

RECOMMANDATION
INTERNATIONALE

OIML R 46-1/-2

Édition 2012 (F)

Compteurs actifs d'énergie électrique.
Partie 1: Exigences métrologiques et techniques
Partie 2: Contrôles métrologiques et essais
de performance

Active electrical energy meters.
Part 1: Metrological and technical requirements
Part 2: Metrological controls and performance tests



Sommaire

Avant-propos.....	7
Partie 1 Exigences métrologiques et techniques	8
1 Champ d'application	8
2 Termes et définitions	8
2.1 Compteurs et leurs constituants	8
2.1.1 compteur électrique	8
2.1.2 compteur à intervalles	8
2.1.3 compteur à prépaiement	8
2.1.4 compteur à tarifs multiples, compteur à taux multiples.....	8
2.1.5 compteur à branchement direct	8
2.1.6 compteur alimenté par transformateur	8
2.1.7 compteur électromécanique	9
2.1.8 compteur statique.....	9
2.1.9 élément de mesure	9
2.1.10 circuit de courant	9
2.1.11 circuit de tension.....	9
2.1.12 dispositif indicateur, afficheur.....	9
2.1.13 registre.....	9
2.1.14 registre primaire assigné	9
2.1.15 registre multiplicateur	9
2.1.16 constante du compteur	9
2.1.17 dispositif de sortie d'essai.....	9
2.1.18 organe de réglage.....	10
2.1.19 dispositif complémentaire	10
2.1.20 sous-ensemble	10
2.2 Caractéristiques métrologiques	10
2.2.1 courant (I).....	10
2.2.2 courant de démarrage (I_{st})	10
2.2.3 courant minimal (I_{min})	10
2.2.4 courant de transition (I_{tr})	10
2.2.5 courant maximal (I_{max})	10
2.2.6 tension (U).....	10
2.2.7 tension de référence (U_{nom})	10
2.2.8 fréquence (f)	10
2.2.9 fréquence de référence (f_{nom})	10
2.2.10 harmonique.....	10
2.2.11 sous-harmonique.....	11
2.2.12 rang d'un harmonique	11
2.2.13 facteur de distorsion (d)	11
2.2.14 facteur de puissance (FP)	11
2.2.15 puissance active	11
2.2.16 énergie active.....	11
2.2.17 erreur relative d'indication	11
2.2.18 erreur maximale tolérée emt.....	12
2.2.19 erreur maximale tolérée de base emt	12

2.2.20	décalage d'erreur maximal toléré	12
2.2.21	erreur intrinsèque	12
2.2.22	erreur intrinsèque initiale	12
2.2.23	grandeur d'influence.....	12
2.2.24	facteur d'influence.....	13
2.2.25	perturbation	13
2.2.26	condition assignée de fonctionnement.....	13
2.2.27	condition de référence.....	13
2.2.28	classe d'exactitude.....	13
2.2.29	durabilité	13
2.2.30	défaut	13
2.2.31	défaut significatif.....	14
2.2.32	système de contrôle.....	14
2.2.33	registre primaire.....	14
2.2.34	écoulement bidirectionnel (de l'énergie).....	14
2.2.35	écoulement en sens positif uniquement (de l'énergie)	14
2.2.36	écoulement monodirectionnel (de l'énergie)	14
2.2.37	écoulement positif (de l'énergie)	14
2.2.38	écoulement négatif (de l'énergie).....	14
2.2.39	écoulement inverse (de l'énergie).....	14
2.2.40	caractère légal.....	14
3	Exigences métrologiques	15
3.1	Unités de mesure.....	15
3.2	Conditions assignés de fonctionnement.....	15
3.3	Exigences d'exactitude	16
3.3.1	Généralités.....	16
3.3.2	Sens de l'écoulement de l'énergie	17
3.3.3	Erreurs maximales tolérées de base.....	17
3.3.4	Charge nulle	18
3.3.5	Effets autorisés des grandeurs d'influence	18
3.3.6	Effets autorisés des perturbations.....	20
3.4	Exigences pour les compteurs à intervalles et à tarifs multiples	23
3.5	Marquages du compteur.....	23
3.6	Protection des propriétés métrologiques.....	24
3.6.1	Généralités.....	24
3.6.2	Identification du logiciel	24
3.6.3	Protection du logiciel	25
3.6.4	Protection des paramètres	25
3.6.5	Séparation des dispositifs électroniques et des sous-ensembles	26
3.6.6	Séparation des parties logicielles.....	26
3.6.7	Stockage des données, transmission par systèmes de communication.....	27
3.6.8	Maintenance et reconfiguration.....	28
3.6.9	Registre d'événements du système de contrôle.....	30
3.7	Aptitude à l'emploi.....	30
3.7.1	Lisibilité du résultat	30
3.7.2	Testabilité.....	30
3.8	Durabilité.....	31
3.9	Présomption de conformité	31

Partie 2 Contrôles métrologiques et essais de performance	32
4 Approbation de type.....	32
4.1 Documentation.....	32
4.2 Définition du type.....	33
4.2.1 Échantillonnage pour les essais de type.....	33
4.3 Procédure de validation.....	33
5 Programme d'essais.....	34
6 Procédures d'essais pour l'approbation de type	35
6.1 Conditions d'essai.....	35
6.2 Essais de conformité avec les erreurs maximales tolérées.....	36
6.2.1 Détermination de l'erreur initiale intrinsèque.....	36
6.2.2 Échauffement propre.....	37
6.2.3 Courant de démarrage.....	37
6.2.4 Essai en condition de charge nulle	38
6.2.5 Constantes du compteur.....	38
6.3 Essais pour les grandeurs d'influence	39
6.3.1 Généralités.....	39
6.3.2 Dépendance de la température	39
6.3.3 Équilibre des charges.....	40
6.3.4 Variation de tension.....	40
6.3.5 Variation de fréquence.....	40
6.3.6 Harmoniques en tension et en courant.....	40
6.3.7 Inclinaison.....	42
6.3.8 Variations importantes de tension	42
6.3.9 Une ou deux phases interrompues.....	43
6.3.10 Sous-harmoniques dans le circuit de courant alternatif.....	43
6.3.11 Harmoniques dans le circuit de courant alternatif.....	44
6.3.12 Ordre des phases inversé (deux phases quelconques interchangées).....	45
6.3.13 Induction magnétique continue (DC) d'origine externe.....	45
6.3.14 Champ magnétique (AC, fréquence du réseau) d'origine externe.....	45
6.3.15 Champs électromagnétiques.....	45
6.3.16 Courant continu dans le circuit de courant alternatif.....	47
6.3.17 Harmoniques de hauts rangs	48
6.4 Essais de perturbations.....	48
6.4.1 Instructions générales pour les essais de perturbation	48
6.4.2 Champ magnétique (AC, fréquence du réseau) d'origine externe.....	49
6.4.3 Décharges électrostatiques	49
6.4.4 Transitoires électriques rapides en salves	49
6.4.5 Réductions et courtes interruptions de la tension.....	50
6.4.6 Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	51
6.4.7 Ondes de choc sur les lignes de tensions d'alimentation alternatives	51
6.4.8 Essai d'immunité aux ondes oscillatoires amorties	52
6.4.9 Surintensités de courte durée.....	53
6.4.10 Tension de choc.....	53
6.4.11 Défaut à la terre	55
6.4.12 Fonctionnement des dispositifs complémentaires	56
6.4.13 Essais mécaniques	56
6.4.14 Protection contre le rayonnement solaire.....	57

6.4.15	Protection contre la pénétration de poussière.....	58
6.4.16	Essais climatiques.....	58
6.4.17	Essai de durabilité.....	61
7	Évaluation de type et approbation	61
8	Vérification.....	61
8.1	Généralités.....	61
8.2	Essai.....	62
8.2.1	État d'étalonnage.....	62
8.2.2	Vérification de la conformité	62
8.2.3	Préchauffage.....	62
8.2.4	Programme d'essai minimal	62
8.2.5	Scellements	63
8.3	Conditions de référence pour les vérifications primitives et ultérieures en laboratoire	63
8.4	Exigences supplémentaires pour les vérifications statistiques	64
8.4.1	Lot.....	64
8.4.2	Échantillons.....	64
8.4.3	Essais statistiques	64
8.5	Exigences supplémentaires pour les contrôles en service statistiques.....	65
Annexe A	Bibliographie.....	66
Annexe B	Estimation des erreurs combinées	72
B.1	Estimation de l'erreur maximale tolérée combinée, basée sur les exigences de la présente Recommandation.....	72
B.2	Estimation de l'erreur combinée, basée sur les résultats d'essais de type et les conditions spécifiques.....	73
B.2.1	Méthode 1.....	73
B.2.2	Méthode 2.....	73
Annexe C	Questions législatives	75
C.1	Considérations législatives.....	75
C.1.1	Choix de la classe d'exactitude.....	76
C.1.2	Sujets non couverts par le champ d'application de cette Recommandation.....	76

Avant-propos

L'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) est une organisation intergouvernementale mondiale dont l'objectif principal est d'harmoniser les réglementations et contrôles métrologiques mis en œuvre par les services nationaux de métrologie, ou organismes apparentés, de ses États Membres. Les principales catégories de publication de l'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, dans la mesure du possible, mettre en application ces Recommandations ;
- **Les Documents Internationaux (OIML D)**, qui sont de nature informative et destinés à harmoniser et à améliorer le travail dans le domaine de la métrologie légale ;
- **Les Guides Internationaux (OIML G)**, qui sont également de nature informative et qui sont destinés à donner des directives pour la mise en application à la métrologie légale de certaines exigences ; et
- **Les Publications de Base Internationales (OIML B)**, qui définissent les règles de fonctionnement des différentes structures et systèmes OIML.

Les projets de Recommandations, Documents et Guides OIML sont élaborés par des Groupes de Projets reliés aux Comités Techniques ou Sous-Comités Techniques composés de représentants d'États Membres de l'OIML. Certaines institutions internationales et régionales y participent également à titre consultatif. Des accords de coopération ont été conclus entre l'OIML et certaines institutions, telles que 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, Documents et Guides sont publiés en français (F) et en anglais (E) et sont révisés périodiquement.

De plus, l'OIML publie ou participe à la publication de Vocabulaires (**OIML V**) et mandate périodiquement des experts en métrologie légale pour rédiger des Rapports d'Expert (**OIML E**). Les Rapports d'Expert sont destinés à fournir des informations et conseils, et reflètent uniquement le point de vue de leur auteur, en dehors de toute participation d'un Comité Technique ou d'un Sous-Comité Technique, ou encore de celle du CIML. Ainsi, ils ne reflètent pas nécessairement l'opinion de l'OIML.

Cette publication - référence OIML R 46-1 & -2, édition de 2012 (F) - a été élaborée par OIML TC 12 *Instruments de mesure de grandeurs électriques*. Elle a été approuvée pour publication finale par le Comité International de Métrologie Légale lors de sa 47^{ème} réunion à Bucarest, Roumanie, en octobre 2012. Elle a été sanctionnée par la 14^{ème} Conférence Internationale en 2012.

Les Publications de l'OIML peuvent être téléchargées depuis le site internet de l'OIML sous la forme de fichiers PDF. Des informations complémentaires sur les Publications 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

Partie 1 Exigences métrologiques et techniques

1 Champ d'application

Cette Recommandation spécifie les exigences métrologiques et techniques applicables aux compteurs électriques soumis à un contrôle métrologique légal. Les exigences doivent être appliquées lors de l'approbation de type, la vérification et la re-vérification. Elles s'appliquent également aux modifications qui peuvent être apportées aux dispositifs approuvés existants.

Les dispositions énoncées ici s'appliquent uniquement aux compteurs d'énergie électrique active ; d'autres types de compteurs peuvent être concernés dans les futures versions de la présente Recommandation. Les compteurs peuvent être à branchement direct pour une tension du réseau allant jusqu'à 690 V, ou alimentés par transformateur.

2 Termes et définitions

La terminologie utilisée dans cette Recommandation est conforme au *Vocabulaire international de métrologie – Principes de base et généraux et termes associés (VIM)* [3] et au *Vocabulaire International des termes de Métrologie Légale (VIML)* [4]. La Terminologie provenant du Document International OIML D 11 *Exigences générales pour les instruments de mesure* [1], et du Document International OIML D 31 *Exigences générales pour les instruments de mesure contrôlés par logiciel* [2] est également applicable notamment pour 3.6 *Protection des propriétés métrologiques* et les procédures de validation associées en 4.3. De plus, dans le cadre de cette Recommandation, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1 Compteurs et leurs constituants

2.1.1 compteur électrique

instrument destiné à mesurer l'énergie électrique en continu par intégration de la puissance en fonction du temps et à stocker le résultat

Note : Il est admis que "en continu" peut également couvrir les compteurs avec un taux d'échantillonnage suffisamment élevé pour satisfaire aux exigences de la présente Recommandation.

2.1.2 compteur à intervalles

compteur électrique qui affiche et stocke le résultat mesuré à des intervalles de temps prédéterminés

2.1.3 compteur à prépaiement

compteur électrique destiné à permettre la fourniture d'énergie électrique selon une quantité prédéterminée

Note 1 : Un tel compteur mesure l'énergie en continu, stocke et affiche l'énergie mesurée.

Note 2 : Les autorités nationales peuvent spécifier des exigences relatives aux compteurs à prépaiement.

2.1.4 compteur à tarifs multiples,

compteur à taux multiples

compteur électrique destiné à mesurer et afficher l'énergie électrique lorsque l'énergie aura plus d'un taux tarifaire

Note : Le taux tarifaire peut être déterminé selon le temps, la charge ou autre grandeur.

2.1.5 compteur à branchement direct

compteur destiné à être connecté directement au(x) circuit(s) à mesurer, sans utilisation de dispositif(s) externe(s) comme un ou plusieurs transformateurs de mesure

2.1.6 compteur alimenté par transformateur

compteur destiné à être utilisé avec un ou plusieurs transformateurs de mesure

2.1.7 compteur électromécanique

compteur dans lequel des courants circulant dans des enroulements fixes réagissent sur des courants induits dans des pièces conductrices mobiles, généralement un (des) disque(s), ce qui entraîne leur mouvement proportionnel à l'énergie

[CEI 62052-11:2003, 3.1.1]

2.1.8 compteur statique

compteur dans lequel le courant et la tension appliqués à un élément électronique de mesure produisent une sortie proportionnelle à l'énergie

[CEI 62052-11:2003, 3.1.2]

2.1.9 élément de mesure

partie du compteur qui transforme le courant et la tension en un signal proportionnel à la puissance et/ou à l'énergie

Note : Un élément de mesure peut être basé sur un principe électromagnétique, électrique ou électronique.

