 49-1.

7.2.2 Préparation

Les préparatifs d'essai sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 60068-2-2 (1974-01), -am1 (1993-02) et -am2 (1994-05): *Essais d'environnement. Partie 2: Essais. Essais B: Chaleur sèche. Section 4 - Essai Bd: Chaleur sèche pour un EST dissipant de la chaleur, ou Essai Bb pour un EST ne dissipant pas de chaleur, avec variation lente de la température* [12].

Pour des conseils sur les préparatifs d'essai, consulter : CEI 60068-3-1 (1974-01). Premier supplément -1A (1978-01): *Essais d'environnement. Partie 3: Informations de base. Section 1 - Essais de froid et de chaleur sèche* [13].

CEI 60068-1 (1988-06), -am1 (1992-04): *Essais d'environnement. Partie 1: Généralités et conseils* [14].

7.2.3 Procédure d'essai (en bref)

- 1) Aucun pré-conditionnement requis.
- 2) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST au débit de référence et dans les conditions d'essai suivantes:
 - a) température de référence de l'air de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, avant le conditionnement de l'EST,
 - b) température de l'air de $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, après que l'EST ait été stabilisé à cette température sur une période de 2 heures.
 - c) température de référence de l'air de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, après reprise de l'EST,.
- 3) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque condition d'essai conformément à l'Annexe B.
- 4) Pendant l'application des conditions d'essais, vérifier que l'EST fonctionne correctement.
- 5) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.1.

Exigence additionnelle:

Lors de la mesure des erreurs (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.

7.2.4 Critères d'acceptation

Durant l'application des conditions d'essai,

- 1) Toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu,
- 2) L'erreur relative d'indication de l'EST, dans les conditions d'essai, ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée de la zone supérieure de débit (voir R 49-1, 3.2).

7.3 Froid (R 49-1, A.6.2)

7.3.1 Objet de l'essai

Vérifier que l'EST est conforme aux dispositions de 3.2 dans R 49-1, lors de l'application de basses températures ambiantes pour les niveaux de sévérité indiqués en A.6.2 dans R 49-1.

7.3.2 Préparation

Les préparatifs d'essais sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 60068-2-1 (1990-05), -am1 (1993-02) et -am2 (1994-06): *Essais d'environnement. Partie 2.1: Essais. Essais A. Froid. Section 3 – Essai Ad: Froid pour un EST dissipant de la chaleur, ou essai Ab pour un EST ne dissipant pas de chaleur, avec variation lente de la température* [15].

Pour des conseils sur les préparatifs d'essais, consulter: CEI 60068-3-1 (1974-01). Premier supplément -1A (1978-01): *Essais d'environnement. Partie 3: Informations de base. Section 1 - Essais de froid et de chaleur sèche* [13].

CEI 60068-1 (1988-06), -am1 (1992-04): *Essais d'environnement. Partie 1: Généralités et conseils* [14].

7.3.3 Procédure d'essai (en bref)

- 1) Ne pas pré-conditionner l'EST.

- 2) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST au débit de référence et à la température de référence de l'air.
- 3) Stabiliser la température de l'air soit à -25 °C (niveau de sévérité 3), soit à $+5\text{ °C}$ (niveau de sévérité 1) sur une période de 2 heures.
- 4) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST au débit de référence, à une température de l'air de soit -25 °C (niveau de sévérité 3), soit $+5\text{ °C}$ (niveau de sévérité 1).
- 5) Après reprise de l'EST, mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST au débit de référence et à la température de référence de l'air.
- 6) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque condition d'essai conformément à l'Annexe B.
- 7) Durant l'application des conditions d'essais, vérifier que l'EST fonctionne correctement.
- 8) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.2.

Exigences additionnelles:

- a) S'il est nécessaire que le capteur de débit soit rempli d'eau, la température de l'eau doit être maintenue à la température de référence.
- b) Lors du mesurage des erreurs (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.

7.3.4 Critères d'acceptation

Durant l'application des conditions d'essai stabilisées,

- 1) Toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu,
- 2) L'erreur relative (d'indication) de l'EST, dans les conditions d'essai, ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée de la zone supérieure de débit (voir R 49-1, 3.2).

7.4 Chaleur humide, cyclique (avec condensation) (R 49-1, A.6.3)

7.4.1 Objet de l'essai

Vérifier que l'EST est conforme aux dispositions de R 49-1 (3.2), après application des conditions d'humidité élevée combinées aux variations cycliques de température, décrites dans R 49-1 (A.6.3).

7.4.2 Préparation

Les préparatifs d'essai sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 60068-2-30 (1980-01), -am1 (1985-08): *Essais d'environnement. Partie 2: Essais. Essai Db et guide: Chaleur humide, cyclique (cycle de 12 + 12 heures)* [16].

Pour des conseils sur les préparatifs d'essais, consulter: CEI 60068-3-4 (2001-08): *Essais d'environnement. Partie 3.4: Documentation supplémentaire et guide – Essais de chaleur humide* [17].

7.4.3 Procédure d'essai (en bref)

Les exigences relatives à la performance de l'équipement d'essai, au conditionnement et à la reprise de l'EST ainsi qu'à l'exposition de l'EST à des variations cycliques de température dans des conditions de chaleur humide, sont décrites dans les Publications CEI 60068-2-30 [16] et CEI 60068-3-4 [17].

Le programme d'essai comprend les étapes 1 à 7 ci-après.

- 1) Pré-conditionner l'EST.
- 2) Exposer l'EST à des variations cycliques de température entre la basse température de 25 °C et la plus forte température de 55 °C (classes environnementales C et I) ou 40 °C (classe environnementale B). Maintenir l'humidité relative au dessus de 95 % durant les variations de température et pendant les phases à basse température, et à 93 % aux phases de température élevée. Il devrait y avoir formation de condensation sur l'EST pendant la montée en température.
- 3) Permettre la reprise de l'EST.
- 4) Après sa reprise, vérifier que l'EST fonctionne correctement.
- 5) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST au débit de référence.
- 6) Calculer l'erreur relative (d'indication) conformément à l'Annexe B.
- 7) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.3.

Exigences additionnelles:

- a) L'alimentation électrique de l'EST est interrompue pendant les étapes 1 à 3.
- b) Lors du mesurage de l'erreur (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.

7.4.4 Critères d'acceptation

Après l'application du facteur d'influence et la reprise,

- 1) Toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu,
- 2) L'erreur relative d'indication de l'EST, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée de la zone supérieure de débit (voir R 49-1, 3.2).

7.5 Variation de la tension d'alimentation (R 49-1, A.6.4)

7.5.1 Compteurs d'eau alimentés en courant alternatif (AC) ou par transformateurs AC/DC (R 49-1, A.6.4.1)

7.5.1.1 Objet de l'essai

7.5.1.1.1 Tension unique

Vérifier que les dispositifs électroniques fonctionnant à une valeur nominale unique de tension de réseau (U_{nom}) à une fréquence nominale (f_{nom}) satisfont aux dispositions de R 49-1 (3.2), lors de variations statiques de l'alimentation électrique de réseau en courant alternatif (monophasé), appliquées selon les exigences de R 49-1 (A.6.4.1).

7.5.1.1.2 Étendue de tension

Vérifier que les dispositifs électroniques fonctionnant dans une étendue nominale de tension de réseau, et ayant une limite supérieure U_u et une limite inférieure U_l , à une fréquence nominale (f_{nom}), satisfont aux dispositions de R 49-1 (3.2), lors de variations statiques de l'alimentation électrique de réseau en courant alternatif (monophasé), appliquées selon les exigences de R 49-1 (A.6.4.1).

7.5.1.2 Préparation

Les préparatifs d'essai sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 61000-4-11 (1994-06), -am1 (2000-11): *Compatibilité Electromagnétique (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* [18].

CEI/TR3 61000-2-1 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 1: Description de l'environnement - Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation* [19].

CEI 61000-2-2 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension* [20].

CEI 61000-4-1 (2000-04): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure. Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4* [21].

CEI 60654-2 (1979-01), -am1 (1992-10): *Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels. Partie 2: Alimentation* [22].

7.5.1.3 Procédure d'essai (en bref)

- 1) Exposer l'EST à des variations de tension, alors que que l'EST fonctionne dans les conditions de référence.
- 2) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST, pendant l'application de la limite supérieure de la tension de réseau $U_{nom} + 10\%$ (tension unique) ou $U_u + 10\%$ (étendue de tension).
- 3) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST, pendant l'application de la limite inférieure de la tension de réseau $U_{nom} - 15\%$ (tension unique) ou $U_l - 15\%$ (étendue de tension).
- 4) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque condition d'essai conformément à l'Annexe B.
- 5) Vérifier que l'EST fonctionne correctement lors de l'application de chaque variation de l'alimentation électrique.
- 6) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.4.1.

Exigences additionnelles:

- a) Durant le mesurage de l'erreur (d'indication), l'EST doit être soumis au débit de référence (R 49-1, 6.1).
- b) Lors du mesurage des erreurs (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.

7.5.1.4 Critères d'acceptation

Durant l'application du facteur d'influence,

- 1) Toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu.
- 2) L'erreur relative d'indication de l'EST, dans les conditions d'essai, ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée de la zone supérieure de débit (voir R 49-1, 3.2).

7.5.2 Compteurs d'eau alimentés en courant continu par batteries (R 49-1, A.6.4.2)

7.5.2.1 *Objet de l'essai*

Vérifier que les dispositifs électroniques alimentés par batteries sont conformes aux dispositions de R 49-1 (3.2) pendant les variations statiques de la tension d'alimentation électrique en courant continu par batteries, appliquées selon les exigences de R 49-1 (A.6.4.2).

7.5.2.2 *Préparation*

Il n'existe actuellement aucune référence à des normes CEI pour les méthodes d'essai.

7.5.2.3 *Procédure d'essai*

- 1) Exposer l'EST à des variations de tension, alors que que l'EST fonctionne dans les conditions de référence.
- 2) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST, pendant l'application de la limite supérieure de la tension de batterie U_{\max} .
- 3) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST, pendant l'application de la limite inférieure de la tension de batterie U_{\min} .
- 4) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque condition d'essai conformément à l'Annexe B.
- 5) Vérifier que l'EST fonctionne correctement lors de l'application de chaque variation de l'alimentation électrique.
- 6) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.4.2.

Exigences additionnelles:

- a) Durant le mesurage de l'erreur (d'indication), l'EST doit être soumis au débit de référence.
- b) Lors du mesurage des erreurs (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.

7.5.2.4 *Critères d'acceptation*

Durant l'application des variations de tension,

- 1) Toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu.
- 2) L'erreur relative d'indication de l'EST dans les conditions d'essai ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée dans la zone supérieure de débit.

7.6 Vibrations (aléatoires) (R 49-1, A.6.5)

7.6.1 *Objet de l'essai*

Vérifier que l'EST est conforme aux dispositions de R 49-1 (3.2) après l'application de vibrations aléatoires au niveau de sévérité 2 (voir R 49-1, A.6.5).

Note: Uniquement applicable aux compteurs pour installations mobiles.

7.6.2 *Préparation*

Les préparatifs d'essai sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 60068-2-64 (1993-05), corr. 1 (1993-10): *Essais d'environnement. Partie 2: Méthodes d'essai. Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande (asservissement numérique) et guide* [23].

CEI 60068-2-47 (1999-10): *Essais d'environnement. Partie 2-47: Méthodes d'essai. Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques de vibrations, d'impacts et autres essais similaires* [24].

7.6.3 *Procédure d'essai (en bref)*

- 1) Monter l'EST sur un support rigide par ses moyens habituels de montage, de telle façon que l'action de la pesanteur s'exerce dans la même direction qu'en utilisation normale. Cependant, si l'effet de la pesanteur est insignifiant, et si le compteur ne porte pas la marque H ou V, l'EST peut être monté dans une position quelconque.
- 2) Appliquer à l'EST les vibrations aléatoires, sur l'étendue de fréquence 10 Hz à 150 Hz, tour à tour selon trois axes perpendiculaires entre eux, pour une période d'au moins 2 minutes par axe.
- 3) Permettre la reprise de l'EST.
- 4) Examiner l'EST pour vérifier qu'il fonctionne correctement.
- 5) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST au débit de référence.
- 6) Calculer l'erreur relative (d'indication) conformément à l'Annexe B.
- 7) Compléter le rapport d'essai R 49-3, 6.5.

Exigences additionnelles:

- a) Si le capteur de débit est intégré à l'EST, il ne doit pas être rempli d'eau durant l'application de la perturbation ;

- b) L'alimentation électrique de l'EST doit être coupée pendant les étapes 1, 2 et 3 ;
- c) Durant l'application des vibrations, les conditions suivantes doivent être satisfaites:
- Niveau efficace total: $7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
 - Niveau ASD (densité spectrale d'accélération)
10 Hz à 20 Hz: $1 \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-3}$
 - Niveau ASD 20 Hz à 150 Hz: -3 dB/octave
- d) Lors du mesurage de l'erreur (d'indication) de l'EST, les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.
- 2) Laisser l'EST retomber sur la surface d'essai.
 - 3) Répéter les étapes 1 et 2 pour chaque bord inférieur.
 - 4) Permettre la reprise de l'EST.
 - 5) Examiner l'EST pour vérifier qu'il fonctionne correctement.
 - 6) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST au débit de référence.
 - 7) Calculer l'erreur relative (d'indication) conformément à l'Annexe B.
 - 8) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.6.

7.6.4 Critères d'acceptation

Après l'application de la perturbation et la reprise,

- 1) Toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu.
- 2) L'erreur relative d'indication de l'EST, dans les conditions d'essai, ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée dans la zone supérieure de débit (voir R 49-1, 3.2).

7.7 Chocs mécaniques (R 49-1, A.6.6)

7.7.1 Objet de l'essai

Vérifier que l'EST est conforme aux dispositions de 3.2 dans R 49-1, après application de l'essai de chocs mécaniques (chute sur une face) au niveau de sévérité indiqué en A.6.6 dans R 49-1.

7.7.2 Préparation

Les préparatifs d'essai sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 60068-2-31 (1969-01), -am1 (1982-01): *Essais d'environnement. Partie 2: Essais. Essai Ec: Chute et culbute, essai destiné en premier lieu aux matériels* [25].

CEI 60068-2-47 (1999-10): *Essais d'environnement. Partie 2-47: Méthodes d'essai. Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques de vibrations, d'impacts et autres essais similaires* [24].

7.7.3 Procédure d'essai (en bref)

- 1) L'EST doit être placé sur une surface rigide dans sa position normale d'utilisation puis incliné sur un bord inférieur jusqu'à ce que le bord opposé de l'EST soit à 50 mm au-dessus de la surface rigide. Cependant, l'angle fait par le fond de l'EST et la surface d'essai ne doit pas dépasser 30°.

Exigences additionnelles:

- a) Si le capteur de débit est intégré à l'EST, il ne doit pas être rempli d'eau pendant l'application de la perturbation
- b) L'alimentation électrique de l'EST doit être coupée pendant les étapes 1, 2 et 3.

7.7.4 Critères d'acceptation

Après l'application de la perturbation et la reprise,

- 1) Toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu.
- 2) L'erreur relative d'indication de l'EST, dans les conditions d'essai, ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée dans la zone supérieure de débit (voir R 49-1, 3.2).

7.8 Brèves réductions de l'alimentation électrique (R 49-1, A.6.7)

7.8.1 Objet de l'essai

Vérifier que l'EST alimenté par le réseau électrique, est conforme aux dispositions de R 49-1 (3.2), durant l'application de brèves interruptions et réductions de la tension de réseau, aux niveaux de sévérité d'essai indiqués dans R 49-1 (A.6.7).

7.8.2 Préparation

Les préparatifs d'essais sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 61000-4-11 (1994-06), -am1 (2000-11): *Compatibilité Electromagnétique (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* [18].

CEI/TR3 61000-2-1 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 1: Description de l'environnement - Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation* [19].

CEI 61000-2-2 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension* [20].

CEI 61000-4-1 (2000-04): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure. Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4* [21].

7.8.3 Procédure d'essai (en bref)

- 1) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST avant d'appliquer l'essai de réduction de puissance.
- 2) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST durant l'application d'au moins 10 interruptions de tension et 10 réductions de tension.
- 3) Calculer les erreurs relatives (d'indication) pour chaque condition d'essai conformément à l'Annexe B.
- 4) Soustraire l'erreur (d'indication) du compteur mesurée avant d'appliquer les réductions de puissance, de celle mesurée pendant l'application des réductions de puissance.
- 5) Examiner l'EST pour vérifier qu'il fonctionne correctement.
- 6) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.7.

Exigences additionnelles:

- a) Les interruptions et les réductions de tension sont appliquées tout au long de la période nécessaire pour mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST.
- b) Interruptions de tension: la tension d'alimentation est réduite depuis sa valeur nominale (U_{nom}) jusqu'à zéro, pour une durée égale à la moitié d'un cycle de fréquence de ligne.
- c) Les interruptions de tension sont appliquées par groupes de dix.
- d) Réductions de tension: la tension d'alimentation est réduite depuis la tension nominale à 50 % de la tension nominale pour une durée égale à un cycle de la fréquence d'alimentation électrique.
- e) Les réductions de tension sont appliquées par groupes de dix.
- f) Chaque interruption ou réduction individuelle de tension est initiée, terminée et répétée aux passages à zéro de la tension d'alimentation.

- g) Les interruptions et réductions de la tension de réseau sont répétées au moins dix fois avec un intervalle de temps d'au moins dix secondes entre chaque groupe d'interruptions et de réductions. Cette séquence est répétée tout au long du mesurage de l'erreur (d'indication) de l'EST.
- h) Durant le mesurage de l'erreur (d'indication), l'EST doit être soumis au débit de référence.
- i) Lors du mesurage des erreurs (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.
- j) Lorsque l'EST est conçu pour fonctionner sur une étendue de tension d'alimentation, les réductions et les interruptions de tension doivent être initiées à partir de la tension moyenne de l'étendue.

7.8.4 Critères d'acceptation

- 1) Après l'application de brèves réductions de l'alimentation, toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu;
- 2) La différence entre l'erreur relative (d'indication) obtenue durant l'application de brèves réductions de l'alimentation et celle obtenue au même débit avant l'essai, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser la moitié de l'erreur maximale tolérée dans la zone supérieure de débit (voir R 49-1, 3.2).

7.9 Salves (R 49-1, A.6.8)

7.9.1 Objet de l'essai

Vérifier que l'EST (incluant ses câbles externes) est conforme aux dispositions de 3.2 dans R 49-1, durant l'application de pics de tension superposés à la tension de réseau aux niveaux de sévérité indiqués dans R 49-1, A.6.8.

7.9.2 Préparation

Les préparatifs d'essai sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 61000-4-4 (1995-01), -am1 (2000-11): *Compatibilité électromagnétique (CEM), Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves. Publication fondamentale en CEM* [26].

CEI/TR3 61000-2-1 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 1: Description de l'environnement - Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation* [19].

CEI 61000-2-2 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension* [20].

CEI 61000-4-1 (2000-04): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure. Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4* [21].

7.9.3 Procédure d'essai (en bref)

- 1) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST avant d'appliquer les salves électriques.
- 2) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST durant l'application de salves de pics de tension transitoires de forme d'onde à double exponentielle.
- 3) Calculer l'erreur relative (d'indication) pour chaque condition conformément à l'Annexe B.
- 4) Soustraire l'erreur (d'indication) du compteur mesurée avant d'appliquer les salves de celle mesurée pendant l'application des salves.
- 5) Examiner l'EST pour vérifier qu'il fonctionne correctement.
- 6) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.8.

Exigences additionnelles:

- a) Chaque pic doit avoir une amplitude (positive ou négative) de 1000 V pour les instruments de Classe E1, ou 2000 V pour les instruments de Classe E2 (voir 7.1.2), en phase aléatoire, avec un temps de montée de 5 ns et une durée à demi-amplitude de 50 ns.
- b) La longueur de salve doit être de 15 ms, et la périodicité des salves (intervalle de répétition) doit être de 300 ms.
- c) Toutes les salves ne doivent pas être appliquées de manière asynchrone en mode commun (tension asymétrique) pendant le mesurage de l'erreur (d'indication) de l'EST.
- d) Pendant le mesurage de l'erreur (d'indication), l'EST doit fonctionner au débit de référence.
- e) Lors du mesurage de l'erreur (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement de l'EST décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.

7.9.4 Critères d'acceptation

- 1) Après l'application de la perturbation, toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu,
- 2) La différence entre l'erreur relative (d'indication) obtenue pendant l'application des salves et celle obtenue au même débit avant l'essai, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser la moitié de l'erreur maximale tolérée dans la zone supérieure de débit (R 49-1, 3.2).

7.10 Décharges électrostatiques (R 49-1, A.6.9)

7.10.1 Objet de l'essai

Vérifier que l'EST est conforme aux dispositions de R 49-1, (3.2), pendant l'application de décharges électrostatiques directes et indirectes aux niveaux de sévérité indiqués dans R 49-1 (A.6.9).

7.10.2 Préparation

Les préparatifs des essais sont ceux décrits dans les publications suivantes:

CEI 61000-4-2 (2001-04) Ed. 1.2 Edition consolidée: *Compatibilité électromagnétique (CEM), Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 2: Essais d'immunité aux décharges électrostatiques* [27].

CEI/TR3 61000-2-1 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 1: Description de l'environnement - Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation* [19].

CEI 61000-2-2 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension* [20].

CEI 61000-4-1 (2000-04): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure. Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4* [21].

7.10.3 Procédure d'essai (en bref)

- 1) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST avant d'appliquer les décharges électrostatiques.
- 2) Mettre en charge un condensateur d'une capacité de 150 pF au moyen d'une source de tension de courant continu adaptée, puis décharger le condensateur à travers l'EST en reliant une borne

du châssis porteur à la terre et l'autre par l'intermédiaire d'une résistance de 330 ohm, aux surfaces de l'EST normalement accessibles à l'opérateur. Les conditions suivantes doivent être appliquées:

- a) Inclure la méthode de pénétration de la peinture, si approprié;
 - b) Pour chaque décharge par contact, une tension de 6 kV doit être appliquée;
 - c) Pour chaque décharge dans l'air, une tension de 8 kV doit être appliquée;
 - d) Pour les décharges directes, la méthode de décharge dans l'air doit être utilisée lorsque le fabricant a déclaré un revêtement comme isolant;
 - e) A chaque point d'essai, au moins dix décharges directes doivent être appliquées à des intervalles d'au moins dix secondes entre deux décharges consécutives, pendant le même mesurage ou mesurage simulé;
 - f) Pour les décharges indirectes, dix décharges au total doivent être appliquées sur le plan de couplage horizontal et dix décharges au total pour chacune des diverses positions du plan de couplage vertical.
- 3) Mesurer l'erreur (d'indication) de l'EST pendant l'application des décharges électrostatiques.
 - 4) Calculer l'erreur relative (d'indication) de l'EST pour chaque condition d'essai conformément à l'Annexe B.
 - 5) Déterminer si le défaut significatif a été dépassé en soustrayant l'erreur (d'indication) du compteur mesurée avant d'appliquer les décharges électrostatiques, de celle mesurée après l'application des décharges électrostatiques.
 - 6) Examiner l'EST pour vérifier qu'il fonctionne correctement.
 - 7) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.9.

Exigences additionnelles:

- a) Lors du mesurage de l'erreur (d'indication), l'EST doit être soumis au débit de référence.
- b) Lors du mesurage de l'erreur (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire.
- c) Dans les cas où il a été démontré qu'une conception particulière de compteur est insensible aux décharges électrostatiques, dans les conditions assignées de fonctionnement pour le débit, l'autorité métrologique doit être libre de choisir le débit nul durant l'essai de décharges électrostatiques.

7.10.4 Critères d'acceptation

- 1) Après l'application de la perturbation, toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu.
- 2) La différence entre l'erreur relative (d'indication) obtenue pendant l'application des décharges électrostatiques et celle obtenue avant l'essai, au même débit, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser la moitié de l'erreur maximale tolérée dans la zone supérieure de débit (R 49-1, 3.2).
- 3) Pour les essais à débit nul, la totalisation du compteur d'eau ne doit pas varier d'une valeur supérieure à l'échelon de vérification.

7.11 Susceptibilité électromagnétique (R 49-1, A.6.10)

7.11.1 Objet de l'essai

Vérifier que l'EST est conforme aux dispositions de 3.2 dans R 49-1, pendant l'application de champs électromagnétiques rayonnés, aux niveaux de sévérité indiqués dans R 49-1, A.6.10.

7.11.2 Préparation

Les préparatifs d'essais sont ceux décrits dans les publications suivantes. Cependant, la procédure d'essai décrite en 7.11.3 est une procédure modifiée applicable aux instruments totalisateurs qui totalisent le mesurande.

CEI 61000-4-3 (2002-09) Ed. 2.1 Edition consolidée: *Compatibilité électromagnétique (CEM), Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 3: Essais d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques* [28].

CEI/TR3 61000-2-1 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 1: Description de l'environnement - Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation* [19].

CEI 61000-2-2 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension* [20].

CEI 61000-4-1 (2000-04): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure. Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4* [21].

7.11.3 Procédure d'essai (en bref)

- 1) Mesurer l'erreur intrinsèque (d'indication) de l'EST dans les conditions de référence avant d'appliquer le champ électromagnétique.
- 2) Appliquer le champ électromagnétique conformément aux exigences de a) à e) indiquées ci-après.
- 3) Commencer un nouveau mesurage de l'erreur (d'indication) pour l'EST.
- 4) Faire varier pas à pas la fréquence porteuse jusqu'à ce que la fréquence porteuse suivante du Tableau 3 soit atteinte, conformément aux exigences de e) indiquées ci-après.
- 5) Arrêter le mesurage de l'erreur (d'indication) pour l'EST.
- 6) Calculer l'erreur relative (d'indication) de l'EST conformément à l'Annexe B.
- 7) Calculer le défaut significatif en tant que différence entre l'erreur intrinsèque (d'indication) dans l'étape 1 et l'erreur (d'indication) dans l'étape 6.
- 8) Changer la polarisation de l'antenne.
- 9) Répéter les étapes 2 à 8.
- 10) Examiner l'EST pour vérifier qu'il fonctionne correctement.
- 11) Compléter le rapport d'essai en R 49-3, 6.10.

Exigences additionnelles:

- a) L'EST et ses câbles externes d'au moins 1,2 m de longueur, doivent être soumis à des champs électromagnétiques rayonnés avec des intensités de champ soit de 3 V/m pour les instruments de Classe E1, soit de 10 V/m pour les instruments de Classe E2 (voir 7.1.2);
- b) Les antennes de transmission privilégiées sont les antennes bi-coniques pour l'étendue de fréquence de 26 MHz à 200 MHz et les antennes log-périodiques pour l'étendue de fréquence 200 MHz à 1000 MHz;
- c) L'essai est réalisé par 20 balayages partiels avec l'antenne verticale et 20 balayages partiels avec l'antenne horizontale. Les fréquences de départ et d'arrêt pour chaque balayage sont indiquées dans le Tableau 3;

Tableau 3 - Fréquences porteuses de départ et d'arrêt

MHz	MHz (suite)	MHz (suite)
26	150	435
40	160	500
60	180	600
80	200	700
100	250	800
120	350	934
144	400	1000

- d) Chaque erreur intrinsèque (d'indication) est déterminée en commençant à une fréquence de départ et en terminant lorsque la fréquence la plus élevée suivante du Tableau 3 est atteinte;
- e) Pendant chaque balayage, la fréquence doit varier par pas de 1 % de la fréquence réelle jusqu'à ce que la fréquence suivante du Tableau 3 soit atteinte. Le temps de pause à chaque pas de 1 % doit être identique. Le temps de pause dépend de l'équipement d'essai utilisé et de la résolution des valeurs de référence pour les mesurages du mesurande (VRM). Cependant, le temps de pause doit être le même pour toutes les fréquences porteuses du balayage et doit être suffisant pour que l'EST puisse réagir à chaque fréquence à laquelle il est soumis;
- f) Les mesurages de l'erreur (d'indication) doivent être effectués avec chacun des balayages indiqués au Tableau 3;
- g) Lors du mesurage de l'erreur (d'indication), l'EST doit être soumis au débit de référence;
- h) Lors du mesurage de l'erreur (d'indication), les conditions d'installation et de fonctionnement décrites en 6.3.2 doivent être observées et les conditions de référence doivent être appliquées sauf mention contraire;
- i) S'il est démontré qu'une conception particulière de compteur est insensible aux champs électromagnétiques rayonnés décrits en 7.11.1, dans les conditions assignées de fonctionnement pour le débit, l'autorité d'approbation doit être libre de choisir le débit nul pendant l'essai de susceptibilité électromagnétique.