2.1.10 circuit de courant

liaisons intérieures du compteur et partie de l'élément de mesure, parcourues par le courant du circuit auquel le compteur est raccordé

[CEI 62052-11:2003, 3.2.6]

2.1.11 circuit de tension

liaisons intérieures du compteur, faisant partie de l'élément de mesure et, dans le cas de compteurs statiques, de l'alimentation du compteur, alimentées par la tension du réseau auquel le compteur est raccordé

[CEI 62052-11:2003, 3.2.7]

2.1.12 dispositif indicateur, afficheur

partie du compteur qui affiche les résultats de mesure en continu ou sur demande

Note : Un dispositif indicateur peut également être utilisé pour afficher d'autres informations pertinentes.

2.1.13 registre

partie du compteur qui stocke les valeur de mesure

Note : Le registre peut être un dispositif électromécanique et peut être intégré au dispositif indicateur.

2.1.14 registre primaire assigné

(pour compteurs alimentés par transformateur)

registre dont le ou les facteur(s) d'échelle dus au(x) transformateur(s) de mesure utilisé(s) est considéré de telle sorte que l'énergie mesurée sur le côté primaire du ou des transformateur(s) de mesure est indiquée

2.1.15 registre multiplicateur

constante avec laquelle la lecture du registre doit être multipliée pour obtenir la valeur de l'énergie mesurée

2.1.16 constante du compteur

valeur exprimant la relation entre l'énergie enregistrée par le compteur et la valeur correspondante donnée par le dispositif de sortie d'essai

2.1.17 dispositif de sortie d'essai

dispositif qui peut être utilisé pour tester le compteur, fournissant des impulsions ou les moyens pour fournir des impulsions correspondant à l'énergie mesurée par le compteur

2.1.18 organe de réglage

dispositif ou fonction intégrée dans le compteur qui permet à la courbe d'erreur d'être déplacée en vue d'amener des erreurs (d'indication) dans les limites des erreurs maximales tolérées

2.1.19 dispositif complémentaire

dispositif destiné à accomplir une fonction particulière directement impliquée dans l'élaboration, la transmission ou l'affichage de résultats de mesurage

[OIML V 1:2013, 5.06]

Note : Un dispositif complémentaire ne fait pas partie des fonctions métrologiques de base d'un compteur.

2.1.20 sous-ensemble

partie d'un dispositif ayant une fonction reconnaissable qui lui est propre

2.2 Caractéristiques métrologiques**2.2.1 courant (I)**

valeur du courant électrique circulant à travers le compteur

Note : Le terme "courant" dans la présente Recommandation correspond aux valeurs r.m.s. (racine carrée de la moyenne des carrés) sauf indication contraire.

2.2.2 courant de démarrage (I_{st})

valeur la plus basse du courant spécifiée par le fabricant pour laquelle le compteur doit enregistrer l'énergie électrique à un facteur de puissance d'unité et, pour les compteurs polyphasés, avec charges équilibrées

2.2.3 courant minimal (I_{min})

valeur la plus basse du courant spécifiée par le fabricant pour laquelle le compteur répond aux exigences d'exactitudes

2.2.4 courant de transition (I_{tr})

valeur du courant spécifiée par le fabricant à, et au-dessus de laquelle le compteur respecte la plus petite erreur maximale tolérée correspondant à la classe d'exactitude du compteur

2.2.5 courant maximal (I_{max})

valeur la plus haute du courant spécifiée par le fabricant pour laquelle le compteur répond aux exigences d'exactitudes

2.2.6 tension (U)

valeur de la tension électrique fournie au compteur

Note : Le terme "tension" dans la présente Recommandation correspond aux valeurs r.m.s. (racine carrée de la moyenne des carrés) sauf indication contraire.

2.2.7 tension de référence (U_{nom})

tension spécifiée par le fabricant pour un fonctionnement normal du compteur

Note : Les compteurs conçus pour fonctionner dans une plage de tensions peuvent avoir plusieurs valeurs de tension de référence.

2.2.8 fréquence (f)

fréquence de la tension (et du courant) fournie au compteur

2.2.9 fréquence de référence (f_{nom})

fréquence de la tension (et du courant) spécifiés par le fabricant pour un fonctionnement normal du compteur

2.2.10 harmonique

partie d'un signal qui a une fréquence qui est un multiple entier de la fréquence fondamentale du signal

Note : La fréquence fondamentale est généralement la fréquence nominale (f_{nom})

2.2.11 sous-harmonique

fréquence qui est une fraction d'un nombre entier de la fréquence fondamentale du signal, c'est-à-dire $1/n$ fois la fréquence fondamentale, où n est un nombre entier supérieur à 1

2.2.12 rang d'un harmonique

nombre entier utilisé pour identifier un harmonique

Note : Le rang d'un harmonique est le rapport de la fréquence d'un harmonique sur la fréquence fondamentale du signal.

2.2.13 facteur de distorsion (d)

rapport de la valeur efficace du contenu harmonique sur la valeur efficace du terme fondamental

Note 1 : Le contenu harmonique est obtenu par exemple en soustrayant d'une grandeur alternative non sinusoïdale son terme fondamental.

Note 2 : Le facteur de distorsion est généralement exprimé en pourcentage. Il est équivalent à la DHT, distorsion harmonique totale.

2.2.14 facteur de puissance (FP)

rapport de la puissance active sur la puissance apparente

Note : Dans des conditions sinusoïdales et soit en phase, soit en triphasé symétrique, le facteur de puissance = $\cos \Phi$ = le cosinus de la différence de phase Φ entre la tension U et le courant I .

2.2.15 puissance active

taux auquel l'énergie est transporté

Note : Dans un système électrique, la puissance active est mesurée comme étant la moyenne temporelle de la puissance instantanée, qui est calculée à chaque instant comme étant le produit de la tension et du courant :

$$p(t) = u(t) \cdot i(t)$$

où :

u est la tension instantanée,

i est le courant instantané,

p est la puissance instantanée.

Dans des conditions sinusoïdales, la puissance active est le produit entre la valeur efficace du courant, la tension et le cosinus de la phase angulaire, calculés pour chaque phase. Elle est généralement exprimée en kW:

$$P = U_{r.m.s} \cdot I_{r.m.s} \cdot \cos \Phi$$

2.2.16 énergie active

puissance active intégrée dans le temps

$$\text{Note 1 : } E(T) = \int_0^T p(t) \cdot dt = \int_0^T u(t) \cdot i(t) \cdot dt$$

où

E est l'énergie active. Les autres symboles sont définis en 2.2.15

Note 2 : L'énergie active est généralement exprimée en kWh ou MWh. Se référer au 3.1 pour les exigences sur les unités de mesure.

2.2.17 erreur relative d'indication

indication moins la valeur de la grandeur de référence, divisée par la valeur de la grandeur de référence

Note 1 : L'erreur relative est généralement exprimée en pourcentage de la valeur de la grandeur de référence.

Note 2 : Étant donné que cette Recommandation ne traite que de l'erreur relative, la formule abrégée «erreur» est utilisée pour l'erreur relative.

2.2.18 erreur maximale tolérée

emt

valeur extrême de l'erreur de mesure, par rapport à une valeur de référence connue, qui est tolérée par les spécifications ou règlements pour un mesurage, un instrument de mesure ou un système de mesure donné

Note 1 : Les termes «erreurs maximales tolérées» ou «limites d'erreur» sont généralement utilisés lorsqu'il y a deux valeurs extrêmes

Note 2 : Il convient de ne pas utiliser le terme «tolérance» pour désigner l'erreur maximale tolérée.

[OIML V 2-200:2012, 4.26]

Note 3 : Dans la présente Recommandation, l'erreur maximale tolérée est une combinaison de l'erreur maximale tolérée de base et le décalage d'erreur maximal toléré tel que décrit en Annexe B.

Note 4 : Pour l'application de cette Recommandation, les «spécifications ou réglementations» signifient : les dispositions contenues dans la présente Recommandation, et les termes «instrument de mesure» et «système de mesurage» signifient : compteur d'électricité.

2.2.19 erreur maximale tolérée de base

emt

valeur extrême de l'erreur d'indication d'un compteur, permise par la présente Recommandation, lorsque le courant et le facteur de puissance varient dans les intervalles donnés par les conditions assignées de fonctionnement, et lorsque le compteur fonctionne par ailleurs aux conditions de référence

Note : Dans cette Recommandation, l'erreur maximale tolérée est une combinaison de l'erreur maximale tolérée de base et le décalage d'erreur maximal toléré comme décrite en Annexe B.

2.2.20 décalage d'erreur maximal toléré

valeur extrême de la variation de l'erreur de l'indication d'un compteur, permise par la présente Recommandation, quand un seul facteur d'influence est pris à partir de sa valeur aux conditions de référence et varie dans les conditions assignées de fonctionnement

Note 1 : Pour chaque facteur d'influence il y a un décalage d'erreur maximal toléré correspondant.

Note 2 : Dans cette Recommandation, l'erreur maximale tolérée est une combinaison de l'erreur maximale tolérée de base et le décalage d'erreur maximal toléré comme décrit en Annexe B.

2.2.21 erreur intrinsèque

erreur d'indication déterminée dans les conditions de référence

[OIML V 1:2013, 0.06]

2.2.22 erreur intrinsèque initiale

erreur intrinsèque d'un instrument de mesure telle qu'elle est déterminée avant les essais de performance et les évaluations de durabilité

[OIML V 1:2013, 5.11]

2.2.23 grandeur d'influence

grandeur qui, lors d'un mesurage direct, n'a pas d'effet sur la grandeur effectivement mesurée, mais a un effet sur la relation entre l'indication et le résultat de mesure

[OIML V 2-200:2012, 2.52]

Note 1 : Le concept de grandeur d'influence est entendu pour inclure les valeurs associées aux normes de mesurage, aux matériaux de référence et aux données de référence desquels le résultat d'un mesurage peut dépendre, ainsi que des phénomènes telles que les fluctuations à court terme d'un instrument de mesure et les grandeurs comme la température ambiante, la pression barométrique et l'humidité.

Note 2 : Dans le GUM [5], le concept «grandeur d'influence» est défini comme dans la deuxième édition du VIM, de façon à comprendre non seulement les grandeurs qui ont un effet sur le système de mesure, comme dans la définition ci-dessus, mais aussi celles qui ont un effet sur les grandeurs effectivement mesurées. En outre, le concept n'y est pas limité aux mesurages directs. [OIML V 2-200:2012, 2.52, Note 2]

2.2.24 facteur d'influence

grandeur d'influence dont la valeur se situe dans les conditions assignées de fonctionnement d'un instrument de mesure

[OIML V 1:2013, 5.18]

2.2.25 perturbation

grandeur d'influence dont la valeur se situe dans les limites spécifiées dans la présente Recommandation, mais en dehors des conditions assignées de fonctionnement d'un instrument de mesure

[OIML V 1:2013, 5.19]

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

2.2.26 condition assignée de fonctionnement

condition de fonctionnement qui doit être satisfaite pendant un mesurage pour qu'un instrument de mesure ou un système de mesure fonctionne conformément à sa conception

Note 1 : Les conditions assignées de fonctionnement spécifient généralement des intervalles de valeurs pour la grandeur mesurée et pour les grandeurs d'influence.

[OIML V 2-200:2012, 4.9]

Note 2 : Pour l'application de la présente Recommandation, les termes «instrument de mesure» et «système de mesure» signifient : compteur électrique.

2.2.27 condition de référence

condition de fonctionnement prescrite pour évaluer les performances d'un instrument de mesure ou d'un système de mesure ou pour comparer des résultats de mesure

Note 1 : Les conditions de fonctionnement de référence spécifient des intervalles de valeurs du mesurande et des grandeurs d'influence.

Note 2 : Dans la CEI 60050-300, n° 311-06-02, le terme «condition de référence» désigne une condition de fonctionnement dans laquelle l'incertitude de mesure instrumentale spécifiée est la plus petite possible.

[OIML V 2-200:2012, 4.11]

Note 3 : Pour l'application de la présente Recommandation, les termes «instrument de mesure» et «système de mesure» signifient : compteur électrique.

2.2.28 classe d'exactitude

classe d'instruments de mesure ou de systèmes de mesure qui satisfont à certaines exigences métrologiques destinées à maintenir les erreurs de mesure ou les incertitudes instrumentales entre des limites spécifiées dans des conditions de fonctionnement spécifiées

[OIML V 2-200:2012, 4.25]

Note : Dans la présente Recommandation, les exigences métrologiques indiquées pour la classe d'exactitude comprennent les réponses admissibles aux perturbations.

2.2.29 durabilité

aptitude d'un instrument de mesure à conserver ses caractéristiques de performance après une période d'utilisation.

[OIML V 1:2013, 5.15]

2.2.30 défaut

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

Note 1 : Un défaut est principalement le résultat d'une modification non désirée de données contenues ou traversant un instrument de mesure.

Note 2 : D'après la définition, il s'ensuit qu'un "défaut" est une valeur numérique qui est exprimée soit en une unité de mesure soit en tant que valeur relative, par exemple sous forme de pourcentage.

[OIML D11:2004, 3.9]

Note 3 : Dans cette recommandation, la définition ci-dessus ne s'applique pas à la notion de «défaut à la terre», dans laquelle le mot «défaut» a son sens lexical usuel.

2.2.31 défaut significatif

défaut excédant la valeur limite de défaut applicable

[OIML D11:2004, 3.10]

Note : Sont également considérés comme des défauts significatifs :

- un changement plus grand que la valeur de variation critique (voir 3.3.6.2) s'est produit dans les registres de mesure dus à des perturbations ;
- le fonctionnement du compteur est perturbé.

2.2.32 système de contrôle

système incorporé dans un instrument de mesure et qui permet de détecter et de mettre en évidence les défauts significatifs

Note 1: La mise en évidence peut être matérialisée par toute réponse appropriée de l'instrument de mesure (signal lumineux, signal acoustique, blocage du processus de mesurage, etc.).

[OIML V 1:2013, 5.07]

Note 2 : Pour l'application de la présente Recommandation, le terme «instrument de mesure» signifie : compteur électrique et l'action résultant de la détection d'un défaut significatif devrait avoir pour but soit d'arrêter le mesurage et enregistrer l'heure et la durée de l'arrêt, soit d'enregistrer l'heure et la durée du défaut et la quantité d'énergie mesurée pendant le défaut.

Note 3 : Les défauts détectés et mis en évidence au moyen de systèmes de contrôle ne doivent pas être considérés comme des défauts significatifs.

2.2.33 registre primaire

registre qui est soumis aux exigences de la présente Recommandation

2.2.34 écoulement bidirectionnel (de l'énergie)

capacité du compteur à mesurer l'écoulement d'énergie dans les deux sens (positif et négatif)

2.2.35 écoulement en sens positif uniquement (de l'énergie)

capacité du compteur à mesurer l'écoulement d'énergie dans un seul sens (sens positif)

2.2.36 écoulement monodirectionnel (de l'énergie)

capacité de l'appareil de mesure à mesurer le flux d'énergie quelle que soit le sens d'écoulement de l'énergie

2.2.37 écoulement positif (de l'énergie)

sens d'écoulement de l'énergie vers le consommateur

2.2.38 écoulement négatif (de l'énergie)

(pour les compteur bidirectionnels et monodirectionnels)

sens d'écoulement de l'énergie opposé au positif

Note : Pour le sens positif uniquement, le sens opposé est appelé écoulement inverse de l'énergie (voir 2.2.39).