7.11.4 Critères d'acceptation

- 1) Après l'application de la perturbation, toutes les fonctions de l'EST doivent opérer comme prévu.
- 2) La différence entre l'erreur relative (d'indication), mesurée pendant l'application de chaque bande de fréquence porteuse, et celle obtenue au même débit avant l'essai, dans les conditions de référence, ne doit pas dépasser la moitié de l'erreur maximale tolérée dans la zone supérieure de débit (R 49-1, 3.2).
- 3) Pendant les essais appliqués à débit nul, la totalisation du compteur d'eau ne doit pas varier d'une valeur supérieure à l'échelon de vérification.

8 Programme d'essais pour l'approbation de modèle

8.1 Nombre d'exemplaires nécessaires

8.1.1 Ensemble des compteurs d'eau

Pour chaque modèle de compteur, le nombre de compteurs complets, ou de leurs parties séparables, à tester pendant l'examen de modèle, doit être celui indiqué au Tableau 4.

Tableau 4 - Nombre minimal de compteurs d'eau à tester

Désignation du compteur (Q_3) m ³ /h	Nombre minimal de compteurs d'eau à tester ⁽¹⁾
$Q_3 \leq 160$	3
$160 < Q_3 \leq 1600$	2
$1600 < Q_3$	1
Note ⁽¹⁾ : L'autorité d'approbation peut exiger la présentation d'un plus grand nombre de compteurs.	

8.1.2 Compteurs d'eau munis de dispositifs électroniques

En plus du nombre d'exemplaires spécifié au Tableau 4, cinq exemplaires identiques du compteur d'eau complet ou de ses parties séparables doivent être présentés pour l'évaluation de modèle lorsque le compteur d'eau est muni de dispositifs électroniques sans systèmes de contrôle.

Si le compteur est équipé de systèmes de contrôle, un seul exemplaire doit être présenté.

8.2 Essais de performance applicables à tous les compteurs d'eau

Le Tableau 5 fournit un programme d'essais de l'ensemble des compteurs d'eau pour l'évaluation de modèle. Les essais doivent être effectués dans la séquence indiquée au Tableau 5 sur au moins le nombre d'exemplaires indiqué dans le Tableau 4, selon la désignation du compteur.

8.3 Essais de performance applicables aux compteurs d'eau électroniques, aux compteurs d'eau mécaniques munis de dispositifs électroniques, et à leurs parties séparables

En plus des essais indiqués au Tableau 5, les essais de performance indiqués au Tableau 6 doivent être appliqués aux compteurs d'eau électroniques et aux compteurs d'eau mécaniques munis de dispositifs électroniques. Les essais indiqués au Tableau 6 peuvent être effectués dans n'importe quel ordre.

Tableau 5 Programme d'essais de performance pour l'ensemble des compteurs d'eau

Séquence d'essai	Paragraphe
1 Pression statique	6.2
2 Erreur (d'indication)	6.3
3 Température de l'eau	6.4
4 Pression de l'eau	6.5
5 Inversion du débit	6.6
6 Perte de pression	6.7
7 Perturbation de débit	6.8
8 Essai d'endurance en débit discontinu ⁽¹⁾⁽³⁾	6.9.1
9 Essai d'endurance en débit continu à Q_3 ⁽²⁾⁽³⁾	6.9.2
10 Essai d'endurance en débit continu à Q_4 ⁽³⁾	6.9.2
Notes:	
(1) Uniquement pour les compteurs avec $Q_3 \leq 16$ m ³ /h	
(2) Uniquement pour les compteurs avec $Q_3 > 16$ m ³ /h	
(3) Les erreurs (d'indication) sont mesurées à nouveau après cet essai	

Si le compteur n'est pas équipé de systèmes de contrôle, cinq exemplaires identiques du compteur d'eau complet, ou de ses parties séparables sont présentés à l'autorité d'approbation pour l'examen de modèle. L'un de ces exemplaires doit être soumis à tous les essais applicables indiqués dans le Tableau 6, selon sa classification environnementale. Aucune substitution par les exemplaires restants ne doit être autorisée. L'exemplaire ne doit échouer à aucun des essais qui lui sont appliqués.

Si le compteur est équipé de systèmes de contrôle, un exemplaire du compteur d'eau complet, ou de ses parties séparables, doit être présenté à l'autorité d'approbation pour l'examen de modèle. Cet exemplaire doit être soumis à tous les essais applicables indiqués dans le Tableau 6, selon sa classification environnementale. L'exemplaire soumis à l'examen ne doit échouer à aucun des essais qui lui sont appliqués. Le même compteur doit aussi satisfaire aux exigences relatives aux systèmes de contrôle, décrites dans l'Annexe A.

Tableau 6 Essais de performance concernant la partie électronique du compteur d'eau (voir aussi le Tableau A.1 dans R 49-1) (Application des facteurs d'influence et des perturbations)

Paragraphe	Essai	Nature de la grandeur d'influence (en réf. au D 11 [29])	Niveau de sévérité pour la Classe		
			B	C	I
7.2	Chaleur sèche (sans condensation)	Facteur d'influence	3	3	3
7.3	Froid	Facteur d'influence	1	3	3
7.4	Chaleur humide, cyclique (avec condensation)	Facteur d'influence	1	2	2
7.5	Variation de la tension d'alimentation électrique (AC/DC)	Facteur d'influence	1	1	1
7.6	Vibrations (aléatoires)	Perburbation	-	-	2
7.7	Chocs mécaniques	Perburbation	-	-	2
7.8	Brèves réductions de l'alimentation électrique	Perburbation	1a & 1b	1a & 1b	1a & 1b
7.9	Salves	Perburbation	2 ou 3	2 ou 3	2 ou 3
7.10	Décharges électrostatiques	Perburbation	1	1	1
7.11	Susceptibilité électromagnétique	Perburbation	2 ou 3	2 ou 3	2 ou 3

8.4 Approbation de modèle des parties séparables d'un compteur d'eau

La compatibilité des parties séparables d'un compteur d'eau doit être évaluée par l'autorité d'approbation et les règles suivantes doivent être appliquées:

- 1) Le certificat d'approbation de modèle pour un transducteur de mesure approuvé séparément (incluant le capteur de débit ou de volume) doit spécifier le(s) modèle(s) du calculateur approuvé(s) (incluant le dispositif indicateur) avec lequel (lesquels) il peut être combiné.
- 2) Le certificat d'approbation de modèle pour un calculateur approuvé séparément (incluant le dispositif indicateur) doit spécifier le(s) modèle(s) de transducteur de mesure approuvé(s) (incluant le capteur de débit ou de volume) avec lequel (lesquels) il peut être combiné.
- 3) Le certificat d'approbation de modèle pour un compteur d'eau combiné doit spécifier quels sont les modèles de calculateur approuvé(s) (incluant le dispositif indicateur) et de transducteur de mesure approuvé(s) (incluant le capteur de débit ou de volume) pouvant être combinés.
- 4) Les erreurs maximales tolérées pour le calculateur (incluant le dispositif indicateur) ou pour le transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) doivent être annoncées par le fabricant lorsque le compteur d'eau est présenté pour examen de modèle.
- 5) La somme arithmétique des erreurs maximales tolérées d'un calculateur approuvé (incluant le dispositif indicateur) et d'un transducteur de mesure approuvé (incluant le capteur de débit ou de volume) ne doit pas dépasser les erreurs maximales tolérées pour un compteur d'eau complet (voir R 49-1, 3.2.3).
- 6) Les transducteurs de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) des compteurs d'eau mécaniques, des compteurs d'eau mécaniques munis de dispositifs électroniques, et des compteurs d'eau électroniques, doivent être soumis aux essais de performance applicables indiqués dans les Tableaux 5 et 6.
- 7) Les calculateurs (incluant le dispositif indicateur) des compteurs d'eau mécaniques, des compteurs d'eau mécaniques munis de dispositifs électroniques, et des compteurs d'eau électroniques, doivent être soumis aux essais de performance applicables indiqués dans les Tableaux 5 et 6.
- 8) Chaque fois que possible, les conditions d'essai appliquées pendant l'évaluation de modèle d'un compteur d'eau complet doivent être appliquées aux parties séparables d'un compteur d'eau. Si cela n'est pas possible pour certaines conditions d'essai, des conditions simulées de sévérité et de durée équivalentes, doivent être appliquées.
- 9) Les exigences des essais de performance des articles 6 et 7 doivent être satisfaites, le cas échéant.

- 10) Les résultats des essais d'évaluation de modèle des parties séparables d'un compteur d'eau doivent être reportés dans un rapport de format similaire à celui utilisé pour un compteur d'eau complet (voir R 49-3).

8.5 Familles de compteurs d'eau

Lorsqu'une famille de compteurs d'eau est soumise à l'approbation de modèle, les critères de l'Annexe D doivent être appliqués par l'autorité d'approbation afin de décider si les compteurs correspondent à la définition d'une 'famille' et pour choisir les calibres de compteur devant être testés.

9 Essais de vérification primitive

En général, seuls les compteurs d'eau ayant été approuvés soit comme compteurs complets, soit comme calculateur (incluant le dispositif indicateur) et transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) approuvés séparément et assemblés par la suite en un compteur combiné, doivent pouvoir être désignés pour la vérification primitive.

Cependant, les autorités métrologiques peuvent autoriser la substitution en service de calculateurs (incluant le dispositif indicateur) et de transducteurs de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) approuvés séparément, s'il est démontré pendant l'évaluation de modèle que de telles substitutions ne produiront pas des erreurs maximales tolérées combinées des parties séparables, dépassant les erreurs maximales tolérées respectives pour un compteur d'eau complet.

Toute exigence spéciale pour les essais de vérification primitive, détaillée dans le certificat d'approbation de modèle, doit être appliquée.

9.1 Vérification primitive des compteurs d'eau complets et combinés

9.1.1 Objet de l'essai

Vérifier que les erreurs relatives (d'indication) d'un compteur d'eau complet ou combiné sont comprises dans les erreurs maximales tolérées indiquées en 3.2.1 et 3.2.2 dans R 49-1.

9.1.2 Préparation

Les erreurs (d'indication) du compteur d'eau doivent être mesurées en utilisant l'équipement et les principes décrits en 6.1 et 6.3.

9.1.3 Procédure d'essai

- 1) Installer les compteurs pour les essais soit individuellement, soit en série.
- 2) Appliquer les procédures indiquées en 6.3.
- 3) S'assurer qu'il n'y a pas d'interaction significative entre les compteurs installés en série.
- 4) S'assurer que la pression de sortie d'un compteur quelconque n'est pas inférieure à 0,03 MPa (0,3 bar).
- 5) S'assurer que l'étendue de la température de l'eau utilisée est de $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.
- 6) S'assurer que tous les autres facteurs d'influence sont maintenus dans les conditions assignées de fonctionnement du compteur.
- 7) À moins que des débits alternatifs soient spécifiés dans le certificat d'approbation de modèle, mesurer les erreurs (d'indication) aux débits suivants:
 - a) entre Q_1 et $1,1 Q_1$
 - b) entre Q_2 et $1,1 Q_2$
 - c) entre $0,9 Q_3$ et Q_3
- 8) Calculer l'erreur (d'indication) pour chaque débit conformément à l'Annexe B.
- 9) Compléter le rapport d'essai en R 49-3 II, Exemple 1 pour la vérification primitive.

9.1.4 Critères d'acceptation

Les erreurs (d'indication) du compteur d'eau ne doivent pas dépasser les erreurs maximales tolérées indiquées en 3.2.1 et 3.2.2 dans R 49-1.

Si toutes les erreurs (d'indication) du compteur d'eau ont le même signe, au moins une de ces erreurs ne doit pas dépasser la moitié de l'erreur maximale tolérée. Dans tous les cas, cette exigence doit être appliquée équitablement vis-à-vis du fournisseur d'eau et du consommateur (voir aussi R 49-1, 3.3.3 paragraphes 3 et 8).

9.2 Vérification primitive des parties séparables d'un compteur d'eau

9.2.1 Objet de l'essai

Vérifier que les erreurs (d'indication) du transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) ou le calculateur (incluant le dispositif indicateur) sont comprises dans les erreurs maximales tolérées spécifiées dans le certificat d'approbation de modèle.

Les transducteurs de mesure (incluant les capteurs de débit ou de volume) doivent être soumis aux essais de vérification primitive indiqués en 9.1.

Les calculateurs (incluant les dispositifs indicateurs) doivent être soumis aux essais de vérification primitive indiqués en 9.1.

9.2.2 Préparation

Les erreurs (d'indication) des parties séparables approuvées d'un compteur d'eau doivent être mesurées en utilisant l'équipement et les méthodes décrits en 6.1 et les exigences des essais de performance de 6.3 doivent être satisfaites, le cas échéant.

Si possible, les conditions d'essai appliquées pendant l'évaluation de modèle d'un compteur d'eau complet doivent être appliquées aux parties séparables d'un compteur d'eau. Si cela n'est pas possible pour certaines conditions d'essai, des conditions simulées de caractéristiques, de sévérité et de durée équivalentes doivent être appliquées.

9.2.3 Procédure d'essai

La procédure d'essai en 9.1.3 doit être observée sauf lorsqu'un essai simulé est nécessaire.

Compléter le rapport d'essai en R 49-3 II, Exemple 2 et/ou Exemple 3 pour la vérification primitive.

9.2.4 Critères d'acceptation

Les erreurs (d'indication) des parties séparables du compteur d'eau ne doivent pas dépasser les erreurs maximales tolérées établies dans le certificat d'approbation de modèle.

10 Présentation des résultats

10.1 Objet des rapports

L'enregistrement des travaux effectués par le laboratoire d'essai, incluant les résultats des essais et examens et toute information appropriée, doit être fait de façon exacte, claire et non ambiguë selon le format donné dans R 49-3 [2].

Note: Le Format du Rapport d'Essai [2] est donné à titre informatif en ce qui concerne l'application de la présente Recommandation dans les réglementations nationales; cependant, son application est obligatoire dans le cadre du *Système de Certificats OIML pour les Instruments de Mesure* [30].

10.2 Données d'identification et d'essais à inclure dans les enregistrements**10.2.1 Évaluation de modèle**

L'enregistrement d'une évaluation de modèle doit contenir:

- a) une identification précise du laboratoire d'essai et du compteur essayé;
- b) l'historique de l'étalonnage de tous les appareils et dispositifs de mesure utilisés pour les essais;
- c) les détails précis des conditions dans lesquelles les divers essais ont été effectués, incluant toutes les conditions d'essai spécifiques conseillées par le fabricant;
- d) les résultats et conclusions des essais, comme exigé dans la présente Recommandation;
- e) les limitations s'appliquant à l'application de transducteurs de mesure et de calculateurs approuvés séparément.

10.2.2 Vérification primitive

L'enregistrement d'un essai de vérification primitive ou ultérieure pour un compteur individuel doit inclure au minimum:

- a) identification du laboratoire d'essai:
 - nom et adresse;
- b) identification du compteur essayé:
 - nom et adresse du fabricant ou marque déposée utilisée;
 - classe d'exactitude;
 - désignation du compteur Q_3 ;
 - rapports Q_3/Q_1 et Q_2/Q_1 ;
 - perte de pression maximale (et débit correspondant);
 - année de fabrication et numéro de série du compteur essayé;
 - type ou modèle.
- c) les résultats et les conclusions des essais.

ANNEXE A (Obligatoire)

Examen de modèle et essai des systèmes de contrôle des dispositifs électroniques

Ces exigences s'appliquent uniquement aux compteurs d'eau électroniques et aux dispositifs électroniques montés sur des compteurs d'eau mécaniques si ces compteurs sont munis de systèmes de contrôle.

Note: Les systèmes de contrôle sont seulement nécessaires lorsque le volume d'eau délivré est prépayé par le client et ne peut être confirmé par le fournisseur. Les systèmes de contrôle ne sont pas nécessaires lorsque les mesurages ne peuvent pas être remis à zéro et concernent deux partenaires permanents.

Afin de satisfaire à la présente Recommandation, les compteurs d'eau équipés de systèmes de contrôle, doivent subir avec succès l'inspection de modèle et les essais de performance spécifiés en 6.2.11 dans R 49-1.

Un exemplaire du compteur d'eau complet, ou du calculateur (incluant le dispositif indicateur), ou du transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume), doit être soumis à tous les examens et essais applicables décrits dans la présente Annexe (voir aussi le paragraphe 8.3).

Après chaque essai et examen, les références de paragraphe appropriées 4.1.2 et 4.3.1-4.3.6 de 49-1 sur les systèmes de contrôle, doivent être indiquées au point 4.1.2 du rapport d'essai R 49-3.

L'exemplaire soumis pour examen ne doit échouer à aucun des essais en question.

A.1 Objet de l'examen

- 1) Vérifier que les dispositifs de contrôle des compteurs d'eau équipés de tels dispositifs sont conformes aux exigences spécifiées en 4.3 dans R 49-1.
- 2) Vérifier que les compteurs d'eau équipés de ces systèmes de contrôle empêchent ou détectent le débit inversé, comme exigé en 4.1.2 dans R 49-1.
- 3) Vérifier que les systèmes de contrôle associés au transducteur de mesure sont conformes aux exigences de 4.3.2 dans R 49-1.

A.2 Procédures d'examen

A.2.1 Action des systèmes de contrôle (R 49-1, 4.3.1)

- 1) Vérifier que la détection des défauts significatifs par les systèmes de contrôle entraîne les actions suivantes, selon le type:

Pour les systèmes de contrôle de type P ou de type I:

- a) correction automatique du défaut; ou
 - b) arrêt du dispositif défectueux uniquement, lorsque le compteur d'eau privé de ce dispositif continue de satisfaire aux réglementations; ou
 - c) déclenchement d'une alarme visible ou audible; cette alarme doit persister jusqu'à ce que la cause du déclenchement de l'alarme soit éliminée. De plus, lorsque le compteur d'eau transmet des données à un équipement périphérique, la transmission doit être accompagnée d'un message indiquant la présence d'un défaut. Cette exigence n'est pas applicable dans le cas des perturbations spécifiées en A.6 dans R 49-1.
- 2) Si l'instrument est fourni avec des dispositifs pour évaluer la quantité de liquide ayant traversé le compteur pendant que le défaut se produit, vérifier que le résultat de cette évaluation ne puisse être pris pour une indication valide.
 - 3) Lorsque des systèmes de contrôle sont utilisés, vérifier que, dans les cas suivants, il n'y a pas d'alarme visible ou audible à moins que cette alarme soit transférée à une station éloignée:
 - a) deux partenaires permanents;
 - b) mesurages ne pouvant être remis à zéro;
 - c) mesurages non prépayés
 - 4) Si les valeurs mesurées à partir du compteur ne sont pas répétées sur une station éloignée, vérifier que la transmission de l'alarme et les valeurs mesurées répétées, sont sécurisées.

A.2.2 Systèmes de contrôle pour le transducteur de mesure (R 49-1, 4.3.2)

A.2.2.1 Objet de l'essai

S'assurer que les systèmes de contrôle permettent de vérifier que:

- a) le capteur de débit est présent et fonctionne correctement;

- b) les données sont transmises correctement du capteur de débit vers le ordinateur;
- c) le débit inversé est détecté et/ou empêché, lorsque des systèmes électroniques sont utilisés pour cette fonction.

A.2.2.2 Procédures d'essai

A.2.2.2.1 Transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) avec signaux de sortie sous forme d'impulsion

Lorsque les signaux générés par le capteur de débit sont sous forme d'impulsions, chaque impulsion représentant un volume élémentaire, effectuer les essais afin de déterminer si les systèmes de contrôle pour l'émission, la transmission et le comptage des impulsions, satisfont les conditions suivantes:

- a) comptage correct des impulsions;
- b) détection du débit inversé, le cas échéant;
- c) contrôle de fonctionnement correct.

Ces fonctions de contrôle de type P peuvent être testées comme suit :

- d) soit en déconnectant le capteur de débit du ordinateur;
- e) soit en interrompant le signal émis par le capteur de débit vers le ordinateur;
- f) soit en interrompant l'alimentation électrique du capteur de débit.

A.2.2.2.2 Transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) des compteurs électromagnétiques

- 1) Pour les compteurs électromagnétiques pour lesquels l'amplitude du signal généré par le capteur de débit est proportionnelle au débit, la procédure suivante peut être utilisée pour tester les systèmes de contrôle:

Appliquer un signal d'entrée simulé, de forme similaire à celle du signal de mesure du compteur et représentant un débit compris entre Q_1 et Q_4 , au ordinateur et vérifier que:

- a) le système de contrôle est de type P ou de type I;
- b) si le système de contrôle est de type I, sa fonction de contrôle est activée à intervalles de cinq minutes au plus;
- c) le système de contrôle teste les fonctions du capteur de débit et du ordinateur;
- d) la valeur numérique équivalente du signal est comprise dans des limites prédéterminées établies par le fabricant et qu'elle est compatible avec les erreurs maximales tolérées.

- 2) Vérifier que la longueur de câble entre le capteur de débit et le ordinateur ou le dispositif auxiliaire d'un compteur d'eau électromagnétique, ne dépasse pas la plus petite des valeurs suivantes: 100 mètres ou la valeur L exprimée en mètres selon la formule suivante.

$$L = (k \times c) / (f \times C)$$

- où:
- $k = 2 \times 10^5$ m
 - c est la conductivité du liquide, en S/m
 - f est la fréquence du champ pendant le cycle de mesure, en Hz
 - C est la capacitance effective du câble par mètre, en F/m

Note: Si les solutions du fabricant garantissent des résultats équivalents, ces exigences peuvent être ignorées.

A.2.2.2.3 Autres principes de mesure

Lorsqu'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume), employant des technologies non couvertes par 4.3.2 dans R 49-1, est soumis à l'approbation de modèle, vérifier que les systèmes de contrôle fournissent des niveaux équivalents de sécurité.

A.2.3 Systèmes de contrôle pour le ordinateur (R 49-1, 4.3.3)

A.2.3.1 Objet de l'essai

Vérifier que les systèmes de contrôle garantissent que le ordinateur fonctionne correctement et que les calculs sont valables.

A.2.3.2 Procédure d'essai

A.2.3.2.1 Fonctions du ordinateur

- 1) Vérifier que les systèmes de contrôle pour la validation des fonctions du ordinateur sont soit de type P soit de type I.
- 2) Pour les systèmes de type I, vérifier que les contrôles de la fonction de ordinateur sont faits au moins une fois par jour ou pour chaque volume équivalent à 10 minutes de débit à Q_3 .
- 3) Vérifier que les systèmes de contrôle pour la validation du fonctionnement du ordinateur garantissent que les valeurs de toutes les instructions et données mémorisées de façon permanente sont correctes par les procédés suivants:
 - a) sommation de tous les codes d'instructions et de données et comparaison de la somme avec une valeur donnée;
 - b) bits de parité de ligne et de colonne (contrôles par redondance longitudinale, LRC, et verticale, VRC);
 - c) contrôle par redondance cyclique (CRC 16);

- d) double mémorisation indépendante des données;
 - e) mémorisation des données en "codage de sécurité", par exemple protégée par somme de contrôle et bits de parité de ligne et de colonne.
- 4) Vérifier que tous les transferts et mémorisations internes de données relatives au résultat de mesure sont effectués correctement, par des moyens tels que:
 - a) routines de lecture-écriture;
 - b) conversion et reconversion des codes;
 - c) utilisation de "codage de sécurité" (somme de contrôle, bit de parité);
 - d) double mémorisation.

A.2.3.2.2 Calculs

- 1) Vérifier que les systèmes de contrôle pour la validation des calculs sont soit de type P soit de type I.
- 2) Pour les systèmes de type I, vérifier que les contrôles de calcul sont faits au moins une fois par jour ou pour chaque volume équivalent à 10 minutes de débit à Q_3 .
- 3) Vérifier que les valeurs de toutes les données relatives au mesurage, qui sont soit mémorisées de façon interne soit transmises à un équipement périphérique via une interface, sont correctes.

Note: Les systèmes de contrôle peuvent utiliser des moyens tels que les bits de parité, la somme de contrôle ou la double mémorisation pour vérifier l'intégrité des données.

- 4) Vérifier que le système de calcul est fourni avec un moyen de contrôler la continuité du programme de calcul.

A.2.4 Systèmes de contrôle pour le dispositif indicateur (R 49-1, 4.3.4)

A.2.4.1 Objet de l'essai

- 1) Vérifier que les systèmes de contrôle pour le dispositif indicateur détectent si les indications primaires sont affichées et si elles correspondent aux données fournies par le calculateur.
- 2) Vérifier que les systèmes de contrôle pour le dispositif indicateur, détectent la présence du dispositif indicateur s'il est amovible.
- 3) Vérifier que les systèmes de contrôle pour le dispositif indicateur sont soit de la forme définie en 4.3.4.1 dans R 49-1, soit de la forme définie en 4.3.4.2 dans R 49-1.

A.2.4.2 Procédure d'essai

- 1) Confirmer que le système de contrôle du dispositif indicateur principal est de type P;

Note 1: Si le dispositif indicateur n'est pas le dispositif indicateur principal, le système de contrôle peut être de type I.

Note 2: Les moyens utilisés pour le contrôle peuvent inclure:

- a) pour les dispositifs indicateurs utilisant des filaments incandescents ou des diodes électroluminescentes (LED), le mesurage du courant dans les filaments;
- b) pour les dispositifs indicateurs utilisant des tubes fluorescents, le mesurage de la tension de grille;
- c) pour les dispositifs indicateurs utilisant des cristaux liquides multiplexés, le contrôle en sortie de la tension de commande des lignes de segments et des électrodes communes, afin de détecter toute déconnexion ou court-circuit entre les circuits de commande.

Note 3: Les contrôles mentionnés en 4.1.5 dans R 49-1 ne sont pas nécessaires.

- 2) Vérifier que le système de contrôle pour le dispositif indicateur inclut le contrôle de type P ou de type I des circuits électroniques utilisés pour le dispositif indicateur (exceptés les circuits de transmission de l'afficheur même).
- 3) Vérifier pour les systèmes de type I, que les contrôles du dispositif indicateur sont faits au moins une fois par jour ou pour chaque volume équivalent à 10 minutes de débit à Q_3 .
- 4) Vérifier que les valeurs de toutes les données relatives au mesurage, qui sont soit mémorisées de façon interne, soit transmises à l'équipement périphérique via une interface, sont correctes.

Note: Les systèmes de contrôle peuvent utiliser des moyens tels que les bits de parité, la somme de contrôle ou la double mémorisation pour vérifier l'intégrité des données.

- 5) Vérifier que le dispositif indicateur est fourni avec un moyen de contrôler la continuité du programme de calcul.
- 6) Vérifier que le système de contrôle du dispositif indicateur fonctionne:
 - a) soit en déconnectant tout ou partie du dispositif indicateur;
 - b) soit par une action simulant une panne de l'affichage, en utilisant par exemple un bouton test.