2.2.39 écoulement inverse (de l'énergie)

(pour les compteurs en sens positif uniquement)

sens de l'écoulement dans le sens opposé au positif

2.2.40 caractère légal

attribut d'une partie d'un instrument de mesure, d'un dispositif ou d'un logiciel soumis au contrôle légal

[OIML V 1:2013, 4.08]

3 Exigences métrologiques

3.1 Unités de mesure

Les unités de mesure pour l'énergie électrique active doivent être l'une des unités suivantes : Wh, kWh, MWh, GWh.

3.2 Conditions assignés de fonctionnement

Les conditions assignées de fonctionnement sont spécifiées dans le Tableau 1.

Tableau 1 Conditions assignées de fonctionnement

Condition ou grandeur d'influence	Valeurs, étendues																																																
Fréquence	$f_{\text{nom}} \pm 2 \%$ où f_{nom} est spécifiée par le fabricant. Si le fabricant spécifie plus d'une fréquence nominale, les conditions assignées de fonctionnement sont la combinaison de tous les intervalles $f_{\text{nom}} \pm 2 \%$.																																																
Tension	$U_{\text{nom}} \pm 10 \%$ où U_{nom} est spécifiée par le fabricant. Les compteurs conçus pour fonctionner sur une plage de tensions doivent avoir des valeurs U_{nom} applicables spécifiées par le fabricant. Si le fabricant spécifie plus d'une tension nominale, les conditions assignées de fonctionnement sont la combinaison de tous les intervalles $U_{\text{nom}} \pm 10 \%$.																																																
Courant	I_{st} à I_{max} I_{max} , I_{tr} , I_{min} et I_{st} doivent être spécifiées par le fabricant conformément à ce qui suit: <table border="1" data-bbox="395 1025 1257 1653"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Branchement direct</th> <th colspan="4">Classe d'exactitude</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$I_{\text{max}}/I_{\text{tr}}$</td> <td>$\geq 50$</td> <td>$\geq 50$</td> <td>$\geq 50$</td> <td>$\geq 50$</td> </tr> <tr> <td>$I_{\text{max}}/I_{\text{min}}$</td> <td>$\geq 100$</td> <td>$\geq 125$</td> <td>$\geq 250$</td> <td>$\geq 250$</td> </tr> <tr> <td>$I_{\text{max}}/I_{\text{st}}$</td> <td>$\geq 1000$</td> <td>$\geq 1250$</td> <td>$\geq 1250$</td> <td>$\geq 1250$</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="395 1317 1257 1572"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Alimenté par transformateur</th> <th colspan="4">Classe d'exactitude</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$I_{\text{max}}/I_{\text{tr}}$</td> <td>$\geq 24$</td> <td>$\geq 24$</td> <td>$\geq 24$</td> <td>$\geq 24$</td> </tr> <tr> <td>$I_{\text{max}}/I_{\text{min}}$</td> <td>$\geq 60$</td> <td>$\geq 120^{(1)}$</td> <td>$\geq 120$</td> <td>$\geq 120$</td> </tr> <tr> <td>$I_{\text{max}}/I_{\text{st}}$</td> <td>$\geq 480$</td> <td>$\geq 600$</td> <td>$\geq 1200$</td> <td>$\geq 1200$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Note ⁽¹⁾ : ≥ 60 pour les compteurs électromécaniques de classe B alimentés par transformateur.</p>	Branchement direct	Classe d'exactitude				A	B	C	D	$I_{\text{max}}/I_{\text{tr}}$	≥ 50	≥ 50	≥ 50	≥ 50	$I_{\text{max}}/I_{\text{min}}$	≥ 100	≥ 125	≥ 250	≥ 250	$I_{\text{max}}/I_{\text{st}}$	≥ 1000	≥ 1250	≥ 1250	≥ 1250	Alimenté par transformateur	Classe d'exactitude				A	B	C	D	$I_{\text{max}}/I_{\text{tr}}$	≥ 24	≥ 24	≥ 24	≥ 24	$I_{\text{max}}/I_{\text{min}}$	≥ 60	$\geq 120^{(1)}$	≥ 120	≥ 120	$I_{\text{max}}/I_{\text{st}}$	≥ 480	≥ 600	≥ 1200	≥ 1200
Branchement direct	Classe d'exactitude																																																
	A	B	C	D																																													
$I_{\text{max}}/I_{\text{tr}}$	≥ 50	≥ 50	≥ 50	≥ 50																																													
$I_{\text{max}}/I_{\text{min}}$	≥ 100	≥ 125	≥ 250	≥ 250																																													
$I_{\text{max}}/I_{\text{st}}$	≥ 1000	≥ 1250	≥ 1250	≥ 1250																																													
Alimenté par transformateur	Classe d'exactitude																																																
	A	B	C	D																																													
$I_{\text{max}}/I_{\text{tr}}$	≥ 24	≥ 24	≥ 24	≥ 24																																													
$I_{\text{max}}/I_{\text{min}}$	≥ 60	$\geq 120^{(1)}$	≥ 120	≥ 120																																													
$I_{\text{max}}/I_{\text{st}}$	≥ 480	≥ 600	≥ 1200	≥ 1200																																													
Facteur de puissance	De 0,5 inductif à 1 à 0,8 capacitif excepté pour les classes C et D où l'étendue de fonctionnement est comprise entre 0,5 inductif à 1 à 0,5 capacitif. Pour les compteurs bidirectionnels, les limites de l'étendue du facteur de puissance sont valides dans les deux sens.																																																
Température	De la limite inférieure de température à la limite supérieure de température comme indiquées par le fabricant. Le fabricant doit spécifier la limite inférieure de température à partir des valeurs: $-55 \text{ }^\circ\text{C}$, $-40 \text{ }^\circ\text{C}$, $-25 \text{ }^\circ\text{C}$, $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, $+5 \text{ }^\circ\text{C}$. Le fabricant doit spécifier la limite supérieure de température à partir des valeurs: $+30 \text{ }^\circ\text{C}$, $+40 \text{ }^\circ\text{C}$, $+55 \text{ }^\circ\text{C}$, $+70 \text{ }^\circ\text{C}$.																																																

Condition ou grandeur d'influence	Valeurs, étendues							
Humidité et eau	<p>En ce qui concerne l'humidité, le fabricant doit spécifier la classe d'environnement pour lequel l'instrument est destiné :</p> <p>H1 : endroits clos où les instruments ne sont pas soumis à de la condensation d'eau, des précipitations ou des formations de glace,</p> <p>H2 : endroits clos où les instruments peuvent être soumis à de la condensation d'eau, à l'eau à partir de sources autres que la pluie et à la formation de glace,</p> <p>H3 : endroits ouverts avec conditions climatiques moyennes.</p>							
Modes de connexion	<p>Le fabricant doit préciser si le compteur est conçu pour un branchement direct, une connexion à travers des transformateurs de courant ou par l'intermédiaire des transformateurs de courant et de tension.</p> <p>Le fabricant doit spécifier le ou les mode(s) de connexion, le nombre d'éléments de mesure du compteur et le nombre de phases du système électrique pour lesquels le compteur est destiné.</p> <p>Un compteur conforme à la présente recommandation peut être (mais n'est pas limité à) de l'un ou plusieurs des types suivants :</p> <table border="1" data-bbox="392 864 1310 1357"> <thead> <tr> <th data-bbox="392 864 1310 913">Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="392 913 1310 965">monophasé deux fils, 1 élément</td> </tr> <tr> <td data-bbox="392 965 1310 1048">monophasé trois fils, 1 élément (applicable uniquement pour des tensions symétriques équilibrées)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="392 1048 1310 1099">monophasé trois fils, 2 éléments</td> </tr> <tr> <td data-bbox="392 1099 1310 1151">triphasé quatre fils 3 éléments</td> </tr> <tr> <td data-bbox="392 1151 1310 1234">triphasé trois fils 2 éléments (applicable uniquement dans les cas où les courants de fuite peuvent être évités)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="392 1234 1310 1357">biphasé trois fils 2 éléments (destiné au fonctionnement en deux phases d'un service triphasé. Peut aussi être un compteur triphasé fonctionnant en biphasé trois fils)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Le fabricant peut indiquer les modes de connexion alternatifs pour les compteurs polyphasés. Ce(s) mode(s) de connexion alternatif(s) doit (ou doivent) aussi faire partie des conditions de fonctionnement.</p>	Description	monophasé deux fils, 1 élément	monophasé trois fils, 1 élément (applicable uniquement pour des tensions symétriques équilibrées)	monophasé trois fils, 2 éléments	triphasé quatre fils 3 éléments	triphasé trois fils 2 éléments (applicable uniquement dans les cas où les courants de fuite peuvent être évités)	biphasé trois fils 2 éléments (destiné au fonctionnement en deux phases d'un service triphasé. Peut aussi être un compteur triphasé fonctionnant en biphasé trois fils)
Description								
monophasé deux fils, 1 élément								
monophasé trois fils, 1 élément (applicable uniquement pour des tensions symétriques équilibrées)								
monophasé trois fils, 2 éléments								
triphasé quatre fils 3 éléments								
triphasé trois fils 2 éléments (applicable uniquement dans les cas où les courants de fuite peuvent être évités)								
biphasé trois fils 2 éléments (destiné au fonctionnement en deux phases d'un service triphasé. Peut aussi être un compteur triphasé fonctionnant en biphasé trois fils)								
Inclinaison	La position de montage telle que spécifiée par le fabricant à ± 3 degrés. Si aucune position de montage n'est donnée, toute position de montage est autorisée.							
Harmoniques	La tension et le courant doivent pouvoir s'écarter de la forme sinusoïdale, comme indiquée par les exigences en 3.3.5, Tableau 4 « Harmoniques dans les circuits de tension et de courant ».							
Équilibre des charges	L'équilibre des charges doit pouvoir varier de conditions totalement équilibrées à un courant dans un seul circuit de courant pour les compteurs polyphasés et monophasés 3 fils.							
<p><i>Note</i> : Les autorités nationales ou législation régionale peuvent préciser certaines valeurs pour différentes conditions assignées de fonctionnement. voir Annexe C.</p>								

3.3 Exigences d'exactitude

3.3.1 Généralités

Le fabricant doit spécifier la classe d'exactitude de l'appareil parmi les classes A, B, C ou D.

Note : La classe B est la classe d'exactitude la plus basse recommandée pour les grands consommateurs, c'est à dire dans le cas où la consommation dépasse les 5000 kWh/an, ou toute autre valeur choisie par l'autorité compétente.

Le compteur doit être conçu et fabriqué de telle sorte que son erreur ne dépasse pas l'erreur maximale tolérée pour la classe spécifiée dans des conditions assignées de fonctionnement.

Le compteur doit être conçu et fabriqué de telle sorte que, lorsqu'il est exposé à des perturbations, des défauts significatifs ne se produisent pas.

Un défaut n'est pas considéré comme un défaut significatif s'il est détecté et traité au moyen d'un système de contrôle. Le compteur doit clairement indiquer si un tel événement s'est produit (cf. 2.2.31 et 2.2.32).

Note : L'indication peut prendre la forme d'une lumière clignotante en cas de défaut.

3.3.2 Sens de l'écoulement de l'énergie

Lorsqu'un fabricant spécifie que l'écoulement bidirectionnel de l'énergie est possible pour un compteur, alors le compteur doit gérer correctement l'écoulement moyen à la fois positif et négatif de l'énergie et le compteur doit répondre à l'exigence de la présente Recommandation pour l'écoulement d'énergie dans les deux sens. La polarité de l'écoulement d'énergie sera définie par les instructions de connexion du fabricant pour le compteur. L'écoulement moyen de l'énergie se réfère à la puissance active intégrée sur au moins un cycle de la fréquence nominale.

Un compteur doit correspondre à au moins l'une des catégories suivantes :

- registre unique, bidirectionnel, où le compteur est spécifié comme pouvant mesurer à la fois l'écoulement moyen positif et négatif de l'énergie moyenne, et où le résultat net sera placé dans un registre unique;
- deux registres, bidirectionnel, où le compteur est spécifié comme pouvant mesurer à la fois l'écoulement moyen positif et négatif de l'énergie, tel que défini par la connexion du compteur, et où les résultats positif et négatif sont placés dans des registres différents ;
- registre unique, sens positif uniquement, où le compteur est spécifié comme pouvant mesurer et enregistrer uniquement l'écoulement moyen positif de l'énergie. Il peut intrinsèquement, par sa conception, enregistrer uniquement l'écoulement moyen positif de l'énergie ou il peut être équipé d'un cran de marche arrière ;
- registre unique, monodirectionnel, où le compteur est spécifié comme pouvant mesurer et enregistrer la valeur absolue de l'écoulement moyen de l'énergie. Normalement, un tel compteur enregistre toute l'énergie comme énergie consommée indépendante du sens véritable de l'écoulement d'énergie ou de la manière dont le compteur est connecté.

Pour les compteurs bidirectionnels, l'enregistrement de l'énergie doit s'effectuer dans le bon registre lors d'un changement de sens de l'écoulement.

Note 1 : Les termes « registre unique » et « deux registres » dans la liste ci-dessus renvoient à ou aux registre(s) basique(s) de l'énergie uniquement. Un compteur peut avoir d'autres registres, par exemple pour le stockage de tarif et/ou l'information de phase.

Note 2 : L'autorité nationale peut déterminer quels types de compteurs et quelles méthodes de calcul sont appropriées.

3.3.3 Erreurs maximales tolérées de base

L'erreur intrinsèque (exprimée en pourcentage) doit se situer dans les limites de l'erreur maximale tolérée de base indiquée dans le Tableau 2 lorsque le courant et le facteur de puissance varient dans les limites indiquées par le Tableau 2 (plage de fonctionnement), et lorsque le compteur est utilisé autrement que dans les conditions de référence. Les autorités nationales peuvent spécifier les erreurs maximales tolérées de base des vérifications ultérieures et en service.

Tableau 2 Erreurs maximales tolérées de base et exigences à charge nulle

Quantité		Erreurs maximales tolérées de base (%) pour les compteurs de classe			
Courant I	Facteur de puissance	A	B	C	D
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	Unité	$\pm 2,0$	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$
	0,5 inductif à 1 à 0,8 capacitif ⁽¹⁾	$\pm 2,5$	$\pm 1,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$
$I_{min} \leq I < I_{tr}$	Unité	$\pm 2,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 0,4$
	0,5 inductif à 1 à 0,8 capacitif	$\pm 2,5$	$\pm 1,8$	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$
$I_{st} \leq I < I_{min}$	Unité	$\pm 2,5 \cdot I_{min}/I$	$\pm 1,5 \cdot I_{min}/I$	$\pm 1,0 \cdot I_{min}/I$	$\pm 0,4 \cdot I_{min}/I$

⁽¹⁾ L'autorité nationale peut préciser que l'exigence du facteur de puissance est de 0,5 inductif à 1 à 0,5 capacitif.

Note : L'erreur maximale tolérée combinée (EMTC) et l'erreur maximale combinée (EMC) résultant de l'évaluation du type peuvent être calculées comme présenté en Annexe B (0 et B.2). Les autorités régionales ou nationales peuvent exiger cette EMC pour satisfaire l'EMTC ou pour atteindre d'autres limites (non liées à l'EMTC) déterminées par les autorités régionales ou nationales.

3.3.4 Charge nulle

Aucune énergie significative ne doit être enregistrée dans des conditions de charge nulle (voir le paragraphe 6.2.4 pour la procédure d'essai).

Note : Le compteur est toujours autorisé à s'arrêter pour les courants inférieurs à I_{st} .

3.3.5 Effets autorisés des grandeurs d'influence

Le coefficient de température du compteur doit satisfaire aux exigences du Tableau 3 lorsque le compteur est utilisé autrement que dans les conditions de référence.

Tableau 3 Limites pour le coefficient de température de l'erreur

Grandeur d'influence	Facteur de puissance	Limites pour le coefficient de température (%/K) pour les compteurs de classe			
		A	B	C	D ⁽¹⁾
Coefficient de température (%/K), sur tout intervalle, à l'intérieur de l'étendue de température, qui n'est pas inférieure à 15K et ne dépassant pas 23K pour un courant $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 0,1$	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$	$\pm 0,01$
	0,5 inductif	$\pm 0,15$	$\pm 0,07$	$\pm 0,05$	$\pm 0,02$

⁽¹⁾ Ces valeurs sont doublées en dessous de -10 °C.

Lorsque le courant de charge et le facteur de puissance sont maintenus constants à un point situé dans l'étendue assignée de fonctionnement avec le compteur fonctionnant autrement que dans les conditions de référence, et quand toute grandeur d'influence unique varie de sa valeur aux conditions de référence à ses valeurs extrêmes définies dans le Tableau 4, la variation de l'erreur doit être telle que le pourcentage d'erreur additionnel est situé dans la limite du décalage d'erreur indiqué dans le Tableau 4. Le compteur doit continuer à fonctionner après la fin de chacun de ces tests.

Tableau 4 Limite du décalage d'erreur dû aux grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Valeur	Clause de l'essai	Valeur de courant	Facteur de puissance	Limite de l'erreur de décalage (%) pour les compteurs de classe			
					A	B	C	D
Échauffement propre	Courant continu à I_{\max}	6.2.2	I_{\max}	1 ; 0,5 inductif	± 1	$\pm 0,5$	$\pm 0,25$	$\pm 0,1$
Équilibre des charges ⁽¹⁾	Courant dans un seul circuit de courant	6.3.3	$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,5^{(2)}$	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$	$\pm 0,3$
				0,5 inductif	$\pm 2,5^{(2)}$	$\pm 1,5$	± 1	$\pm 0,5$
Variation de la tension ⁽³⁾	$U_{\text{nom}} \pm 10 \%$	6.3.4	$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0^{(9)}$	$\pm 0,7$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$
				0,5 inductif	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 0,4$	$\pm 0,2$
Variation de la fréquence	$f_{\text{nom}} \pm 2 \%$	6.3.5	$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 0,8$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$
				0,5 inductif	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$
Harmoniques dans les circuits de tension et de courant	d est 0 – 40 % I , 0 – 5 % U ⁽⁴⁾	6.3.6	$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,0^{(5)}$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$
Inclinaison	≤ 3 degrés	6.3.7	$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$	1	$\pm 1,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$	n/a
Variations importantes de tension	$0,8 U_{\text{nom}} \leq U < 0,9 U_{\text{nom}}$;	6.3.8	$10 I_{tr}$	1	$\pm 1,5^{(11)}$	± 1	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$
	$1,1 U_{\text{nom}} < U \leq 1,15 U_{\text{nom}}$							
	$U < 0,8 U_{\text{nom}}$				+10 à –100			
Une ou deux phases interrompues ⁽⁶⁾	Une ou deux phases retirées	6.3.9	$10 I_{tr}$	1	± 4	± 2	± 1	$\pm 0,5$
Sous-harmoniques dans le circuit de courant alternatif	Signal de courant de puissance égale à celle des sous-harmoniques présents	6.3.10	$10 I_{tr}$	1	± 3	$\pm 1,5$	$\pm 0,75$	$\pm 0,5$
Harmoniques dans le circuit de courant alternatif	Phase retirée à 90 degrés	6.3.11	$10 I_{tr}$	1	± 1	$\pm 0,8$	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$
Séquence de phase inversée	Deux phases quelconques interchangées	6.3.12	$10 I_{tr}$	1	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 0,1$	$\pm 0,05$
Induction magnétique continue (DC) d'origine externe ⁽¹⁰⁾	200 mT à 30 mm de la partie centrale de la surface ⁽¹⁰⁾	6.3.13	$10 I_{tr}$	1	± 3	$\pm 1,5$	$\pm 0,75$	$\pm 0,5$

Grandeur d'influence	Valeur	Clause de l'essai	Valeur de courant	Facteur de puissance	Limite de l'erreur de décalage (%) pour les compteurs de classe			
					A	B	C	D
Champ magnétique (AC, fréquence du réseau) d'origine externe.	400 A/m	6.3.14	$10 I_{tr}, I_{max}$	1	± 2,5	± 1,3	± 0,5	± 0,25
Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	$f = 80$ à 6000 MHz, Force du champ ≤ 10 V/m	6.3.15.1	$10 I_{tr}$	1	± 3	± 2	± 1	± 1
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques ⁽⁷⁾	$f = 0,15$ à 80 MHz, Amplitude ≤ 10 V	6.3.15.2	$10 I_{tr}$	1	± 3	± 2	± 1	± 1
Courant continu dans le circuit de courant alternatif ⁽⁸⁾	Courant sinusoïdal, deux fois l'amplitude, redressement simple alternance; $I \leq I_{max}/\sqrt{2}$	6.3.16	$I_{max}/\sqrt{2}$	1	± 6	± 3	± 1,5	± 1
Harmoniques de hauts rangs	Superposés : $0,02 U_{nom}$; $0,1 I_{tr}$; $15 f_{nom}$ à $40 f_{nom}$	6.3.17	I_{tr}	1	± 1	± 1	± 0,5	± 0,5

⁽¹⁾ Seulement pour les compteurs polyphasés et les monophasés -3 fils.

⁽²⁾ Le décalage d'erreur peut dépasser la valeur spécifiée dans le tableau si l'erreur est comprise dans $\pm 2,5$ %.

⁽³⁾ Pour les compteurs polyphasés, l'exigence concerne les variations de tension symétriques.

⁽⁴⁾ Tant que le courant efficace n'est pas supérieur à I_{max} et la valeur de crête du courant ne dépasse pas $1,41 \cdot I_{max}$. En outre, l'amplitude des composantes harmoniques individuelles ne doit pas dépasser (I_1 / h) pour le courant et $(0,12 \cdot U_1 / h)$ pour la tension, où h est le rang de l'harmonique.

⁽⁵⁾ Dans le cas des compteurs électromécaniques, le décalage d'erreur peut dépasser la valeur spécifiée dans le tableau si l'erreur est comprise dans $\pm 3,0$ %.

⁽⁶⁾ Uniquement pour les compteurs polyphasés. L'interruption de deux phases concerne uniquement les modes de connexion où une phase manquante permet la délivrance de l'énergie. Cette exigence s'applique seulement aux conditions de défauts du réseau, pas pour un mode de connexion alternatif. Un compteur polyphasé qui est alimenté à partir d'une seule de ses phases ne doit pas avoir la tension de cette phase interrompue pour les besoins de cet essai.

⁽⁷⁾ Directes ou indirectes, les perturbations conduites induites par les champs radioélectriques.

⁽⁸⁾ Uniquement pour les compteurs à branchement direct. Les autorités nationales peuvent déterminer si cette exigence est applicable.

⁽⁹⁾ Pour la classe A, les compteurs électromécaniques, l'exigence n'est pas applicable en dessous de $10 I_{tr}$.

⁽¹⁰⁾ Les fabricants peuvent également inclure une alarme lors de la détection d'une induction magnétique continue (DC) supérieure à 200 mT. Les autorités nationales peuvent sélectionner une induction magnétique plus faible pour les exigences nationales.

⁽¹¹⁾ Pour les compteurs électromécaniques, cette valeur est doublée.

3.3.6 Effets autorisés des perturbations

3.3.6.1 Généralités

Le compteur doit supporter les perturbations qui peuvent survenir dans des conditions normales d'utilisation ; comme indiqué au paragraphe 3.3.1, aucun défaut significatif ne doit se produire pour les perturbations listées dans le Tableau 5.

3.3.6.2 Perturbations

Un décalage d'erreur plus grand que celui prescrit dans le Tableau 5 constitue un défaut significatif. Si un compteur est utilisé dans les conditions décrites dans le Tableau 5 et qu'aucun courant n'est appliqué, un changement dans les registres ou l'apparition d'impulsions au niveau du dispositifs de sortie d'essai ne doit pas être considéré comme un défaut significatif si la modification des registres ou l'énergie équivalente du dispositif de sortie d'essai, exprimé en kWh, est inférieure à $m \cdot U_{nom} \cdot I_{max} \cdot \Delta t$ (valeur de variation critique), où m est le nombre d'éléments de mesure, U_{nom} est exprimée en volts et I_{max} est exprimé en Ampères.

Tableau 5 Perturbations

Grandeur de perturbation	Clause de l'essai	Niveau de perturbation	Effets tolérés	Limite du décalage d'erreur (%) pour les compteurs de classe			
				A	B	C	D
Champ magnétique (AC, fréquence du réseau) d'origine externe	6.4.2	1000 A/m, 3 s	Pas de défaut significatif.	-	-	-	-
Décharges électrostatiques	6.4.3	8 kV décharge par contact; 15 kV décharge dans l'air.	Pas de défaut significatif.	-	-	-	-
Transitoires électriques rapides en salves	6.4.4	Circuits de tension et de courant : 4 kV; Circuits auxiliaires : 2 kV.	Pas de défaut significatif.	6,0	4,0	2,0	1,0
Réductions de tension	6.4.5	Essai a : 30 %, 0,5 cycles Essai b : 60 %, 1 cycle Essai c : 60 %, 25/30 cycles ⁽³⁾	Pas de défaut significatif.	-	-	-	-
Interruptions de tension	6.4.5	0 %, 250/300 cycles ⁽³⁾	Pas de défaut significatif.	-	-	-	-
Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	6.4.6	f = 80 à 6000 MHz, 30 V/m, amplitude modulée, sans courant.	Pas de défaut significatif.	-	-	-	-
Ondes de choc sur les lignes de tensions d'alimentation alternative	6.4.7	Circuits de tension : 2 kV ligne à ligne, 4 kV ligne à terre; Circuits auxiliaires: 1 kV ligne à ligne, 2 kV ligne à terre.	Pas de défaut significatif.	-	-	-	-
Essai d'immunité aux ondes oscillatoires amorties ⁽¹⁾	6.4.8	Circuits de tension : mode commun 2,5 kV, mode différentiel 1,0 kV.	Pas de défaut significatif. Le fonctionnement du compteur ne doit pas être perturbé.	3,0	2,0	2,0	1,0
Surintensités de courte durée	6.4.9	Compteurs à branchement direct : $30 \cdot I_{max}$; Compteurs alimentés par transformateur : $20 \cdot I_{max}$.	Pas de défaut significatif. Aucun dommage ne doit se produire.	Alimenté par transformateur			
				1,0	0,5	0,05	0,05

				Branchement direct			
				1,5	1,5	0,05	0,05
Tension de choc	6.4.10	3 kV (≤ 100 V) ; 6 kV (≤ 150 V) ; 10 kV (≤ 300 V) ; 12 kV (≤ 600 V).	Pas de défaut significatif. Aucun dommage sur le compteur.	-	-	-	-
Défaut à la terre ⁽²⁾	6.4.11	Défaut à la terre sur une phase	Pas de défaut significatif. Aucun dommage et doit fonctionner correctement.	1,0	0,7	0,3	0,1
Fonctionnement des dispositifs complémentaires	6.4.12	Dispositifs complémentaires fonctionnant avec $I = I_{\min}$ et I_{\max}	Pas de défaut significatif.	1/3 emt de base			1/2 emt de base
Vibrations	6.4.13.1	Vibrations sur les trois axes mutuellement perpendiculaires	Pas de défaut significatif. Le fonctionnement du compteur ne doit pas être défaillant.	1/3 emt de base			1/2 emt de base
Chocs	6.4.13.2	Forme des impulsions : Demi-sinusoidales, Accélération de crête : 300 ms ⁻² , Durée d'impulsion : 18 ms	Pas de défaut significatif.	1/3 emt de base			1/2 emt de base
Protection contre le rayonnement solaire	6.4.14	0,76 W·m ² ·nm ⁻¹ à 340 nm, avec un banc cyclique pendant 66 jours	Aucune altération en apparence ou défaillance de fonctionnalité, des qualités métrologiques ou des scellements.	-	-	-	-
Protection contre la pénétration de poussière	6.4.15	IP 5x, enceinte de catégorie 2	Aucune interférence avec le bon fonctionnement ou défaillance de la sécurité, y compris le suivi le long des lignes de fuite.	-	-	-	-
Chaleur sèche	6.4.16.1	Une température de référence supérieure à la température limite supérieure spécifiée, 2 h	Pas de défaut significatif.	1/3 emt de base			1/2 emt de base
Froid	6.4.16.2	Une température de référence inférieure à la température limite inférieure spécifiée, 2 h	Pas de défaut significatif.	1/3 emt de base			1/2 emt de base

Chaleur humide	6.4.16.3, 6.4.16.4	H1: 30 °C, 85 %; H2: Cyclique 25 °C, 95 % à 40 °C, 93 %; H3: Cyclique 25 °C, 95 % à 55 °C, 93 %.	Pas de défaut significatif. Aucune preuve de tout dommage mécanique ou de corrosion.	±0,2	±0,1	±0,05	±0,05
Eau	6.4.16.5	H3 seulement, 0,07 L/min (par injecteur), 0 ° et 180 °, 10 min	Pas de défaut significatif. Aucune preuve de tout dommage mécanique ou de corrosion.	-	-	-	-
Durabilité	6.4.17	Courant et/ou température élevés pour une période de temps prolongée.	Pas de défaut significatif.	1/3 emt de base			1/2 emt de base
<p>(1) Uniquement pour les compteurs alimentés par transformateur.</p> <p>(2) Uniquement pour les compteurs triphasés-quatre fils alimentés par transformateur destinés à être utilisés dans les réseaux équipés de neutralisants de défaut à la terre</p> <p>(3) Ces valeurs concernent respectivement 50 Hz / 60 Hz</p>							

Si aucun défaut significatif ne se produit pendant les essais appropriés décrits dans la partie 2 de la présente Recommandation, le compteur est présumé conforme aux exigences mentionnées dans ce paragraphe.