A.2.5 Systèmes de contrôle pour les dispositifs auxiliaires (R 49-1, 4.3.5)

A.2.5.1 Objet de l'essai

- 1) Vérifier que le dispositif auxiliaire (dispositif répéteur, dispositif imprimeur, dispositif de mémorisation, etc.) à indications primaires inclut un système de contrôle de type P ou I.

2) Vérifier que le système de contrôle pour le dispositif auxiliaire, contrôle:

- la présence du dispositif auxiliaire;
- le fonctionnement correct du dispositif auxiliaire;
- la transmission correcte des données entre le compteur et le dispositif auxiliaire.

A.2.5.2 Procédure d'essai

- 1) Vérifier que le dispositif auxiliaire (dispositif répéteur, dispositif imprimeur, dispositif de mémorisation, etc.) à indications primaires inclut un système de contrôle de type P ou I.
- 2) S'assurer que le système de contrôle vérifie que le dispositif auxiliaire est relié au compteur d'eau.
- 3) S'assurer que le système de contrôle vérifie que le dispositif auxiliaire fonctionne et transmet les données correctement.

A.2.6 Systèmes de contrôle pour les instruments de mesure associés (R 49-1, 4.3.6)

A.2.6.1 Objet de l'essai

- 1) Examiner les systèmes de contrôle des instruments de mesure associés autres que le capteur de débit.

Note: En plus du mesurage primaire de volume, les compteurs d'eau peuvent avoir des systèmes intégrés pour le mesurage et l'affichage d'autres

paramètres, par exemple le débit, la pression et la température de l'eau.

- 2) Vérifier la présence d'un système de contrôle soit de type P, soit de type I lorsque des fonctions supplémentaires de mesurage sont présentes.
- 3) S'assurer que le système de contrôle vérifie que le signal provenant de chaque instrument associé est compris dans une étendue de mesurage prédéterminée.

A.2.6.2 Procédure d'essai

- 1) Identifier le nombre et les types de transducteurs de mesure associés présents dans le compteur.
- 2) Pour chaque type de transducteur présent, vérifier qu'un système de contrôle de type P ou de type I est présent.
- 3) Vérifier que la valeur du signal provenant de chaque transducteur concorde avec le paramètre mesuré (débit, pression et température de l'eau).
- 4) Lorsque les débits servent à la régulation des prix, vérifier que pour chaque débit spécifié en 6.2.4.1 dans R 49-1, la différence entre le débit réel et le débit indiqué ne dépasse pas l'erreur maximale tolérée appropriée en 3.2.1 et 3.2.2 dans R 49-1.
- 5) Pour tous les autres types d'instruments de mesure associés, vérifier que la différence entre la valeur réelle du paramètre mesuré et la valeur indiquée par l'instrument de mesure aux extrêmes et au milieu de leur étendue de mesure, ne dépasse pas l'erreur maximale spécifiée par le fabricant.

ANNEXE B (Obligatoire)

Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un compteur d'eau

B.1 Informations générales

La présente annexe définit les formules à appliquer lors des essais d'approbation de modèle et de vérification, pour le calcul de l'erreur (d'indication) d'un:

- compteur d'eau complet
- calculateur séparable (incluant le dispositif indicateur)
- transducteur de mesure séparable (incluant le capteur de débit ou de volume)

B.2 Calcul de l'erreur (d'indication)

Lorsqu'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) ou un calculateur (incluant le dispositif indicateur) d'un compteur d'eau est soumis à une approbation de modèle séparée, les mesurages de l'erreur (d'indication) sont effectués uniquement sur ces parties séparables du compteur.

Pour un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume), le signal de sortie (impulsion, courant, tension ou signal encodé) est mesuré par un instrument approprié.

Pour le calculateur (incluant le dispositif indicateur), il convient que les caractéristiques des signaux d'entrée simulés (impulsion, courant, tension ou signal encodé) répliquent celles du transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume).

L'erreur (d'indication) de l'équipement soumis à l'essai est calculée en fonction de ce qui est considéré comme étant la valeur vraie du volume réel ajouté pendant un essai, comparé au volume équivalent soit du signal d'entrée simulé au calculateur (incluant le dispositif indicateur), soit du signal de sortie réel provenant du transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume), mesuré pendant la même période d'essai.

Sauf en cas d'exemption par l'autorité métrologique, un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) et un calculateur compatible (incluant le dispositif indicateur), ayant des approbations de modèle séparées, doivent être essayés ensemble comme un compteur d'eau combiné pendant la vérification primitive ou les vérifications ultérieures (voir article 9). Par conséquent, le calcul de l'erreur (d'indication) est le même que pour un compteur d'eau complet.

B.3 Calcul de l'erreur relative (d'indication)

B.3.1 Compteur d'eau complet

$$E_{m(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a \quad (\%)$$

Où:

$E_{m(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$ Erreur relative (d'indication) d'un compteur d'eau complet à un débit $i (= 1, 2, \dots, n)$, (%)

V_a Volume réel (ou simulé) passé pendant la période d'essai D_p , (m³)

V_i Volume ajouté au (ou soustrait du) dispositif indicateur pendant la période d'essai D_p , (m³)

B.3.2 Compteur d'eau combiné

Un compteur d'eau combiné doit être traité comme un compteur d'eau complet (B.3.1) pour les besoins du calcul de l'erreur (d'indication).

B.3.3 Calculateur (incluant le dispositif indicateur)

B.3.3.1 Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un calculateur (incluant le dispositif indicateur) testé avec un signal d'entrée simulé sous forme d'impulsions

$$E_{c(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a$$

Où:

$E_{c(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$ Erreur relative (d'indication) du calculateur (incluant le dispositif indicateur) à un débit $i (=1, 2, \dots, n)$, (%)

$V_a = (C_p \times T_p)$ Volume d'eau équivalent au nombre total des impulsions de volume envoyées au dispositif indicateur pendant la période d'essai D_t , (m³)

C_p Constante mettant en équation un volume nominal d'eau pour chaque impulsion, (m³/impulsion)

T_p Nombre total des impulsions de volume envoyées pendant la période d'essai D_t

V_i Volume enregistré par le dispositif indicateur, ajouté pendant la période d'essai D_t , (m³)

B.3.3.2 Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un calculateur (incluant le dispositif indicateur) testé avec un signal d'entrée simulé sous forme d'intensité de courant

$$E_{c(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a$$

Où:

$E_{c(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$ Erreur relative (d'indication) du calculateur (incluant le dispositif indicateur) à un débit $i (=1, 2, \dots, n)$, (%)

$V_a = (C_i \times i_t \times D_t)$ Volume d'eau équivalent à l'intensité moyenne du courant de signal envoyé au dispositif indicateur pendant la période d'essai D_t , (m³)

C_i Constante reliant l'intensité du courant de signal au débit, (m³/h·mA)

D_t Durée de la période d'essai, (h)

i_t Intensité moyenne du courant de signal d'entrée pendant la période d'essai D_t , (mA)

V_i Volume enregistré par le dispositif indicateur, ajouté pendant la période d'essai D_t , (m³)

B.3.3.3 Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un calculateur (incluant le dispositif indicateur) testé avec un signal d'entrée simulé sous forme de tension

$$E_{c(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a$$

Où:

$V_a = (C_v \times U_c \times D_t)$ Volume d'eau équivalent à la tension moyenne du signal envoyé au dispositif indicateur pendant la période d'essai D_t , (m³)

$E_{c(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$	Erreur relative (d'indication) du calculateur (incluant le dispositif indicateur) à un débit i ($= 1, 2, \dots, n$), (%)
C_v	Constante reliant la tension du signal d'entrée au débit, ($m^3/h \cdot V$)
D_t	Durée de la période d'essai, (h)
U_c	Valeur moyenne de la tension du signal d'entrée pendant la période d'essai D_t , (V)
V_i	Volume enregistré par le dispositif indicateur, ajouté pendant la période d'essai D_t , (m^3)

B.3.3.4 Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un calculateur (incluant le dispositif indicateur) testé avec un signal d'entrée encodé simulé

$$E_{c(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a$$

Où:

$E_{c(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$	Erreur relative (d'indication) d'un calculateur (incluant le dispositif indicateur) à un débit i ($= 1, 2, \dots, n$), (%)
V_a	Volume d'eau équivalent à la valeur numérique du signal d'entrée encodé, envoyé au dispositif indicateur pendant la période d'essai D_t , (m^3)
V_i	Volume enregistré par le dispositif indicateur, ajouté pendant la période d'essai, (m^3)

B.3.4 Transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume)

B.3.4.1 Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) avec un signal de sortie sous forme d'impulsions

$$E_{t(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a$$

Où:

$E_{t(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$	Erreur relative (d'indication) d'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) à un débit i ($= 1, 2, \dots, n$), (%)
$V_i = (C_p \times T_p)$	Volume d'eau équivalent au nombre total d'impulsions de volume émises à partir du transducteur de mesure pendant la période d'essai D_t , (m^3)
C_p	Constante mettant en équation un volume d'eau nominal pour chaque impulsion de sortie, ($m^3/impulsion$)
T_p	Nombre total d'impulsions de volume émises pendant la période d'essai D_t
V_a	Volume réel d'eau mesuré pendant la période d'essai D_t , (m^3)

B.3.4.2 Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) avec un signal de sortie sous forme d'intensité de courant

$$E_{t(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a$$

Où:

$E_{t(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$	Erreur relative (d'indication) d'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) à un débit i ($= 1, 2, \dots, n$), (%)
---------------------------------	---

$V_i = (C_i \times i_t \times D_t)$	Volume d'eau équivalent à l'intensité moyenne du courant du signal de sortie émis à partir du transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume), mesurée pendant la période d'essai D_t , (m^3)
C_i	Constante reliant l'intensité du courant du signal de sortie émis, au débit, ($m^3/h \cdot mA$)
D_t	Durée de la période d'essai, (h)
i_t	Intensité moyenne du courant du signal de sortie émis pendant la période d'essai D_t , (mA)
V_a	Volume réel d'eau mesuré pendant la période d'essai D_t , (m^3)

B.3.4.3 Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) avec un signal de sortie sous forme de tension

$$E_{t(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a$$

Où:

$E_{t(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$	Erreur relative (d'indication) d'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) à un débit i ($=1, 2, \dots, n$), (%)
$V_i = (C_v \times D_t \times U_i)$	Volume d'eau équivalent à la tension moyenne du signal émis par le transducteur de mesure, mesurée pendant la période d'essai D_t , (m^3)
C_v	Constante reliant la tension du signal de sortie émis, au débit, ($m^3/h \cdot V$)
D_t	Durée de la période d'essai, (h)
U_t	Tension moyenne du signal de sortie émis pendant la période d'essai D_t , (V)
V_a	Volume réel d'eau mesuré pendant la période d'essai D_t , (m^3)

B.3.4.4 Calcul de l'erreur relative (d'indication) d'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) avec un signal de sortie encodé

$$E_{t(i)} (i = 1, 2, \dots, n) = 100 \times (V_i - V_a) / V_a$$

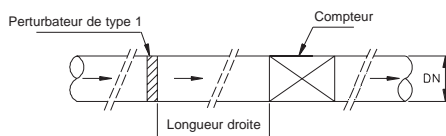
Où:

$E_{t(i)} (i = 1, 2, \dots, n)$	Erreur relative (d'indication) d'un transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) à un débit i ($=1, 2, \dots, n$), (%)
V_i	Volume d'eau équivalent à la valeur numérique du signal de sortie encodé émis à partir du transducteur de mesure (incluant le capteur de débit ou de volume) pendant la période d'essai D_t , (m^3)
V_a	Volume réel d'eau mesuré pendant la période d'essai D_t , (m^3)

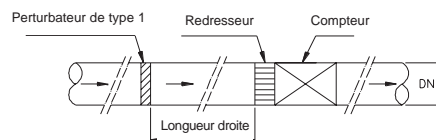
ANNEXE C (Obligatoire)

Exigences d'installation pour les essais de perturbations de débit

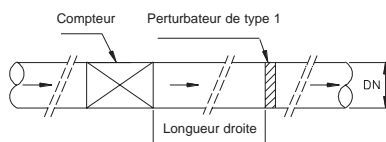
ESSAI 1 - SANS REDRESSEUR



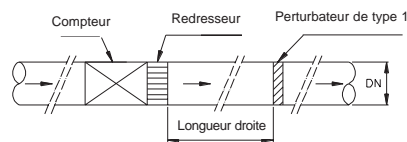
ESSAI 1A - AVEC REDRESSEUR



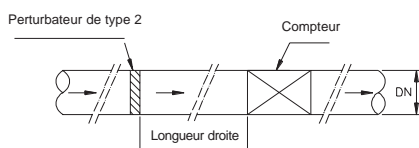
ESSAI 2 - SANS REDRESSEUR



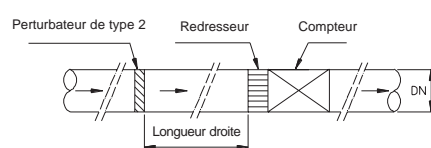
ESSAI 2A - AVEC REDRESSEUR



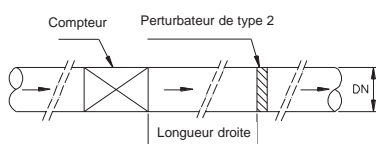
ESSAI 3 - SANS REDRESSEUR



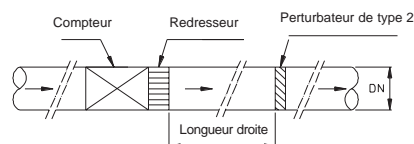
ESSAI 3A - AVEC REDRESSEUR



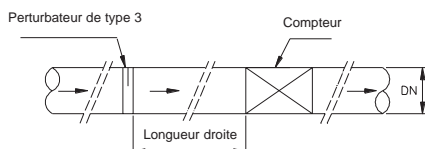
ESSAI 4 - SANS REDRESSEUR



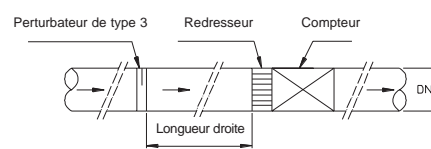
ESSAI 4A - AVEC REDRESSEUR



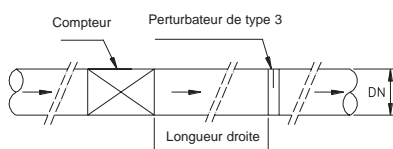
ESSAI 5 - SANS REDRESSEUR



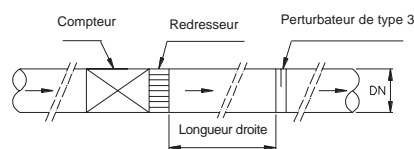
ESSAI 5A - AVEC REDRESSEUR



ESSAI 6 - SANS REDRESSEUR



ESSAI 6A - AVEC REDRESSEUR



Perturbateur de type 1: Générateur de tourbillon lévogyre
 Perturbateur de type 2: Générateur de tourbillon dextrogyre
 Perturbateur de type 3: Perturbateur du profil de vélocité

ANNEXE D (Obligatoire)

Évaluation de modèle d'une famille de compteurs d'eau

D.1 Familles de compteurs d'eau

La présente annexe définit les critères devant être appliqués par l'autorité d'approbation pour décider si un groupe de compteurs d'eau peut être considéré comme étant de la même famille pour les besoins de l'approbation de modèle, lorsque seules des tailles choisies de compteur doivent être essayées.