3.4 Exigences pour les compteurs à intervalles et à tarifs multiples

Les compteurs à intervalles doivent être en mesure de mesurer et de stocker les données pertinentes pour la facturation. La période minimale de stockage de ces données doit être déterminée par les autorités nationales. Pour les compteurs à intervalles, la somme des données des intervalles doit être égale à la valeur du registre cumulatif sur la même période.

Les horloges internes des compteurs à intervalles et à tarifs multiples doivent répondre aux exigences de la norme CEI 62054-21.

Pour les compteurs à tarifs multiples, seul un registre unique (en plus du registre cumulatif) doit être actif à tout moment. La somme des valeurs enregistrées dans chaque registre à tarifs multiples doit représenter la valeur enregistrée dans le registre cumulatif.

3.5 Marquages du compteur

Les autorités nationales doivent déterminer quelles informations doivent être inscrites sur chaque compteur. Il est recommandé que soient considérés :

- Fabricant
- U_{nom}
- I_{max}
- I_{tr}
- I_{min}
- Marque(s) d'approbation
- Numéro de série
- Nombre de phases
- Nombre de fils
- Registre multiplicateur (si différent de l'unité)
- Constante(s) du compteur
- Année de fabrication
- Classe d'exactitude

- Sens de l'écoulement de l'énergie si le compteur est bidirectionnel ou monodirectionnel. Pas de marquage requis si le compteur est uniquement apte au sens positif de l'écoulement de l'énergie.
- Type du compteur
- Étendue de température
- Informations sur la protection à l'humidité et à l'eau
- Informations sur la protection aux tensions de choc
- f_{nom}
- Le ou les mode(s) de connexion pour lesquels le compteur est spécifié
- Les bornes de raccordement identifiées de manière unique pour faire la distinction entre les bornes.

Les marquages doivent être indélébiles, distincts et lisibles de l'extérieur du compteur. Les marquages des compteurs destinés à des emplacements extérieurs doivent résister au rayonnement solaire. Plusieurs valeurs de U_{nom} et f_{nom} peuvent être marquées si cela est spécifié par le fabricant.

Si le numéro de série est apposé sur des parties démontables, le numéro de série doit également être prévu un emplacement qui ne permette pas de le dissocier facilement des parties déterminant les caractéristiques métrologiques.

Les symboles ou leurs équivalents peuvent être utilisés lorsque cela est approprié. Voir par exemple, CEI 62053-52, *Équipement de comptage de l'électricité (CA) – Exigences particulières – Partie 52 : Symboles*, ou d'autres désignations acceptées par les administrations locales.

3.6 Protection des propriétés métrologiques

3.6.1 Généralités

3.6.1.1 Les compteurs d'électriques doivent être fournis avec les moyens de protéger leurs propriétés métrologiques. Les autorités nationales doivent déterminer les niveaux d'accès autorisés pour la protection du logiciel (3.6.3), la protection des paramètres (3.6.4) et le registre d'événements du système de contrôle (3.6.9).

3.6.1.2 Tous les moyens pour protéger les propriétés métrologiques d'un compteur électrique destiné à des emplacements extérieurs doivent résister au rayonnement solaire.

3.6.2 Identification du logiciel

Le logiciel à caractère légal d'un compteur d'électricité doit être clairement identifié avec la version du logiciel ou par un autre moyen. L'identification peut être constituée de plus d'une partie, mais au moins une d'elles doit être dédiée à l'application à caractère légal.

L'identification doit être inextricablement liée au logiciel et doit être présentée à la demande, ou être affichée durant le fonctionnement.

A titre d'exception, la sérigraphie de l'identification du logiciel sur le compteur électrique doit être une solution acceptable si les trois conditions suivantes sont remplies :

- 1) L'interface utilisateur ne doit avoir aucune capacité de contrôle pour activer l'indication de l'identification du logiciel sur l'afficheur, ou l'afficheur ne permet pas techniquement la présentation de l'identification du logiciel (dispositif indicateur analogique ou compteur électromécanique).
- 2) Le compteur électrique ne doit pas avoir d'interface pour communiquer l'identification du logiciel.
- 3) Après la fabrication du compteur électrique, un changement du logiciel n'est pas possible, ou uniquement si le matériel ou un composant matériel est également changé.

Le fabricant du matériel ou du composant matériel concerné est responsable de s'assurer que l'identification du logiciel est correctement inscrite sur le compteur concerné.

L'identification du logiciel et les moyens d'identification doivent être déclarés dans le certificat d'approbation de type.

3.6.3 Protection du logiciel

3.6.3.1 Prévention des mauvais usages

Un compteur électrique doit être construit de telle sorte que les possibilités de mauvais usage non intentionnel, accidentel ou intentionnel soient minimales.

3.6.3.2 Protection contre la fraude

3.6.3.2.1 Le logiciel à caractère légal doit être protégé contre toute modification non autorisée, le chargement, ou le remplacement de la mémoire de l'appareil. Un moyen sûr, comme un scellement mécanique ou électronique, est requis pour sécuriser les compteurs électriques ayant une option pour charger des logiciels / paramètres.

3.6.3.2.2 Seules les fonctions clairement documentées (voir 4.1) sont autorisées à être activées par le biais de l'interface utilisateur, qui doit être réalisée de telle manière qu'elle ne facilite pas un usage frauduleux.

3.6.3.2.3 La protection du logiciel comprend un scellement approprié par des moyens mécaniques, électroniques et/ou cryptographiques, rendant toute intervention non autorisée impossible ou évidente.

Exemples :

- 1) Le logiciel de l'instrument de mesure est construit de telle sorte qu'il n'y a pas de possibilité de modifier les paramètres et la configuration à caractère légal sauf à utiliser un menu protégé par un interrupteur. Cet interrupteur est scellé mécaniquement en position inactive, rendant toute modification des paramètres et de la configuration réglementairement pertinente impossible. Pour modifier les paramètres et la configuration, l'interrupteur doit être activé, ce qui brise inévitablement le scellement.
- 2) Le logiciel de l'instrument de mesure est construit de telle sorte qu'il n'est pas possible de modifier les paramètres et la configuration à caractère légal sauf pour les personnes autorisées. Si une personne veut entrer dans le menu des paramètres, elle doit insérer sa carte à puce contenant un PIN comme partie d'un certificat cryptographique. Le logiciel de l'instrument est capable de vérifier l'authenticité du PIN avec le certificat et autorise l'accès au menu des paramètres. L'accès est enregistré dans une piste de vérification incluant l'identité de la personne (ou au moins la carte à puce utilisée).

3.6.4 Protection des paramètres

3.6.4.1 Les paramètres qui fixent les caractéristiques réglementairement pertinentes du compteur électrique doivent être sécurisés contre les modifications non autorisées. Si nécessaire, et à des fins de vérification, le paramétrage courant doit pouvoir être affiché ou imprimé.

Les paramètres spécifiques au dispositif peuvent être ajustables ou sélectionnables uniquement dans un mode opérationnel spécifique du compteur électrique. Ils peuvent être classifiés comme ceux devant être sécurisés (inaltérables) ou ceux auxquels une personne autorisée, par exemple le détenteur ou un réparateur, peut accéder (paramètres réglables).

Les paramètres spécifiques au type ont une valeur identique pour tous les exemplaires d'un même type. Ils sont fixés lors de l'approbation de type de l'instrument.

Note 1 : Un simple mot de passe n'est pas une solution techniquement acceptable pour protéger les paramètres.

Note 2 : Les personnes autorisées peuvent être autorisées à accéder à un ensemble limité de paramètres spécifiques au dispositif. Un tel ensemble de paramètres spécifiques au dispositif et ses limitations / règles d'accès doivent être clairement documentés.

3.6.4.2 La remise à zéro du registre qui stocke l'énergie totale mesurée doit être considérée comme une modification d'un paramètre spécifique au dispositif. Par conséquent toutes les exigences pertinentes applicables aux paramètres spécifiques au dispositif sont applicables à l'opération de remise à zéro.

3.6.4.3 Lors de la modification d'un paramètre spécifique au dispositif, le compteur doit cesser d'enregistrer l'énergie.

3.6.4.4 Les réglementations nationales peuvent prescrire que certains paramètres spécifiques au dispositif doivent être disponibles pour l'utilisateur. Dans un tel cas, l'instrument de mesure doit être muni d'une

fonction pour enregistrer automatiquement et de manière non effaçable tout ajustement du paramètre spécifique au dispositif, par exemple une piste de vérification. L'instrument doit être capable d'afficher les données enregistrées.

Les moyens de traçabilité et les enregistrements font partie du logiciel à caractère légal et doivent être protégés en tant que tels. Le logiciel utilisé pour l'affichage de la piste de vérification appartient au logiciel à caractère légal fixé.

Note : Un compteur d'événement n'est pas une solution technologique acceptable.

3.6.5 Séparation des dispositifs électroniques et des sous-ensembles

Les parties critiques d'un compteur électrique d'un point de vue métrologique - parties logicielles ou matérielles - ne doivent pas être influencées de façon inadmissible par d'autres parties du compteur.

3.6.5.1 Les sous-ensembles ou les dispositifs électroniques d'un compteur électrique qui remplissent des fonctions à caractère légal doivent être identifiés, clairement définis, et documentés. Ils forment la partie à caractère légal du système de mesure. Si les sous-ensembles qui effectuent des fonctions à caractère légal ne sont pas identifiés, tous les sous-ensembles doivent être considérés pour comme effectuant des fonctions à caractère légal.

Exemple :

1. Un compteur électrique est équipé d'une interface optique pour le raccordement d'un dispositif électronique de lecture des valeurs de mesurage. Le compteur enregistre toutes les grandeurs concernées et conserve les valeurs disponibles pour être lues pendant un laps de temps suffisant. Dans ce système, seul le compteur électrique est le dispositif à caractère légal. D'autres dispositifs n'étant pas à caractère légal peuvent exister et peuvent être connectés à l'interface de l'instrument tant que l'exigence 3.6.5.2 est remplie. La sécurisation de la transmission de données en elle-même (voir 3.6.7) n'est pas nécessaire.

3.6.5.2 Durant les essais de type, il doit être démontré que les fonctions, les données des sous-ensembles et les dispositifs électroniques concernés ne peuvent être influencés de façon inadmissible par les commandes reçues via l'interface.

Cela implique qu'il existe une affectation non ambiguë de chaque commande pour toutes les fonctions initiées ou modifications de données dans le sous-ensemble ou le dispositif électronique.

Note : Si des sous-ensembles « à caractère légal » ou des dispositifs électroniques interagissent avec d'autres sous-ensembles « à caractère légal » ou des dispositifs électroniques, reportez-vous au paragraphe 3.6.7.

Exemples :

- 1) Le logiciel du compteur électrique (voir l'exemple du 3.6.5.1 ci-dessus) est en mesure de recevoir des commandes pour sélectionner les quantités requises. Il combine la valeur de mesurage avec des informations supplémentaires - par exemple l'horodatage ou l'unité - et retourne ces données vers l'appareil requérant. Le logiciel n'accepte que les commandes de sélection des quantités valides autorisées et rejette toute autre commande en retournant seulement un message d'erreur. Il peut y avoir des moyens de sécurité pour le contenu de l'ensemble de données, mais ils ne sont pas exigés puisque l'ensemble des données transmises n'est pas soumis au contrôle légal.
- 2) A l'intérieur du boîtier pouvant être scellé, il y a un interrupteur qui définit le mode de fonctionnement du compteur électrique : une position de l'interrupteur indique le mode vérifié et l'autre le mode non vérifié (les moyens de sécurisation autre qu'un scellement mécanique sont possibles, voir exemples en 3.6.3.2.3). Lors de l'interprétation des commandes reçues, le logiciel vérifie la position de l'interrupteur : dans le mode non vérifié le jeu de l'ensemble des commandes que le logiciel accepte est étendu comparé au mode décrit ci-dessus ; par exemple, il peut être possible d'ajuster le facteur d'étalonnage par une commande qui est refusée dans le mode vérifié.

3.6.6 Séparation des parties logicielles

3.6.6.1 Tous les modules logiciels (programmes, sous-programmes, objets, etc.) qui réalisent des fonctions à caractère légal ou qui contiennent des domaines de données à caractère légal forment la partie logicielle à caractère légal d'un compteur électrique qui doit être rendue identifiable comme décrit en 3.6.2.

Si les modules logiciels qui réalisent les fonctions à caractère légal ne sont pas identifiés, le logiciel tout entier est considéré comme étant à caractère légal.

3.6.6.2 Si la partie logicielle à caractère légal communique avec d'autres parties, une interface logicielle doit être définie. Toute communication doit être exclusivement réalisée via cette interface. La partie logicielle à caractère légal ainsi que l'interface doivent être clairement documentées. Toutes fonctions et tous domaines à caractère légal du logiciel doivent être décrits pour permettre à l'autorité d'approbation de type de décider si la séparation des logiciels est correcte.

3.6.6.3 Le domaine de données formant l'interface logicielle qui inclut le code qui exporte depuis la partie à caractère légal vers l'interface du domaine de données, ainsi que le code qui importe depuis l'interface vers la partie à caractère légal doit être clairement défini et documenté. L'interface logicielle déclarée ne doit pas être contournée.

3.6.6.4 L'affectation de chaque commande doit être sans ambiguïté pour toutes fonctions initiées ou tous changements de données dans la partie à caractère légal du logiciel. Les commandes qui communiquent à travers l'interface logicielle doivent être déclarées et documentées. Seules les commandes documentées sont autorisées à être activées à travers l'interface logicielle. Le fabricant doit déclarer l'exhaustivité de la documentation relative aux commandes.

3.6.7 Stockage des données, transmission par systèmes de communication

3.6.7.1 Généralités

Si les valeurs de mesurage sont utilisées dans un autre endroit que le lieu de mesurage ou à un moment intervenant ultérieurement, elles doivent pouvoir quitter le compteur (dispositif électronique, sous-ensemble) et être stockées ou transmises dans un environnement non sûr avant qu'elles ne soient utilisées pour des applications à caractère légal. Dans ce cas, les exigences suivantes s'appliquent :

3.6.7.1.1 Les valeurs de mesure stockées ou transmises doivent être accompagnées de toutes les informations pertinentes nécessaires à l'usage à caractère légal futur.

3.6.7.1.2 Les données doivent être protégées par des moyens logiciels afin de garantir leur authenticité, leur intégrité et, si nécessaire, l'exactitude des informations relatives à l'heure du mesurage. Le logiciel qui affiche ou qui traite ultérieurement les valeurs de mesurage et les données les accompagnant doit vérifier l'heure du mesurage, l'authenticité et l'intégrité des données après les avoir lues depuis un stockage non sûr ou après les avoir reçues par un canal de transmission non sécurisé. Si une irrégularité est détectée, les données doivent être rejetées ou marquées comme étant inutilisables.

Les clés confidentielles utilisées pour protéger les données doivent être tenues secrètes et sécurisées dans le compteur électrique. Des moyens doivent être prévus pour que ces clés ne puissent être saisies ou lues si un scellement est brisé.

3.6.7.1.3 Les modules logiciels qui préparent les données pour l'émission ou le stockage, ou qui vérifient les données à leur lecture ou réception font partie du logiciel à caractère légal.

3.6.7.2 Stockage automatique

3.6.7.2.1 Lorsque le stockage de données est requis, les données de mesurage doivent être stockées automatiquement lorsque le mesurage est terminé, c'est à dire lorsque la valeur finale a été générée. Lorsque la valeur finale est issue d'un calcul, toutes les données qui sont nécessaires pour le calcul doivent être stockées automatiquement avec la valeur finale.

3.6.7.2.2 Le dispositif de stockage doit avoir une stabilité suffisante pour garantir que les données ne sont pas corrompues dans des conditions normales de stockage. La capacité de stockage doit être suffisante pour toute application particulière.

3.6.7.2.3 Les données enregistrées peuvent être supprimées si :

- la transaction est réglée, ou
- ces données sont imprimées par un dispositif d'impression soumis au contrôle légal.

Note : Cela ne s'applique pas au registre cumulatif et aux pistes de vérification.

3.6.7.2.4 Une fois les exigences du 3.6.7.2.3 remplies et lorsque le stockage est plein, il est permis de supprimer les données mémorisées lorsque les deux conditions suivantes sont remplies :

- les données sont supprimées dans le même ordre que l'ordre d'enregistrement et les règles établies pour l'application particulière sont respectées ;
- la suppression est effectuée automatiquement ou après une opération manuelle particulière qui peut exiger des droits d'accès particuliers.

3.6.7.3 Transmission de données

3.6.7.3.1 La mesure ne doit pas être influencée de façon inadmissible par un retard de transmission.

3.6.7.3.2 Si les services réseaux ne sont plus disponibles, aucune donnée de mesure à caractère légal ne doit être perdue.

3.6.7.4 Horodatage

L'horodatage doit être lu à partir de l'horloge du dispositif. Régler l'horloge est une opération à caractère légal. Des moyens de protection appropriés doivent être pris selon le 3.6.4.

Les horloges internes peuvent être améliorées par des moyens spécifiques (par exemple, des moyens logiciels) afin de réduire leur incertitude lorsque le temps de mesurage est nécessaire pour un domaine spécifique (par exemple tarifs multiples, compteur à intervalles).

3.6.8 Maintenance et reconfiguration

La mise à jour du logiciel à caractère légal d'un compteur électrique sur le terrain doit être considérée comme :

- une modification du compteur électrique, lors de l'échange du logiciel avec une autre version approuvée, ou
- une réparation d'un compteur électrique lors de la réinstallation de la même version.

Un compteur électrique qui a été modifié ou réparé alors qu'il était en service, peut nécessiter une vérification primitive ou ultérieure, en fonction des réglementations nationales.

Les autorités nationales peuvent prescrire que le mécanisme de mise à jour logicielle soit désactivé au moyen d'un scellement ajustable (interrupteur physique, paramètre sécurisé) dans le cas où les mises à jour de logiciels pour les instruments en service ne sont pas autorisées. Dans ce cas, il ne doit pas être possible de mettre à jour le logiciel à caractère légal sans bris de scellement.

Un logiciel qui n'est pas nécessaire pour le bon fonctionnement du compteur électrique ne nécessite pas de vérification après avoir été mis à jour.

3.6.8.1 L'utilisation des seules versions du logiciel à caractère légal qui sont conformes au type approuvé est autorisée. Cette question concerne la vérification en service.

3.6.8.2 Mise à jour vérifiée

Le logiciel à mettre à jour peut être chargé localement, c'est à dire directement sur le dispositif mesureur ou à distance via un réseau. Le chargement et l'installation peuvent être deux étapes différentes ou combinées en une, selon les besoins de la solution technique. Une personne doit être sur le site d'installation du compteur électrique afin de vérifier l'efficacité de la mise à jour. Après la mise à jour du logiciel à caractère légal du compteur électrique (échange avec une autre version approuvée ou réinstallation), le compteur électrique n'est pas autorisé à être employé à des fins légales avant qu'une vérification de celui-ci n'ait été réalisée et que les moyens de sécurisation aient été renouvelés.

3.6.8.3 Mise jour tracée

Le logiciel est implémenté dans l'instrument conformément aux exigences de la mise à jour tracée (3.6.8.3.1 à 3.6.8.3.7). La mise à jour tracée est la procédure de changement de logiciel d'un instrument ou d'un dispositif vérifié, après laquelle une vérification sur site par une personne responsable n'est pas nécessaire. Le logiciel à mettre à jour peut être chargé localement, c'est à dire directement sur le dispositif mesureur ou à distance via un réseau. La mise à jour du logiciel est enregistrée dans une expertise de l'historique.

La procédure de mise à jour tracée comprend plusieurs étapes : le chargement, la vérification de l'intégrité, la vérification de l'origine (authentification), l'installation, l'enregistrement et l'activation.

3.6.8.3.1 La mise à jour tracée de logiciel doit être automatique. A l'achèvement de la procédure de mise à jour, l'environnement de protection logicielle doit être du même niveau que celui requis par l'approbation de type.

3.6.8.3.2 Le compteur électrique cible (dispositif électronique, sous-ensemble) doit avoir un logiciel réglementairement pertinent figé qui ne peut pas être mis à jour et qui contient toutes les fonctions de vérification nécessaires au respect des exigences de la mise à jour tracée.

3.6.8.3.3 Des moyens techniques doivent être utilisés afin de garantir l'authenticité du logiciel chargé, c'est à dire qu'il provient du détenteur du certificat d'approbation de type. Si le logiciel chargé échoue à la vérification d'authenticité, l'instrument doit le rejeter et utiliser la version précédente du logiciel ou basculer dans un mode inopérable.

3.6.8.3.4 Des moyens techniques doivent être utilisés afin d'assurer l'intégrité du logiciel chargé, c'est à dire qu'il n'a pas été changé de façon inacceptable avant son chargement. Ceci peut être accompli en ajoutant une somme de contrôle ou un code de hachage au logiciel chargé qui seront vérifiés lors de la procédure de chargement. Si le logiciel chargé échoue à cet essai, l'instrument doit le rejeter et utiliser la version précédente du logiciel ou basculer dans un mode inopérant. Dans ce mode, les fonctions de mesurage sont inhibées. Seule la reprise de la procédure de téléchargement doit être possible, sans oublier d'étape du procédé de mise à jour tracée.

3.6.8.3.5 Des moyens techniques appropriés, par exemple une piste de vérification, doivent être employés afin d'assurer que les mises à jour tracées de logiciels réglementairement pertinents sont traçables de manière adéquate dans l'instrument en vue des vérifications ultérieures, des surveillances ou des inspections.

La piste de vérification doit contenir au minimum les informations suivantes : succès/échec de la procédure de mise à jour, l'identification de la version du logiciel installé, l'identification de la version du logiciel précédemment installé, l'horodatage de l'événement, et l'identification des parties ayant effectué le téléchargement. Une entrée est générée pour chaque tentative de mise à jour indépendamment de son succès.

Le dispositif de stockage utilisé pour la mise à jour tracée doit avoir une capacité suffisante pour assurer au minimum la traçabilité des mises à jour tracées du logiciel réglementairement pertinent entre deux vérifications en service ou inspections successives. Il doit être garanti par des moyens techniques que tout téléchargement est impossible sans briser de scellement, lorsque la limite de stockage de l'expertise de l'historique est atteinte.

Note : Cette exigence permet aux autorités d'inspection, qui sont responsables de la surveillance métrologique des instruments légalement contrôlés, de retracer les mises à jour tracées du logiciel réglementairement pertinent sur une durée appropriée (en fonction de la réglementation nationale).

3.6.8.3.6 Il est supposé que le fabricant du compteur d'électricité tienne son client bien informé des mises à jour du logiciel, en particulier pour la partie à caractère légal, et que le client ne refusera pas les mises à jour. En outre, il est supposé que fabricant et le client, l'utilisateur ou le propriétaire de l'instrument seront d'accord sur une procédure appropriée de téléchargement en fonction de l'utilisation et de l'emplacement de l'instrument. En fonction des besoins et de la réglementation nationale, il peut être nécessaire que l'utilisateur ou que le détenteur de l'instrument de mesure ait à donner son consentement au téléchargement.

3.6.8.3.7 Si les exigences de 3.6.8.3.1 à 3.6.8.3.6 ne peuvent être remplies, il demeure cependant possible de mettre à jour la partie logicielle réglementairement non pertinente. Dans ce cas, les exigences suivantes doivent être respectées :

- il existe une séparation claire entre le logiciel réglementairement pertinent et le logiciel réglementairement non pertinent,
- le logiciel réglementairement pertinent tout entier ne peut être mis à jour sans briser de scellement,
- il est déclaré dans le certificat d'approbation de type que la mise à jour du logiciel réglementairement non pertinent est acceptable.

3.6.9 Registre d'événements du système de contrôle

Si le compteur est équipé d'un système de contrôle, le registre d'événements du système doit avoir de l'espace pour au moins 100 événements (ou un autre nombre déterminé par l'autorité nationale) et doit être du type premier entré – premier sorti (méthode FIFO). Le registre d'enregistrement ne peut être modifié ou mis à zéro sans bris de scellement et / ou sans accès autorisé, par exemple au moyen d'un code (mot de passe) ou d'un dispositif spécial (appuis sur touches, etc.).

3.7 Aptitude à l'emploi

3.7.1 Lisibilité du résultat

Le compteur doit avoir un ou plusieurs dispositif(s) indicateur(s) qui est ou sont en mesure de présenter ou d'afficher la valeur numérique de chaque unité légale de mesure pour laquelle le compteur est approuvé. Le dispositif indicateur doit être facile à lire et les caractères du résultat de mesurage doivent mesurer au minimum 4 mm de haut. Toutes les fractions décimales doivent être clairement indiquées ; pour les registres mécaniques, toute fraction décimale du rouleau doit être marquée différemment.

Le dispositif indicateur ne doit pas être affecté de manière significative par l'exposition aux conditions normales de fonctionnement au cours de la durée maximale de la durée de vie du compteur.

Le dispositif indicateur doit être capable d'afficher toutes les données pertinentes pour des fins de facturation. Dans le cas de plusieurs valeurs présentées par un dispositif indicateur unique, il doit être possible d'afficher le contenu de toutes les mémoires pertinentes. Pour les afficheurs à séquençage automatique, chaque affichage de registre destiné à des fins de facturation doit être conservé pendant un minimum de 5 s.

Pour les compteurs à tarifs multiples, le registre qui reflète le tarif actif doit être indiqué. Il doit être possible de lire chaque registre tarifaire localement et chaque registre doit être clairement identifié.

Les registres électroniques doivent être non-volatiles de sorte qu'ils conservent les valeurs stockées en cas de coupure d'alimentation. Les valeurs enregistrées ne doivent être pas écrasées et doivent pouvoir être récupérées lors du retour de l'alimentation. Le registre est capable de stocker et d'afficher une quantité d'énergie qui correspond à un fonctionnement du compteur à $P = U_{nom} \cdot I_{max} \cdot n$ pour au moins 4000 h, où n est le nombre de phases. Cette capacité de stockage et d'affichage s'applique à tous les registres pertinents pour la facturation, y compris les registres de flux positifs et négatifs pour les compteurs bidirectionnels et registres tarifaires pour les compteurs à tarifs multiples.

Note : L'Autorité Nationale peut modifier la durée minimale requise de la capacité maximale du registre.

Dans le cas des registres électroniques, le temps de conservation minimum des résultats est d'un an pour un compteur déconnecté. Les dispositifs indicateurs électroniques doivent être munis d'un test d'affichage de tous les segments de l'afficheur puis d'extinction dans le but de déterminer si tous les segments de l'afficheur fonctionnent.

3.7.2 Testabilité

Le compteur doit être équipé d'une sortie d'essais efficace, comme un rotor avec une marque ou une sortie d'impulsion d'essais. Si la conception de la sortie d'essais est telle que le taux d'impulsions ne correspond pas à la puissance mesurée à chaque intervalle pertinent de temps donné, le fabricant doit déclarer le nombre nécessaire d'impulsions pour assurer un écart-type du mesurage de moins de 0,1 emt de base, à I_{max} , I_{tr} et I_{min} .

La relation entre l'énergie mesurée donnée par la sortie d'essais et l'énergie mesurée donnée par le dispositif indicateur doit être conforme au marquage sur la plaque signalétique.

Les longueurs d'onde des signaux rayonnés pour les systèmes d'émission doivent être comprises entre 550 nm et 1000 nm. Le dispositif de sortie du compteur doit générer un signal avec une puissance de rayonnement E_T sur une surface de référence définie (zone optiquement active) à une distance de 10 mm +/- 1 mm de la surface de l'appareil de mesure, avec les valeurs limites suivantes :

Condition allumé « ON » : $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \leq E_T \leq 7500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

Condition éteint « OFF » : $E_T \leq 2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

3.8 Durabilité

Le compteur doit être conçu pour maintenir une stabilité adéquate de ses caractéristiques métrologiques pendant une période de temps spécifiée par le fabricant, à condition qu'il soit correctement installé, entretenu et utilisé selon les instructions du fabricant dans les conditions environnementales auxquelles il est destiné. Le fabricant doit fournir des preuves pour étayer l'allégation de durabilité.

Le compteur doit être conçu pour réduire autant que possible l'effet d'un défaut qui conduirait à un résultat de mesurage inexact.

Le compteur doit être conçu et fabriqué de telle sorte que, soit :

- a) des erreurs significatives de durabilité ne se produisent pas, ou
- b) des erreurs significatives de durabilité sont détectées et une action est réalisée à l'aide d'un moyen de protection pour la durabilité.

3.9 Présomption de conformité

Le type d'un compteur est présumé conforme aux dispositions de la Section 3 si il passe l'examen et les essais prévus dans la Partie 2 de la présente Recommandation.