D.2 Définition

Une famille de compteurs est un groupe de compteurs d'eau de différentes tailles et/ou de débits différents, dans lequel tous les compteurs doivent avoir les caractéristiques suivantes:

- même fabricant,
- similarité géométrique des parties mouillées,
- même principe de mesurage,
- mêmes rapports Q_3/Q_1 et Q_2/Q_1 ,
- même classe d'exactitude,
- même dispositif électronique pour chaque taille de compteur,
- spécifications similaires de fabrication et d'assemblage des composants,
- mêmes matériaux pour les composants dont l'influence sur les performances du compteur est critique,
- mêmes exigences d'installation selon la taille du compteur, par exemple 10 D (diamètre de la tuyauterie) de canalisation droite en amont du compteur et 5 D de canalisation droite en aval du compteur.

D.3 Choix du compteur

Pour le choix des tailles de compteurs d'une famille de compteurs d'eau devant être essayées, les règles suivantes doivent être suivies:

- L'autorité d'approbation doit indiquer les raisons pour lesquelles certaines tailles de compteurs sont incluses dans, ou exclues des essais;
- Le plus petit compteur dans chaque famille de compteurs doit toujours être essayé;
- Les compteurs qui ont les paramètres de fonctionnement les plus extrêmes dans une famille doivent être considérés comme devant être soumis aux essais, par exemple l'étendue de débit la plus grande, la vitesse périphérique (circonférentielle) la plus élevée des parties mobiles, etc.;
- Si possible d'un point de vue pratique, il convient de toujours essayer le plus grand compteur de chaque famille de compteurs. Cependant, si le plus grand compteur n'est pas essayé, alors un compteur pour lequel $Q_3 > 2 \times Q_3$ du plus grand compteur essayé, ne doit pas être approuvé comme faisant partie de la famille;
- Les essais d'endurance doivent être appliqués aux compteurs susceptibles de subir la plus grande usure;
- Pour les compteurs sans parties mobiles dans le transducteur de mesure, la plus petite taille doit être choisie pour les essais d'endurance;
- Tous les essais de performance relatifs aux facteurs d'influence et aux perturbations doivent être effectués sur une seule taille de compteur dans une famille de compteurs;
- Les membres d'une famille soulignés dans la figure D.1 peuvent servir d'exemple pour les essais (*Note*: Chaque rangée représente une famille, le compteur 1 étant le plus petit).

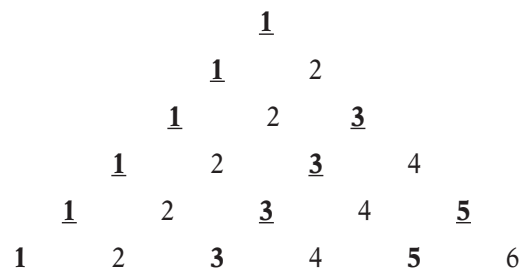


Fig. D.1

ANNEXE E (Informative)

Exemples de méthodes et de composants utilisés pour les essais des compteurs d'eau concentriques

Un exemple d'interface de compteur concentrique/collecteur est donné en Figure E.1.

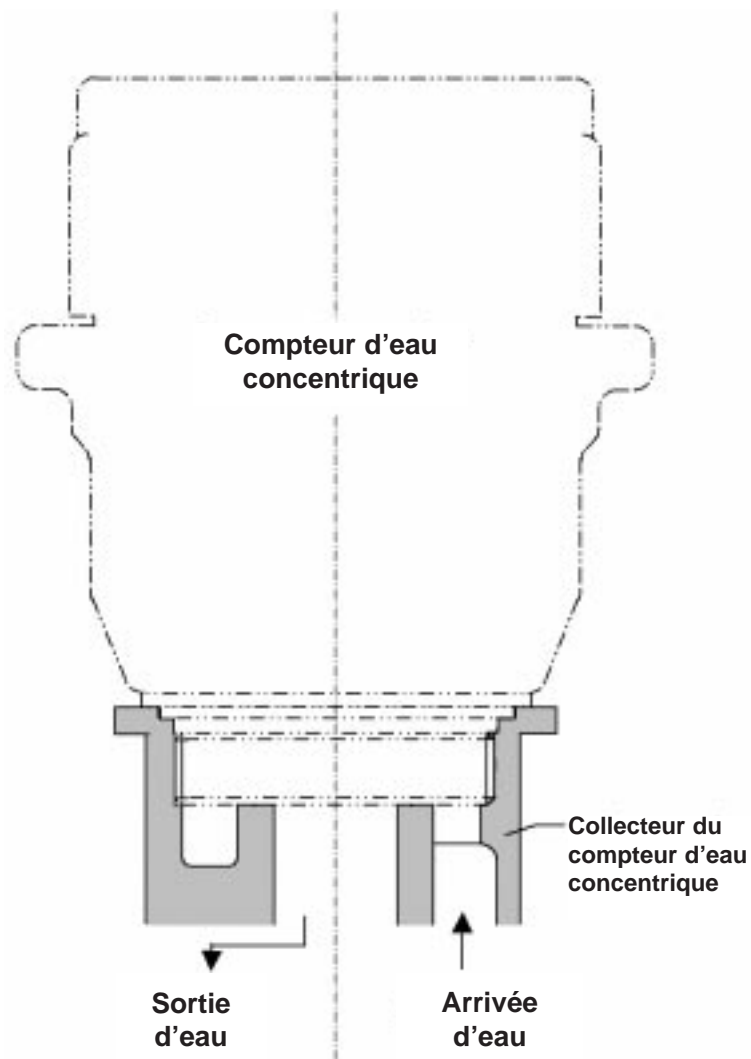


Figure E.1 Exemple de raccord du collecteur sur un compteur d'eau concentrique

Un collecteur spécial pour essai de pression, tel que celui montré dans l'exemple de la Figure E.2, peut être utilisé pour essayer le compteur. Pour s'assurer que les joints travaillent à la limite de leur résistance pendant l'essai, il convient que les cotes du plan de joint du collecteur d'essai de pression respectent les limites appropriées de leurs tolérances de fabrication, conformément aux cotes nominales spécifiées par le fabricant.

Avant que le compteur ne soit soumis à l'approbation de modèle, il peut être demandé à son fabricant de

placer un joint à un endroit au dessus de l'emplacement du joint intérieur de l'interface compteur/collecteur, par un moyen approprié à la conception du compteur. Lorsque le compteur concentrique est monté sur le collecteur pour l'essai de pression et mis sous pression, il est nécessaire de pouvoir identifier la source de toute fuite repérée à la sortie du collecteur d'essai de pression et de distinguer entre cette fuite et celle résultant d'un dispositif d'étanchéité incorrectement monté. La Figure E.3 montre un exemple de croquis d'un bouchon adapté à beaucoup de modèles de compteurs, mais tout autre moyen adapté peut être utilisé.

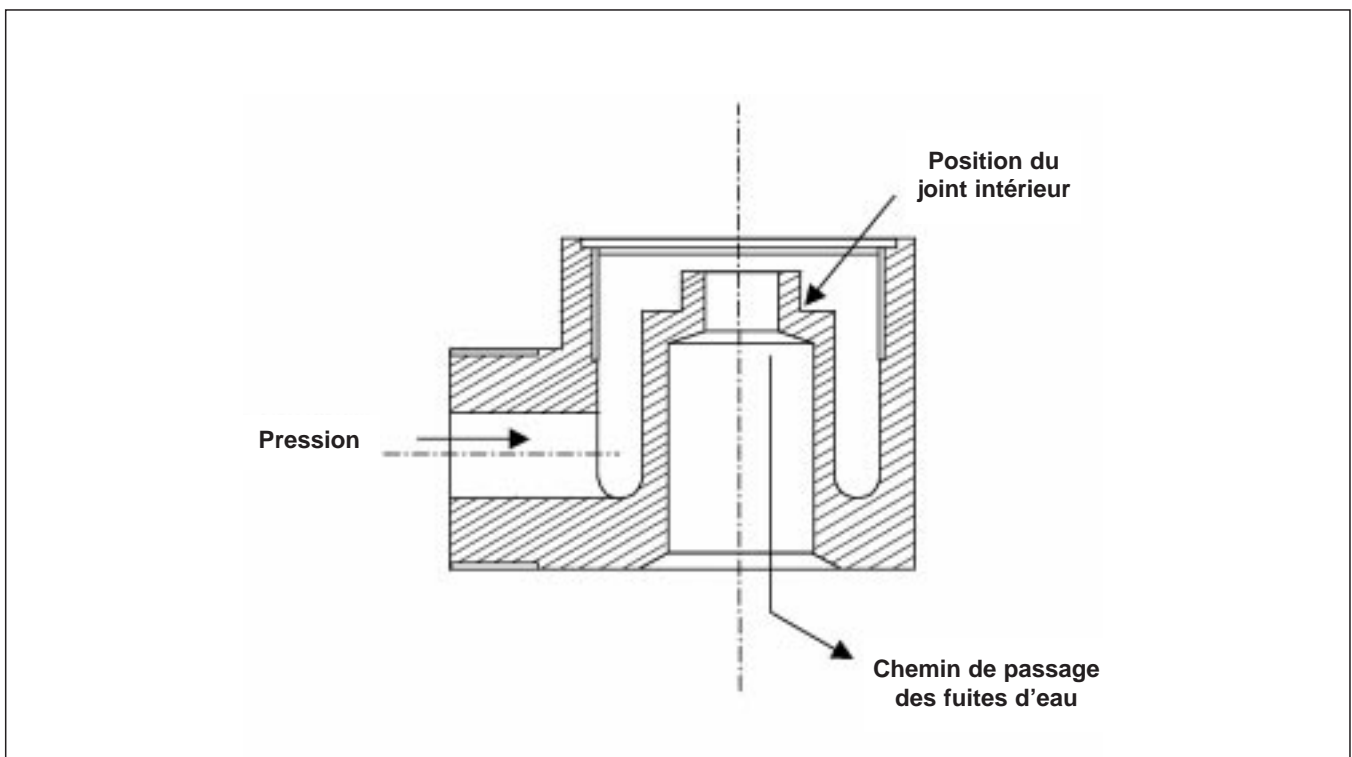


Figure E.2 Exemple de collecteur pour l'essai de pression des joints de compteur concentrique

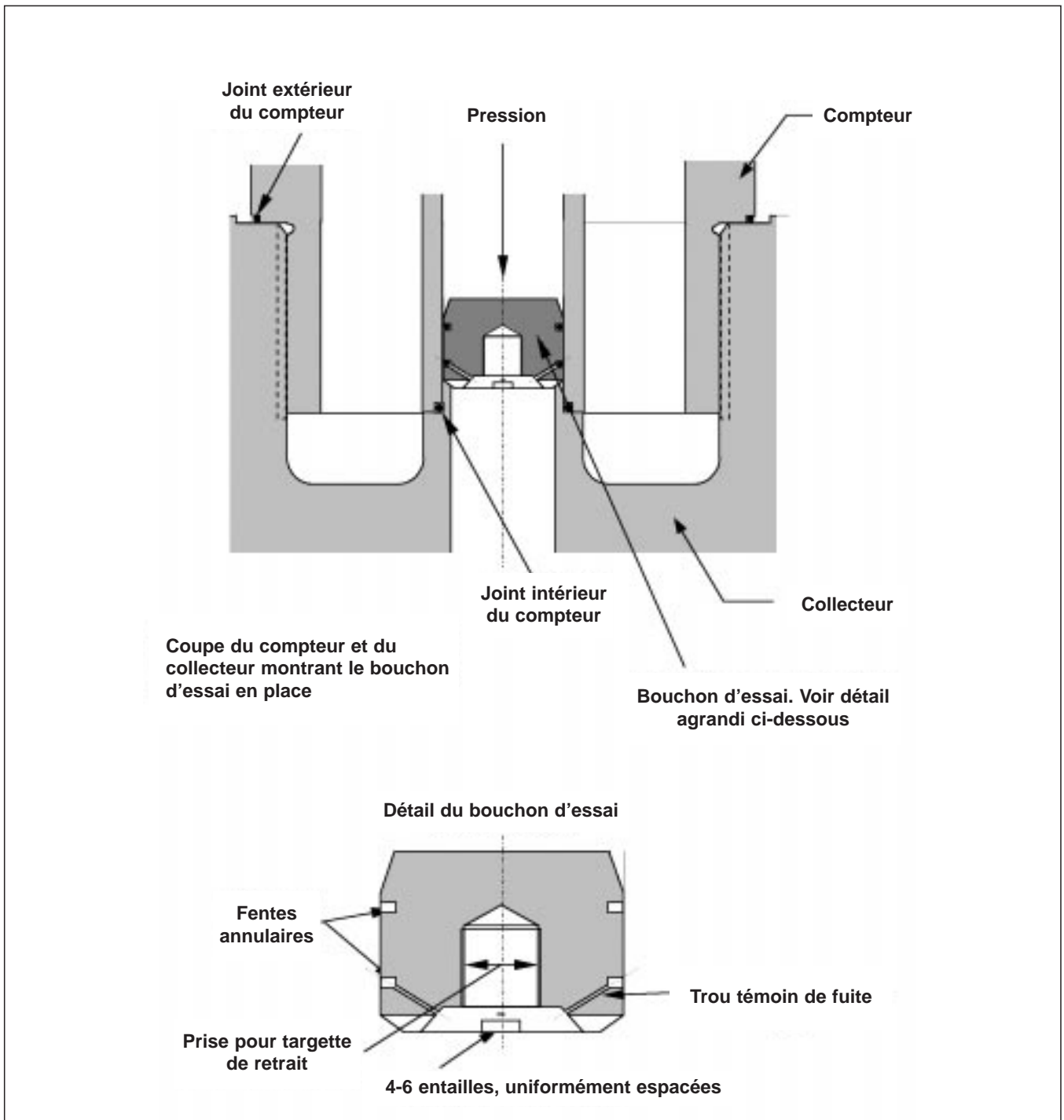


Figure E.3 Exemple de bouchon pour l'essai de pression des joints de compteur concentrique

ANNEXE F (Informative)

Détermination de la masse volumique de l'eau

La masse volumique de l'eau dans le compteur d'essai est calculée à partir des formules de l'IAPWS comme suit:

Équation 1 Masse volumique de l'eau distillée désaérée à 101,325 kPa

$$\rho_{dw}(t) = a_0 \cdot \left[\frac{1 + a_1 \cdot \theta + a_2 \cdot \theta^2 + a_3 \cdot \theta^3}{1 + a_4 \cdot \theta + a_5 \cdot \theta^2} \right]$$

où:

$\rho_{dw}(t)$ est la masse volumique de l'eau distillée désaérée à la température t en kg/m^3 ;

θ est une température normalisée, $\theta = t/100$;

t est la température en degrés Celsius sur l'échelle de température EIT-90; et

a_i sont les coefficients de l'équation, indiqués ci-dessous.

i	a_i
0	999,84382
1	1,4639386
2	-0,0155050
3	-0,0309777
4	1,4572099
5	0,0648931

Équation 2 Facteur de correction de la pression

$$Beta = a_0 \times \left(\frac{1 + a_1 \cdot \theta + a_2 \cdot \theta^2 + a_3 \cdot \theta^3}{1 + a_4 \cdot \theta} \right)$$

où:

$Beta$ est la compressibilité isothermique de l'eau à pression ambiante;

θ est une température normalisée, $\theta = t/100$;

t est la température en degrés Celsius sur l'échelle de température EIT-90; et

a_i sont les coefficients de l'équation, indiqués ci-dessous.

i	a_i
0	$5,08821 \cdot 10^{-10}$
1	1,2639418
2	0,2660269
3	0,3734838
4	2,0205242

Le facteur de correction du volume, C_{pl} est ensuite calculé.

$$C_{pl} = \frac{1}{1 - Beta \times P}$$

où:

$Beta$ est la compressibilité isothermique de l'eau à pression ambiante;

P est la pression manométrique du débitmètre, (Pa)

Équation 3 Masse volumique de l'eau au débitmètre

$$\rho_w(t) = \frac{\rho_{dw} \times r}{C_{pl}} \quad (1)$$

où r est la masse volumique relative mesurée de l'eau de l'installation.

Pour les besoins d'étalonnage du compteur d'eau, les équations recommandées par IAPWS¹ sont présentées comme applicables aux températures jusqu'à 80 °C. Ce choix permet l'étalonnage des compteurs d'eau chaude et les étalonnages sous pression. Les formules de calcul de la masse volumique de l'eau distillée telles que définies par Wagenbreth & Blanke², Patterson et Morris³ ou Tanaka⁴ ont été publiées dans Metrologia et sont considérées comme étant appropriées à l'utilisation en métrologie légale, habituellement pour la détermination du volume par pesage dans les conditions atmosphériques. Elles ne sont pas recommandées pour les étalonnages des compteurs d'eau car elles s'appliquent uniquement aux températures jusqu'à 40 °C et ne sont pas associées à des formules de correction de la pression.

Une table des masses volumiques (pour les températures comprises entre 0 et 40 °C) calculée à partir de la formule IAPWS de l'eau distillée désaérée et s'appliquant pour les températures comprises entre 0 et 80 °C et une pression de 101,325 kPa est donnée dans le Tableau F.1.

[1] International Association for Properties of water and steam (IAPWS) for the thermodynamic properties of ordinary water substance for general and scientific use. 1995.

[2] Wagenbreth and Blanke. PTB Mitteilungen 3/1990 195-196.

[3] Patterson and Morris. Metrologia, 1994, Vol. 31, 272-288.

[4] Tanaka, Girand, Avis, Peuto, and Binal. Metrologia, 2001, Vol. 38, 301-309.

Tableau F.1 Masse volumique de l'eau distillée désaérée (en utilisant l'équation 1)

Température de l'eau °C (°C)	Masse volumique (kg/m ³)	Température de l'eau °C (°C)	Masse volumique (kg/m ³)
0	999,844	21	997,996
1	999,902	22	997,774
2	999,943	23	997,541
3	999,967	24	997,299
4	999,975	25	997,048
5	999,966	26	996,786
6	999,943	27	996,516
7	999,904	28	996,236
8	999,851	29	995,947
9	999,784	30	995,649
10	999,702	31	995,343
11	999,608	32	995,028
12	999,500	33	994,705
13	999,380	34	994,373
14	999,248	35	994,033
15	999,103	36	993,685
16	998,946	37	993,330
17	998,778	38	992,966
18	998,599	39	992,595
19	998,408	40	992,216
20	998,207		

Basée sur les valeurs de la masse volumique calculée à partir de la Formule IAPWS (1995) pour les propriétés thermodynamiques de l'eau ordinaire destinée à un usage général et scientifique.

ANNEXE G (Informative)

Analyse d'incertitude pour les essais de compteur d'eau en utilisant la méthode par jaugeage (Exemple de calculs)

La présente annexe donne un exemple de mesurage et de calcul de l'erreur (d'indication) à partir de l'essai d'un compteur d'eau, montrant comment les incertitudes sont déterminées.

Le compteur est supposé avoir un dispositif indicateur de type 1 (analogique).

G.1 Méthode d'essai

La Figure G.1 décrit un exemple de système d'étalonnage pour compteur d'eau, utilisant la méthode par jaugeage avec balance de pesée.

G.2 Objectif de l'essai

Déterminer l'erreur (d'indication) du compteur d'eau soumis à l'essai en recueillant dans une cuve de réception la même quantité d'eau ayant traversé le compteur soumis à l'essai (dans un temps mesuré). Le volume réel qui a traversé le compteur soumis à l'essai est calculé à partir de la masse mesurée de l'eau recueillie, en faisant les corrections appropriées.

G.3 Procédure d'essai

- 1) Fermer la vanne de fermeture du réservoir à niveau et installer le compteur soumis à l'essai dans le système d'essai (voir Fig. G.1).
- 2) L'électro-vanne étant fermée, laisser entrer l'eau dans le collecteur et le compteur soumis à l'essai en ouvrant la vanne de fermeture.
- 3) Configurer le réservoir à niveau pour qu'il donne la pression désirée pour un essai particulier. Configurer la conductance de l'électro-vanne pour qu'elle fournisse le débit désiré.
- 4) Mettre à zéro le volume indiqué sur le compteur soumis à l'essai (ou utiliser une méthode équivalente pour établir l'indication zéro).

- 5) Enregistrer les températures et les pressions indiquées en Figure G.1 (ainsi que le débit).
- 6) Mettre à zéro la masse indiquée du réservoir de réception (ou utiliser une méthode équivalente pour établir l'indication zéro).
- 7) Ouvrir l'électro-vanne et déclencher le chronomètre.
- 8) Enregistrer les températures, les pressions et le débit indiqués en Fig. G.1 (de préférence, en continu pendant l'essai).
- 9) Après que le temps désiré (D_t) se soit écoulé, fermer l'électro-vanne.
- 10) Enregistrer les valeurs de volume indiqué (V_i) et de masse indiquée (M_t).

G.4 Calculs

Le volume réel (V_a) est calculé par:

$$V_a = M_T / \rho$$

Où:

M_T est la masse indiquée de l'eau collectée pendant l'essai, et

ρ est la masse volumique de l'eau à la température T_u

L'erreur relative (d'indication) est ensuite donnée par:

$$E_m = \frac{V_i}{V_a} - 1$$

Où:

V_i est le volume net indiqué par le compteur soumis à l'essai

Note: Des mesures de la masse volumique réelle peuvent être utilisées pour la conversion de volume, à condition que l'incertitude élargie de la méthode d'essai ne dépasse pas celle définie dans les exigences de 7.1.1 dans R 49-1. En alternative, la masse volumique peut être obtenue en utilisant l'Annexe F.

G.5 Incertitudes

L'incertitude type relative combinée dans le mesurage du volume réel (V_a), utilisant la méthode prescrite dans le *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (voir [4], paragraphe 5), est^[G1]:

$$\frac{u_c(V_a)}{V_a} = \sqrt{\frac{(u(M_T))^2}{(M_T)^2} + \frac{(u(\rho))^2}{\rho^2}}$$

Où:

$u(M_T)$ est l'incertitude type de la détermination de la masse indiquée; et

$u(\rho)$ est l'incertitude type de la détermination de la masse volumique de l'eau.

La détermination du volume indiqué V_i implique de prendre la différence entre deux lectures du dispositif indicateur, à savoir, au début et à la fin de la période d'essai. L'incertitude type sur le volume indiqué $u(V_i)$ est évaluée en considérant la résolution (ΔV_i) du dispositif indicateur analogique du compteur soumis à l'essai comme une distribution triangulaire de probabilité^[G2] (voir réf. [4], paragraphe 4.4.6, p.16):

Incertitude type du volume indiqué:

$$u(V_i) = \frac{1}{\sqrt{6}} \Delta V_i = 0,41 \Delta V_i$$

Dans cet exemple:

$$u(V_i) = 0,41 \cdot \Delta V_i = 0,41 \cdot 0,0002 = 0,000082 \text{ m}^3$$

Fiche de données d'échantillonnage pour les incertitudes des mesurages individuels

Date:	Compteur soumis à l'essai (Modèle/Numéro de série):
Essai #:	Désignation du compteur: Q_3 : 2,5 m ³ /h Q_3/Q_1 : 80 Q_2/Q_1 : 1,6 Classe d'exactitude: 2 (puisque Q_3 est inférieur à 100 m ³ /h) Valeur de l'échelon de vérification = 0,0002 m ³

Paramètre	Unités	Valeur	Incertitude type
M_T (net)	kg	46,44 (± 10 ppm = 0,0004644)	$0,000464/\sqrt{3} = 0,000268$
ρ (T_T)	kg/m ³	998 (± 1)	$\frac{1}{2\sqrt{3}} = 0,29$
V_i (net)	m ³	$Q_1 \cdot 1,5 \text{ h} = 0,046875$	$\Delta V_i/\sqrt{6} = 0,000082$

Erreur de résolution du volume indiqué: $\Delta V_i = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

Mesurande: $V_a = M_T/\rho = 0,0465 \text{ m}^3$

Erreur (d'indication): $E_m = V_i - V_a = 0,0004 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned} \frac{u_c(V_a)}{V_a} &= \sqrt{\frac{(u(M_T))^2}{(M_T)^2} + \frac{(u(\rho))^2}{\rho^2}} = \sqrt{\frac{(0,000268)^2}{(46,44)^2} + \frac{(0,29)^2}{(998)^2}} = \\ &= \sqrt{3,33 \times 10^{-11} + 8,44 \times 10^{-8}} \\ &= 0,00029 (= 290 \text{ ppm}) \end{aligned}$$

[G1] Pour évaluer l'incertitude type du volume réel V_a , plusieurs autres facteurs, exclus de cet exemple dans un but de simplification, doivent être pris en compte, par exemple les effets de la poussée de l'air sur les pesées et l'erreur de synchronisation du répartiteur.