Partie 2 Contrôles métrologiques et essais de performance

4 Approbation de type

4.1 Documentation

La documentation jointe à la demande d'approbation de type doit comprendre :

- l'identification du type, y compris
 - le nom ou la marque et la désignation du type,
 - la ou les version(s) matérielle(s) et logicielle(s),
 - le schéma de la plaque d'identification;
- les caractéristiques métrologiques du compteur, y compris
 - une description du ou des principe(s) de mesurage,
 - les spécifications métrologiques telles que la classe d'exactitude et les conditions assignées de fonctionnement (paragraphe 3.1),
 - toute étape qui devrait être effectuée avant de tester le compteur;
- les spécifications technique du compteur, y compris
 - un schéma de principe avec une description fonctionnelle des composants et des appareils,
 - les dessins, schémas et informations générales sur les logiciels, expliquant la fonctionnement et l'utilisation, y compris les systèmes de verrouillages,
 - la description et la position des scellements ou des autres moyens de protection,
 - la documentation relative aux caractéristiques de durabilité,
 - tout document ou toute autre preuve que la conception et la fabrication du compteur est conforme aux exigences de la présente Recommandation,
 - les fréquences d'horloge spécifiées,
 - la consommation énergétique du compteur;
- le manuel d'utilisation ;
- le manuel d'installation ;
- une description des dispositifs de contrôle des défauts significatifs, le cas échéant;
- En outre, la documentation du logiciel doit comprendre
- une description du logiciel à caractère légal et comment ces exigences sont remplies :
 - la liste des modules logiciels qui appartiennent à la partie à caractère légal, y compris une déclaration indiquant que toutes les fonctions à caractère légal sont incluses dans la description;
 - une description des interfaces logicielles de la partie à caractère légal et des commandes et des flux de données via cette interface, y compris une déclaration d'exhaustivité;
 - une description de la méthode de génération de l'identification de logiciel;
 - la liste des paramètres devant être protégés et la description des moyens de protection;

- une description des moyens de sécurisation du système d'exploitation (mot de passe, le cas échéant, etc.);
- une description des méthodes de scellement du logiciel;
- une vue d'ensemble du système matériel, par exemple un schéma fonctionnel de topologie, le type du ou des ordinateur(s), le type de réseau, etc.
- lorsqu'un composant matériel est réputé à caractère légal ou si il exerce des fonctions à caractère légal, celui-ci devrait également être identifié;
- une description de l'exactitude des algorithmes (par exemple le filtrage des résultats de conversion A/N, le calcul des prix, des algorithmes d'arrondi, etc.);
- une description de l'interface utilisateur, des menus et des boîtes de dialogue;
- l'identification logicielle et les instructions pour son obtention sur un instrument en service;
- la liste des commandes de chaque interface matérielle de l'instrument de mesure / du dispositif électronique / du sous-ensemble comprenant une déclaration d'exhaustivité;
- la liste des erreurs de durabilité qui sont détectées par le logiciel et, si nécessaire pour la compréhension, une description de l'algorithme de détection;
- une description des ensembles de données stockées ou transmises;
- si la détection de défaut est réalisée dans le logiciel, une liste des défauts qui sont détectés et une description de l'algorithme de détection;
- le manuel de fonctionnement.

En outre, si l'approbation de type doit être basée sur la documentation d'essai de type existante, la demande pour l'approbation de type doit être accompagnée des documents d'essais de type ou d'autres preuves qui appuient l'affirmation que la conception et les caractéristiques de l'instrument de mesure sont conformes aux exigences de la présente Recommandation

4.2 Définition du type

Les compteurs produits par le même fabricant peuvent former un type, à condition qu'ils aient des propriétés métrologiques similaires résultant de l'utilisation de la même fabrication uniforme des parties et/ou modules qui déterminent les propriétés métrologiques.

Un type peut avoir plusieurs gammes de courant et plusieurs valeurs de tension et de fréquence nominales, et comprendre plusieurs modes de connexion et de plusieurs dispositifs complémentaires.

Note : La même fabrication uniforme signifie normalement la même fabrication des éléments de mesurage, la même fabrication du logiciel de mesurage, la même fabrication du registre et du dispositif indicateur, le même mécanisme de compensation en température, la même fabrication du boîtier, des borniers, et de l'interface mécanique

4.2.1 Échantillonnage pour les essais de type

Le fabricant doit fournir au minimum le nombre d'échantillons du compteur requis par l'autorité nationale. L'essai de type doit être fait sur un ou plusieurs échantillons du compteur, retenus par l'organisme d'essai de type, afin d'établir ses caractéristiques spécifiques et de prouver sa conformité avec les exigences de la présente Recommandation. Dans le cas de modifications réalisées sur le compteur après ou pendant l'essai de type et n'affectant qu'une partie du compteur, l'organisme certificateur peut statuer sur le fait qu'il est suffisant de réaliser des essais limités aux caractéristiques pouvant être affectées par les modifications.

4.3 Procédure de validation

La procédure de validation consiste en une combinaison des méthodes d'analyse et des essais, comme indiqué en Tableau 6. Les abréviations utilisées sont décrites en Tableau 7.

Tableau 6 Procédures de validation pour les exigences spécifiques

Exigence		Procédure de validation
3.6.2	Identification du logiciel	AD + VFtSw
3.6.3.1	Prévention des mauvais usages	AD + VFtSw
3.6.3.2	Protection contre la fraude	AD + VFtSw
3.6.4	Protection des paramètres	AD + VFtSw
3.6.5	Séparation des dispositifs électroniques et des sous-ensembles	AD
3.6.6	Séparation des parties logicielles	AD
3.6.7	Stockage des données, transmission par des systèmes de communication	AD + VFtSw
3.6.7.1.2	Protection des données par rapport au temps de mesure	AD + VFtSw
3.6.7.2	Stockage automatique	AD + VFtSw
3.6.7.3.1	Retard de transmission	AD + VFtSw
3.6.7.3.2	Interruption de transmission	AD + VFtSw
3.6.7.4	Horodatage	AD + VFtSw
3.6.8	Maintenance et reconfiguration	AD

Tableau 7 Abréviations des procédures de validation utilisées en Tableau 6

Abréviation	Description	Paragraphe de OIML D 31:2008
AD	Analyse de la documentation et validation de la conception	6.3.2.1
VFtSw	Validation par essais fonctionnels des fonctions logicielles	6.3.2.3

5 Programme d'essais

L'erreur intrinsèque initiale doit être déterminée comme étant le premier essai réalisé sur le compteur, comme décrit en 6.2.1.

Au début d'une série d'essais, le compteur doit pouvoir être stabilisé avec des circuits de tension sous tension pendant une période de temps spécifiée par le constructeur.

L'ordre des points d'essai pour l'erreur intrinsèque initiale doit être du plus faible courant au courant le plus élevé, puis du courant le plus élevé au courant le plus faible. Pour chaque point d'essai, l'erreur qui en résulte doit être la moyenne de ces mesurages. Pour I_{max} , le temps de mesurage maximum doit être de 10 min en incluant le temps de stabilisation.

La détermination de l'erreur intrinsèque (aux conditions de référence) doit toujours être effectuée avant les essais de grandeurs d'influence et avant les essais de perturbation se rapportant à une limite d'exigence du décalage d'erreur ou à une condition de défaut significatif pour l'erreur.

Autrement, l'ordre des essais n'est pas prescrit dans la présente Recommandation.

Les dispositifs de sortie d'essai (impulsion) peuvent être utilisés pour les essais d'exigences d'exactitude. Un essai doit alors être fait pour s'assurer que la relation entre le registre de l'énergie de base et le dispositif de sortie d'essai utilisé est conforme aux spécifications du fabricant.

Si un compteur est spécifié avec des modes de connexion alternatifs, comme les connexions monophasées pour les compteurs polyphasés, les essais pour l'erreur maximale tolérée de base conformément au 3.3.3 doivent être faits pour tous les modes de connexion spécifiés.

Les autorités nationales peuvent prescrire des régimes d'essais plus stricts que ceux qui sont décrits dans cette section.

6 Procédures d'essais pour l'approbation de type

6.1 Conditions d'essai

Sauf mention contraire dans les instructions d'essai individuelles, toutes les grandeurs d'influence, à l'exception de la grandeur d'influence à tester, doivent être gardées aux conditions de référence données par le Tableau 8 lors des essais d'approbation de type.

Tableau 8 Conditions de référence et leurs tolérances

Quantité	Conditions de référence	Tolérance
Tension(s) ⁽²⁾	U_{nom}	$\pm 1 \%$
Température ambiante	$23 \text{ }^\circ\text{C}^{(1)}$	$\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
Fréquence	f_{nom}	$\pm 0,3 \%$
Formes d'onde	Sinusoïdale	$d \leq 2 \%$
Champs magnétiques continus d'origine externe à la fréquence de référence	0 T	$B \leq 0.05 \text{ mT}$
Champs électromagnétiques RF, 30 kHz – 6 GHz	0 V/m	$\leq 1 \text{ V/m}$
Position de fonctionnement pour les instruments sensibles à la position	Montage comme indiqué par le fabricant	$\pm 0,5^\circ$
Ordre des phases pour les compteurs polyphasés	L1, L2, L3	-
Équilibre des charges	Courant égal dans tous les circuits de courant	$\pm 2 \%$ (courant) et $\pm 2^\circ$ (angle de phase)

⁽¹⁾ Les essais peuvent être effectués à d'autres températures si les résultats sont corrigés à la température de référence en appliquant le coefficient de température établi dans les essais de type, et pourvu qu'une analyse d'incertitudes appropriée est effectuée.

⁽²⁾ Cette exigence s'applique à la fois aux tensions simples et aux tensions composées pour les compteurs polyphasés

Note : Les conditions de référence et leurs tolérances sont données pour assurer la reproductibilité entre les laboratoires d'essais, et non pas pour déterminer l'exactitude des essais. Les exigences sur la stabilité à court terme lors de l'essai des facteurs d'influence peuvent être beaucoup plus élevées que celles indiquées dans ce tableau.

Tableau 9 Conditions de charge et leurs tolérances en essais

Quantité	Conditions	Tolérance
Courant(s)	Étendue de courant du dispositif en essai	Classe A, B: $\pm 2 \%$ Classe C, D: $\pm 1 \%$
Facteur de puissance	Facteur de puissance du dispositif en essai	Différence de phase courant à tension $\pm 2^\circ$

Note : Les conditions de charge et leur tolérance sont données pour assurer la reproductibilité entre les laboratoires d'essais, pas pour déterminer l'exactitude des essais. Les exigences sur la stabilité à court terme lors de l'essai des facteurs d'influence peuvent être beaucoup plus élevées que celles indiquées en Tableau 9.

Dans la plupart des essais, la puissance mesurée sera constante si les autres grandeurs d'influence sont maintenues constantes aux conditions de référence. Toutefois, cela n'est pas possible pour certains essais tels que l'influence de la variation de tension et le déséquilibre de charge. Par conséquent, le décalage d'erreur doit toujours être mesuré comme le décalage de l'erreur relative et non de la puissance absolue.

6.2 Essais de conformité avec les erreurs maximales tolérées

6.2.1 Détermination de l'erreur initiale intrinsèque

But de l'essai : Vérifier que l'erreur du compteur aux conditions de référence est inférieure à l'erreur maximale tolérée de base applicable donnée en Tableau 2.

Procédure d'essai : Les compteurs spécifiés comme étant capable de mesurer l'énergie de manière unidirectionnelle ou bidirectionnelle comme décrit en 3.3.2 doivent respecter l'exigence d'erreur maximale tolérée de base applicable du Tableau 2 pour l'écoulement d'énergie dans les deux sens positifs et négatifs.

Les compteurs spécifiés comme étant capable de ne mesurer que l'écoulement positif de l'énergie comme décrit en 3.3.2 doivent respecter les exigences d'erreur maximale tolérée de base applicable du Tableau 2 pour l'écoulement positif de l'énergie. Ces compteurs doivent également être soumis à l'écoulement inversé de l'énergie inversée, en réponse duquel le compteur ne doit pas enregistrer d'énergie dans le registre primaire ou émettre plus d'une impulsion du dispositif de sortie d'essai. La durée d'essai doit être au moins de 1 min, ou la durée que le dispositif de sortie d'essai prendrait pour enregistrer 10 impulsions dans le sens positif de l'écoulement de l'énergie, ou la durée que le registre primaire prendrait pour enregistrer 2 unités du moindre chiffre significatif dans le sens positif de l'écoulement de l'énergie, quelle que soit sa longueur.

Pour les conceptions à détente à rotation inverse qui peuvent être affectées par la chaleur, la durée d'essais doit être étendue à 10 min à I_{\max} .

Points obligatoires : Les points d'essai obligatoires sont spécifiés en Tableau 10 pour les essais en écoulement positif, négatif et inversé. Les autorités nationales doivent choisir 2 points d'essai obligatoires comme mentionnés en Tableau 10.

Note : Pour le calcul de l'erreur maximale combinée telle que définie en Annexe B (B.2.1 ou B.2.2), il peut être exigé par les autorités nationales ou régionales d'implémenter des points d'essai supplémentaires pour couvrir l'étendue du facteur de puissance d'au moins 0,5 inductif à 0,8 capacitif sur l'étendue de courant d'au moins I_{\min} à I_{\max} .

Tableau 10 Points d'essai obligatoires pour la détermination de l'essai d'erreur intrinsèque initiale

Courant	Facteur de puissance	Point d'essai obligatoire pour :		
		Écoulement positif	Écoulement négatif	Écoulement inversé
I_{\min}	Unité	Oui	Non	Oui
I_{tr}	Unité	Oui	Oui	Non
	Le plus inductif ⁽¹⁾	Oui	Oui	Non
	Le plus capacitif ⁽¹⁾	Oui	Oui	Non
Un point d'essai compris dans l'étendue I_{tr} à I_{\max} choisi par l'autorité nationale	Unité	Oui	Non	Non
	Le plus inductif ⁽¹⁾	Oui	Non	Non
	Le plus capacitif ⁽¹⁾	Oui	Non	Non
I_{\max}	Unité	Oui	Oui	Oui
	Le plus inductif ⁽¹⁾	Oui	Oui	Non
	Le plus capacitif ⁽¹⁾	Oui	Oui	Non

⁽¹⁾ Le plus inductif ou le plus capacitif selon le Tableau 1.

6.2.2 Échauffement propre

But de l'essai : Vérifier que le compteur est en mesure de supporter I_{\max} en continu comme spécifié dans le Tableau 4.

Procédure d'essai : L'essai doit être effectué comme suit : les circuits de tension doivent d'abord être mis sous tension à la tension de référence pour au moins 1 h pour les compteurs de classe A et au moins 2 h pour les compteurs de toutes les autres classes. Puis, avec le compteur par ailleurs aux conditions de référence, le courant maximal est appliqué aux circuits de courant. Le câble utilisé pour alimenter le compteur doit être en cuivre, avoir une longueur de 1 m et une section transversale qui assure que la densité de courant est comprise entre $3,2 \text{ A/mm}^2$ et 4 A/mm^2 .