[G2] Pour un dispositif indicateur de type 2 (numérique), il convient de prendre une distribution rectangulaire, où:

$$u(V_i) = \frac{\Delta V_i}{\sqrt{3}}$$

G.6 Analyse des exigences

Date: _____

Compteur soumis à l'essai

(Modèle/Numéro de série): _____

Essai #: _____ Désignation du compteur: _____

Débit: $Q_1 = 0,03125 \text{ m}^3/\text{h}$

Erreur maximale tolérée (emt): 5 % (= 0,05)

G.6.1 Exigence relative à l'erreur maximale tolérée (emt)

Indiquer si $\frac{E_m}{V_a} = \frac{0,0004 \text{ m}^3}{0,0465 \text{ m}^3} = 0,0086$

$\leq \text{emt} (= 0,05)$? **oui**

G.6.2 Exigence relative à la résolution

Indiquer si $\frac{\Delta V_i}{V_a} = \frac{2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{0,0465 \text{ m}^3} = 4,3 \times 10^{-3}$

$\leq 0,5 \%$ (pour un compteur de classe d'exactitude 2)? **oui**

G.6.3 Exigence relative à l'incertitude

Indiquer si $\frac{u_c(V_a)}{V_a} = 0,00029$

$\leq 1/5 \text{ emt}$ pour l'approbation de modèle et la vérification primitive (= 0,01)? **oui**

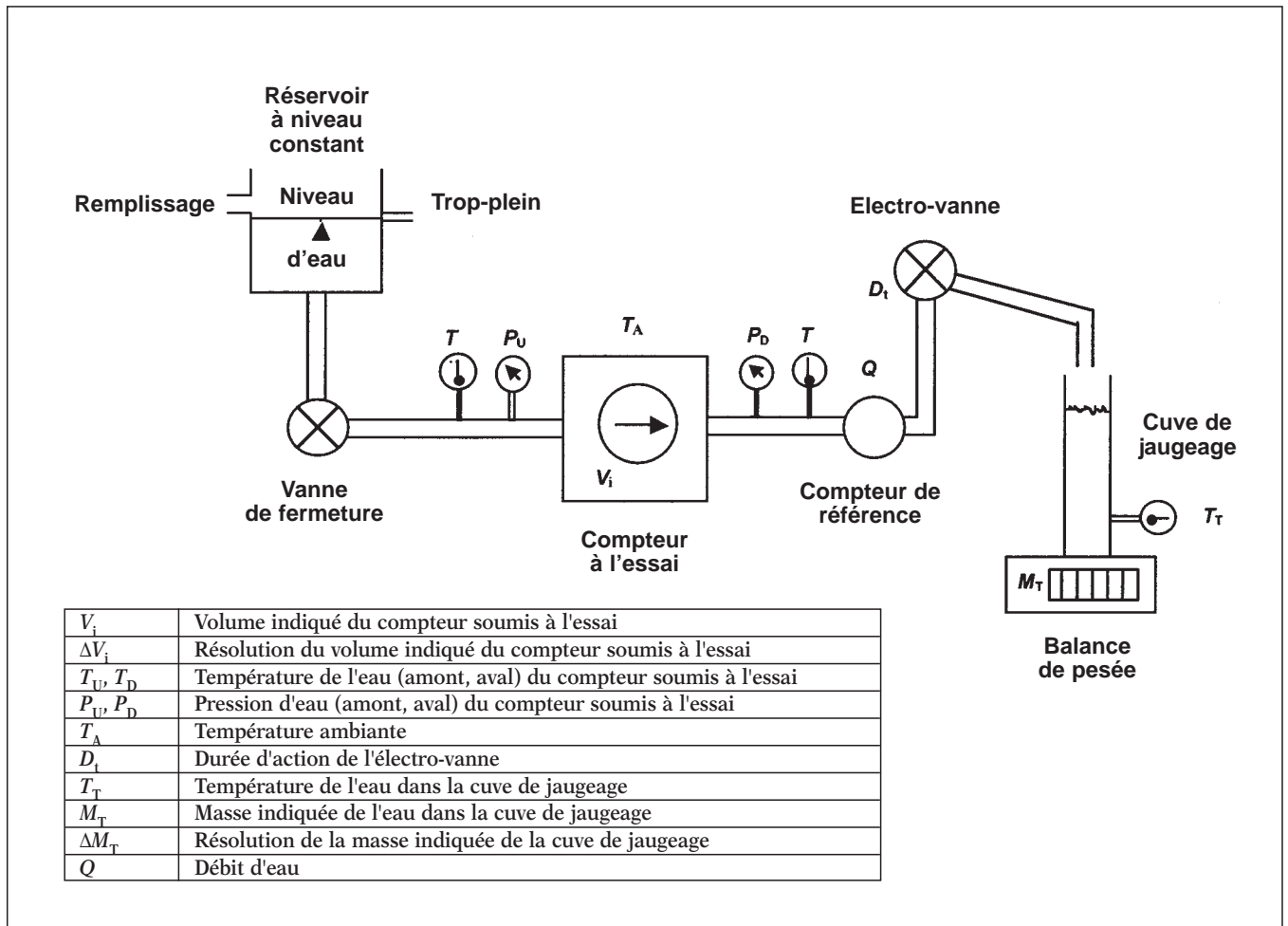


Figure G.1 Etalonnage du compteur d'eau par la méthode de jaugeage gravimétrique

ANNEXE H (Informative)

Incertitudes maximales du mesurage des facteurs d'influence et des perturbations

H.1 Introduction

Les paragraphes ci-après donnent les incertitudes maximales qui peuvent être appliquées aux divers essais de performance. Il convient de supposer que ces incertitudes incluent un facteur de couverture $k = 2$.

Quand une grandeur d'influence est spécifiée sous forme de valeur nominale avec des tolérances, par exemple $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, la valeur nominale de la grandeur d'influence (55 °C dans l'exemple) est la valeur supposée pour l'essai. Cependant, pour conformité avec la tolérance spécifiée pour la grandeur d'influence, l'incertitude de l'instrument de mesure utilisé pour mesurer cette grandeur, doit être soustraite de la valeur absolue de la tolérance afin d'obtenir les limites réelles de tolérance à appliquer pendant l'essai.

Exemple: Si la température de l'air doit être fixée à $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et si l'incertitude de l'instrument de mesure de la température est $0,4\text{ °C}$, alors la température réelle pendant l'essai ne doit pas dépasser $55\text{ °C} \pm 1,6\text{ °C}$.

Lorsque la grandeur d'influence est donnée par une étendue, par exemple lorsque la température de l'air ambiant est comprise entre 15 °C et 25 °C , cela implique que l'influence de cet effet n'est pas significatif. Il convient cependant que la température de l'air soit stabilisée à une valeur de cette étendue, et en l'occurrence à la température ambiante normale.

H.2 Signaux simulés à l'entrée du calculateur

Résistance:	0,2 % de la résistance appliquée
Intensité du courant:	0,01 % de l'intensité du courant appliqué
Tension:	0,01 % de la tension appliquée
Fréquence d'impulsions:	0,01 % de la fréquence appliquée

H.3 Essais de chaleur sèche, de chaleur humide (cyclique) et de froid

Pression de l'eau:	5 %
Pression de l'air ambiant:	0,5 kPa

Température de l'eau:	0,4 °C
Température de l'air ambiant:	0,4 °C
Humidité :	0,6 %
Temps (t) (durée d'application de la grandeur d'influence):	
0 < t < 2 h;	1 s
t > 2 h;	10 s

H.4 Variation de la tension d'alimentation électrique

Tension (courant alternatif de réseau):	$\leq 0,2\%$ de la tension appliquée
Tension (courant alternatif de réseau/courant continu):	$\leq 0,2\%$ de la tension appliquée
Tension (batteries):	$\leq 0,2\%$ de la tension appliquée
Fréquence de réseau:	$\leq 0,2\%$ de la fréquence appliquée
Distorsion harmonique:	$\leq 0,2\%$ de l'intensité de courant appliqué

H.5 Variation de la fréquence d'alimentation électrique de réseau

Tension de réseau:	$\leq 0,2\%$ de la tension appliquée
Fréquence de réseau:	$\leq 0,2\%$ de la fréquence appliquée
Distorsion harmonique:	$\leq 0,2\%$ de l'intensité de courant appliqué

H.6 Brèves réductions de l'alimentation électrique

Tension appliquée:	$\leq 2\%$ de la tension nominale de réseau
Fréquence de réseau:	$\leq 0,2\%$ de la fréquence appliquée
Distorsion harmonique:	$\leq 0,2\%$ de l'intensité de courant appliqué

H.7 Salves électriques

Tension de réseau:	$\leq 0,2 \%$ de la tension appliquée
Fréquence de réseau:	$\leq 0,2 \%$ de la fréquence appliquée
Transitoires de tension:	$\leq 0,2 \%$ de la tension de crête
Durée (t):	
$15 \text{ ms} < t < 300 \text{ ms}$	$\leq 1 \text{ ms}$
$5 \text{ ns} < t < 50 \text{ ns}$;	$\leq 1 \text{ ns}$

H.8 Décharges électrostatiques

Tension de réseau:	$\leq 0,2 \%$ de la tension appliquée
Fréquence de réseau:	$\leq 0,2 \%$ de la fréquence appliquée
Tension appliquée:	$\leq _$ de la tension de crête. Voir note (1)
Charge électrique:	$\leq _$ de la décharge appliquée. Voir note (1)

H.9 Interférences électromagnétiques

Tension:	$\leq 0,2 \%$ de la tension appliquée
Fréquence:	$\leq 0,2 \%$ de la fréquence appliquée
Vitesse de balayage:	$\leq 2,5 \times 10^{-4}$ octave/s
Intensité de champ:	$\leq 0,2 \%$ de l'intensité de champ appliqué
Distorsion harmonique:	$\leq 0,2 \%$ de l'intensité de courant appliqué

H.10 Vibrations mécaniques - Voir note (1)

Fréquence (Hz)
Distorsion harmonique (%)
Accélération (m/s^2)
Déplacement linéaire (mm)
Vitesse de balayage (Hz/s)
Durée (s)

Note (1): Ces valeurs d'incertitude n'étaient pas disponibles au moment de la publication.

Bibliographie

- [1] Recommandation Internationale OIML R 49-1: *Compteurs d'eau destinés au mesurage de l'eau potable froide. Partie 1: Exigences métrologiques et techniques*. OIML, Paris, 2003
- [2] Recommandation Internationale OIML R 49-3: *Compteurs d'eau destinés au mesurage de l'eau potable froide. Partie 3: Format du rapport d'essai*. OIML, Paris, 2004
- [3] Document International OIML D 4: *Conditions d'installation et de stockage des compteurs d'eau froide*. OIML, Paris, 1981
- [4] *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)*. BIPM, CEI, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP et OIML, et publié par l'ISO, Organisation Internationale de Normalisation, Genève, 1995
- [5] Document International OIML D 7: *Évaluation des étalons de débitmétrie et des dispositifs utilisés pour l'essai des compteurs d'eau*. OIML, Paris, 1984.
- [6] ISO 4006, 1991: *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées - Vocabulaire et symboles*. Organisation Internationale de Normalisation, Genève
- [7] ISO 4064-1: *Mesurage de débit d'eau dans les conduites fermées en pleine charge - Compteurs d'eau potable froide et d'eau chaude - Partie 1: Spécifications* (en révision - 2002). Organisation Internationale de Normalisation, Genève
- [8] ISO 4064-2: *Mesurage de débit d'eau dans les conduites fermées en pleine charge - Compteurs d'eau potable froide et d'eau chaude - Partie 2: Exigences d'installation* (en révision - 2002) Organisation Internationale de Normalisation, Genève
- [9] ISO 4064-3: *Mesurage de débit d'eau dans les conduites fermées en pleine charge - Compteurs d'eau potable froide et d'eau chaude - Partie 3: Méthodes et matériel d'essai* (en révision - 2002) Organisation Internationale de Normalisation, Genève
- [10] *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM)*. BIPM, CEI, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP et OIML. Organisation Internationale de Normalisation, Genève, 1993
- [11] Publication OIML G 13: *Planification de laboratoires de métrologie et d'essais*. OIML, Paris, 1989
- [12] CEI 60068-2-2 (1974-01), -am1 (1993-02) et -am2 (1994-05): *Essais d'environnement. Partie 2: Essais. Essai B: Chaleur sèche. Section 4 - Essai Bd: Chaleur sèche pour un EST dissipant de la chaleur ou Essai Bb pour un EST ne dissipant pas de chaleur, avec variation lente de la température*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [13] CEI 60068-3-1 (1974-01). Premier supplément -1A (1978-01): *Essais d'environnement. Partie 3: Informations de base. Section 1 - Essais de froid et de chaleur sèche*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [14] CEI 60068-1 (1988-06), -am1 (1992-04): *Essais d'environnement. Partie 1: Généralités et conseils*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [15] CEI 60068-2-1 (1990-05), -am1 (1993-02) et -am2 (1994-06): *Essais d'environnement. Partie 2.1: Essais. Essais A. Froid. Section 3 – Essai Ad: Froid pour un EST dissipant de la chaleur, ou Essai Ab pour un EST ne dissipant pas de chaleur, avec variation lente de la température*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [16] CEI 60068-2-30 (1980-01), -am1 (1985-08): *Essais d'environnement. Partie 2: Essais. Guide pour les essais de chaleur humide. Essai Db et guide: Chaleur humide, cyclique (cycle de 12 + 12 heures)*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.

- [17] CEI 60068-3-4 (2001-08): *Guide pour les essais de chaleur humide*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [18] CEI 61000-4-11 (1994-06), -am1 (2000-11): *Compatibilité Electromagnétique (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*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [19] CEI/TR3 61000-2-1 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 1: Description de l'environnement - Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [20] CEI 61000-2-2 (1990-05): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 2: Environnement. Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [21] CEI 61000-4-1 (2000-04): *Compatibilité Electromagnétique (CEM). Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure. Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [22] CEI 60654-2 (1979-01), -am1 (1992-10): *Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels. Partie 2: Alimentation*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [23] CEI 60068-2-64 (1993-05), corr. 1 (1993-10): *Essais d'environnement. Partie 2: Méthodes d'essai. Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande (asservissement numérique) et guide*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [24] CEI 60068-2-47 (1999-10): *Essais d'environnement. Partie 2-47: Méthodes d'essai. Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques de vibrations, d'impacts et autres essais similaires*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [25] CEI 60068-2-31 (1969-01), -am1 (1982-01): *Essais d'environnement. Partie 2: Essais. Essai Ec: Chute et culbute, essai destiné en premier lieu aux matériels*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [26] CEI 61000-4-4 (1995-01), -am1 (2000-11): *Compatibilité électromagnétique (CEM), Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves. Publication fondamentale en CEM*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [27] CEI 61000-4-2 (2001-04) Ed. 1.2 Edition consolidée: *Compatibilité électromagnétique (CEM), Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 2: Essais d'immunité aux décharges électrostatiques*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [28] CEI 61000-4-3 (2002-09) Ed. 2.1 Edition consolidée: *Compatibilité électromagnétique (CEM), Partie 4: Techniques d'essai et de mesure - Section 3: Essais d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*. Commission Électrotechnique Internationale, Genève.
- [29] Document International OIML D 11: *Exigences générales pour les instruments de mesure électroniques*. OIML, Paris 1994 (D 11 révisé en cours d'approbation en 2004).
- [30] Publication OIML B 3: *Système de Certificats OIML pour les Instruments de Mesure*. OIML, Paris 2003.