L'erreur du compteur doit être contrôlée au facteur de puissance unité et à des intervalles suffisamment courts pour enregistrer la courbe de variation d'erreur comme une fonction du temps. L'essai doit être réalisé pendant au moins 1 h, et dans tous les cas jusqu'à ce que la variation d'erreur sur une période de 20 minutes ne dépasse pas 10% de l'erreur maximale tolérée de base. Le décalage d'erreur comparé à l'erreur intrinsèque doit se conformer aux exigences indiquées dans le Tableau 4 tout le temps.

Si le décalage d'erreur n'est pas stabilisé (de sorte que la variation d'erreur sur une période de 20 minutes ne dépasse pas 10 % de l'erreur maximale tolérée de base) à la fin de l'essai, le compteur doit soit être autorisé à retourner à sa température initiale et l'ensemble de l'essai répété à un facteur de puissance = 0,5 inductif soit, si la charge peut être changée en moins de 30 secondes, l'erreur du compteur doit être mesurée à I_{\max} et au facteur de puissance = 0,5 inductif et il doit être vérifié que le décalage d'erreur comparé à l'erreur intrinsèque répond aux exigences indiquées au Tableau 4.

6.2.3 Courant de démarrage

But de l'essai : Vérifier que le compteur démarre et continue à fonctionner à I_{st} comme indiqué au Tableau 1.

Procédure d'essai : Le compteur doit être soumis à un courant égal au courant de démarrage I_{st} . Si le compteur est conçu pour le mesurage de l'énergie dans les deux sens, alors cet essai doit être appliqué avec l'énergie s'écoulant dans chaque sens. L'effet d'un retard intentionnel dans le mesurage après inversion du sens de l'énergie devrait être pris en compte lors de la réalisation du test.

Le compteur doit être considéré comme ayant démarré si la sortie produit des impulsions (ou tours) à un taux compatible avec les exigences d'erreur maximales tolérées de base données au Tableau 2.

le temps attendu, τ , entre deux impulsions (période) est donnée par :

$$\frac{3,6 \times 10^4}{m \cdot k \cdot U_{nom} \cdot I_{st}} \text{ secondes,}$$

où :

k est le nombre d'impulsions émises par le dispositif de sortie du compteur par kilowatt-heure (imp/kWh) ou le nombre de tours par kilowatt-heure (tr./kWh);

m est le nombre d'éléments;

la tension nominale U_{nom} est exprimée en volts; et

le courant de démarrage I_{st} est exprimé en ampères.

Étapes pour la procédure d'essai :

1. Démarrer le compteur
2. Autoriser $1,5 \cdot \tau$ secondes pour la production de la première impulsion.
3. Autoriser une seconde fois $1,5 \cdot \tau$ secondes pour la production de la deuxième impulsion.
4. Déterminer le temps effectif entre deux pulsations.
5. Autoriser le temps effectif (après la seconde impulsion) pour la production de la troisième impulsion.

Points obligatoires : I_{st} au facteur de puissance unité.

6.2.4 Essai en condition de charge nulle

But de l'essai : Vérifier la performance du compteur en condition de charge nulle donnée en 3.3.4.

Procédure d'essai : Pour cet essai, il ne doit pas y avoir de courant dans le circuit de courant. L'essai doit être réalisé à U_{nom} .

Pour les compteurs avec un dispositif de sortie d'essai, la sortie du compteur ne doit pas produire plus d'une impulsion. Pour un compteur électromécanique, le rotor du compteur ne doit pas faire un tour complet.

La période d'essai minimale Δt doit être

$$\Delta t \geq \frac{1 \cdot 10^3}{b \cdot k \cdot m \cdot U_{nom} \cdot I_{min}} \text{ h,}$$

où :

b est l'erreur maximale tolérée de base à I_{min} exprimée en pourcentage (%) et pris comme une valeur positive;

k est le nombre d'impulsions émises par le dispositif de sortie du compteur par kilowattheure (imp/kWh) ou le nombre de tours par kilowattheure (tr./kWh);

m est le nombre d'éléments;

la tension nominale U_{nom} est exprimée en volts; et

le courant minimal I_{min} est exprimé en ampères.

Pour les compteurs alimentés par transformateur avec des registres primaires assignés où la valeur de k (et éventuellement U_{nom}) sont données comme des valeurs du côté primaire, la constante k (et U_{nom}) doit être recalculée pour correspondre aux valeurs du côté secondaire (de tension et de courant).

Note : Par exemple, la période d'essai minimale serait 0,46 h (27,8 min) pour un compteur de classe B ($b = 1,5 \%$) avec les spécifications suivantes : $k = 1000$ imp/kWh, $m = 1$, $U_{nom} = 240$ V et $I_{min} = 0,6$ A.

6.2.5 Constantes du compteur

But de l'essai : Vérifier que la relation entre le registre basique de l'énergie et le ou les dispositif(s) de sortie d'essai utilisé(s) sont conformes à la spécification du fabricant, comme requis en 3.7.2. La différence relative ne doit pas être supérieure au dixième de l'erreur maximale tolérée de base. Cet essai n'est applicable que si les dispositifs de sortie (impulsion) d'essai sont utilisés pour tester les exigences d'exactitude.

Procédure d'essai : Tous les registres et toutes les sorties d'impulsions sous contrôle légal doivent être testés à moins qu'un système en place ne garantisse le comportement identique de toutes les constantes du compteur.

L'essai doit être réalisé en passant une quantité d'énergie E à travers le compteur, où E est au moins égal à :

$$E_{\text{m i n}} = \frac{100R}{b} \text{ Wh,}$$

où :

R est la résolution apparente du registre basique de l'énergie ⁽¹⁾ exprimée en Wh; et

b est l'erreur maximale tolérée de base ⁽²⁾ exprimée en pourcentage (%).

La différence relative entre l'énergie enregistrée et l'énergie ayant traversé le compteur donnée par le nombre d'impulsions du dispositif de sortie d'essai doit être calculée.

Effet autorisé : La différence relative ne doit pas être supérieure au dixième de l'erreur maximale tolérée de base.

Points obligatoires : L'essai doit être effectué à un seul courant, arbitraire, tel que $I \geq I_{tr}$.

Note ⁽¹⁾ : Tous les moyens peuvent être utilisés pour améliorer la résolution apparente R du registre basique, tant que l'on prend soin de s'assurer que les résultats reflètent la vraie résolution du registre basique.

Note ⁽²⁾ : La valeur de b doit être choisie dans le Tableau 2 suivant le point d'essai choisi. La valeur de b peut différer de celle applicable pour l'essai à charge nulle.

6.3 Essais pour les grandeurs d'influence

6.3.1 Généralités

Le but de ces essais est de vérifier les exigences 3.3.3 dues à la variation d'une seule grandeur d'influence. Pour les grandeurs d'influence énumérées dans le Tableau 4, il doit être vérifié que le décalage d'erreur dû à la variation de n'importe quelle grandeur d'influence prise individuellement est dans la limite du décalage d'erreur indiqué en Tableau 4 (voir également la définition de décalage d'erreur maximal toléré en 2.2.20).

6.3.2 Dépendance de la température

But de l'essai : Vérifier que les exigences relatives au coefficient de température du Tableau 3 sont remplies.

Procédure d'essai : Pour chaque point d'essai, l'erreur du compteur doit être déterminée à la température de référence, à chacune des limites de températures ambiante supérieure et inférieure spécifiées pour le compteur, et à un nombre suffisant d'autres températures formant des intervalles de température comprises entre 15 K et 23 K qui couvrent l'étendue de température spécifiée.

En outre, pour chaque point d'essai et pour chaque intervalle de température donné par les limites de température supérieure ou inférieure adjacentes, y compris la température de référence, le coefficient (moyen) de température, c , doit être déterminé comme suit :

$$c = \frac{e_u - e_l}{t_u - t_l}$$

où e_u et e_l sont les erreurs aux températures la plus élevée et la plus basse, respectivement dans l'intervalle de température concerné; et

t_u et t_l sont les températures la plus élevée et la plus basse, respectivement dans l'intervalle de température concerné.

Chaque coefficient de température doit être conforme aux exigences du Tableau 3.

Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à PF = 1 et PF = 0,5 inductif et pour les courants de I_{tr} , $10 I_{tr}$ et I_{max} .

Note : Pour le calcul de l'erreur maximale combinée tel que défini en Annexe B (B.2.1 ou d'intégrer des points d'essai supplémentaires pour couvrir l'étendue de facteur de puissance d'au moins 0,5 inductif à 0,8 capacitif sur l'étendue de courant d'au moins I_{min} à I_{max} .

6.3.3 Équilibre des charges

But de l'essai : Vérifier que l'erreur de décalage due à l'équilibre des charges est conforme aux exigences du Tableau 4. Cet essai n'est réalisé que pour les compteurs polyphasés et monophasés trois fils.

Procédure d'essai : L'erreur du compteur avec du courant dans un circuit de courant seulement doit être mesurée et comparée à l'erreur intrinsèque à la charge équilibrée. Pendant l'essai, des tensions de référence doivent être appliquées à tous les circuits de tension.

Points obligatoires : L'essai doit être réalisé pour tous les circuits de courant à $PF = 1$ et $PF = 0,5$ inductif, et, au minimum, pour des courants de $10 I_{tr}$ et I_{max} pour les compteurs à branchement direct, et, au minimum, à I_{max} pour les compteurs alimentés par transformateur.

Note : Pour le calcul de l'erreur maximale combinée tel que défini en Annexe B (B.2.2), il peut être exigé par les autorités nationales ou régionales de mettre en œuvre des points d'essai supplémentaires pour couvrir l'étendue de facteur de puissance d'au moins 0,5 inductif à 0,8 capacitif sur l'étendue de courant d'au moins I_{min} à I_{max} .

6.3.4 Variation de tension

But de l'essai : Vérifier que l'erreur de décalage due à des variations de tension est conforme aux exigences du Tableau 4.

Procédure d'essai : L'erreur de décalage, comparée à l'erreur intrinsèque à U_{nom} , doit être mesurée lorsque la tension est variée dans l'étendue assignée de fonctionnement correspondante. Pour les compteurs polyphasés, la tension d'essai doit être équilibrée. Si plusieurs valeurs U_{nom} sont mentionnées, l'essai doit être répété pour chaque valeur U_{nom} .

Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à $PF = 1$ et $PF = 0,5$ inductif, pour un courant de $10 I_{tr}$, et aux tensions $0,9 U_{nom}$ et $1,1 U_{nom}$.

Note : Pour le calcul de l'erreur maximale combinée tel que défini en Annexe B (B.2.1 ou B.2.2), il peut être exigé par les autorités nationales ou régionales de mettre en œuvre des points d'essai supplémentaires pour couvrir l'étendue de facteur de puissance d'au moins 0,5 inductif à 0,8 capacitif sur l'étendue de courant d'au moins I_{min} à I_{max} .

6.3.5 Variation de fréquence

But de l'essai : Vérifier que l'erreur de décalage due à des variations de fréquence est conforme aux exigences du Tableau 4.

Procédure d'essai : L'erreur de décalage, comparée à l'erreur intrinsèque à f_{nom} , doit être mesurée lorsque la fréquence est variée dans l'étendue assignée de fonctionnement correspondante. Si plusieurs valeurs f_{nom} sont mentionnées, l'essai doit être répété pour chaque valeur f_{nom} .

Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à $PF = 1$ et $PF = 0,5$ inductif, pour un courant de $10 I_{tr}$, et aux fréquences $0,98 f_{nom}$ et $1,02 f_{nom}$.

Note : Pour le calcul de l'erreur maximale combinée tel que défini en Annexe B (B.2.1 ou B.2.2), il peut être exigé par les autorités nationales ou régionales de mettre en œuvre des points d'essai supplémentaires pour couvrir l'étendue de facteur de puissance d'au moins 0,5 inductif à 0,8 capacitif sur l'étendue de courant d'au moins I_{min} à I_{max} .

6.3.6 Harmoniques en tension et en courant

But de l'essai : Vérifier que l'erreur de décalage due aux harmoniques est conforme aux exigences.

Procédure d'essai : L'erreur de décalage, comparée à l'erreur intrinsèque en régime sinusoïdal, doit être mesurée lorsque les harmoniques sont ajoutés à la fois à la tension et au courant. L'essai doit être effectué en utilisant les formes d'onde quadriforme et avec crête spécifiées respectivement dans le Tableau 11 et le Tableau 12. L'amplitude d'un harmonique unique ne doit pas être supérieure à $0,12 U_1/h$ pour la tension et I_1/h

pour le courant, où h est le rang de l'harmonique et U_1 et I_1 sont les fondamentaux respectifs. Les tracés de l'amplitude du courant pour les formes d'onde dans le Tableau 11 et le Tableau 12 sont représentés respectivement sur la Figure 1 et la Figure 2.

Le courant efficace (r.m.s.) ne peut pas dépasser I_{\max} , c'est à dire selon le Tableau 11, que la composante fondamentale du courant I_1 ne peut pas dépasser $0,93 I_{\max}$. La valeur de crête du courant ne peut pas dépasser $1,4 I_{\max}$, c'est à dire selon le Tableau 12, que la composante fondamentale du courant I_1 (efficace) ne peut pas dépasser $0,568 I_{\max}$.

Les amplitudes des harmoniques sont calculées respectivement par rapport à l'amplitude de la composante fondamentale de la fréquence de la tension ou du courant. L'angle de phase est calculé respectivement par rapport au passage par zéro de la composante fondamentale de la fréquence de la tension ou du courant.

Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à $10 I_{tr}$, $PF = 1$, où le facteur de puissance est donné par la composante fondamentale.

Note : Pour le calcul de l'erreur maximale combinée tel que défini en Annexe B (B.2.2), il peut être exigé par les autorités nationales ou régionales de mettre en œuvre des points d'essai supplémentaires pour couvrir l'étendue de facteur de puissance d'au moins 0,5 inductif à 0,8 capacitif sur l'étendue de courant d'au moins I_{\min} à I_{\max} .

Tableau 11 Forme d'onde quadriforme

Rang d'un harmonique	Amplitude du courant	Angle de phase du courant	Amplitude de la tension	Angle de phase de la tension
1	100 %	0°	100 %	0°
3	30 %	0°	3,8 %	180°
5	18 %	0°	2,4 %	180°
7	14 %	0°	1,7 %	180°
11	9 %	0°	1,0 %	180°
13	5 %	0°	0,8 %	180°

Tableau 12 Forme d'onde avec crête

Rang d'un harmonique	Amplitude du courant	Angle de phase du courant	Amplitude de la tension	Angle de phase de la tension
1	100 %	0°	100 %	0°
3	30 %	180°	3,8 %	0°
5	18 %	0°	2,4 %	180°
7	14 %	180°	1,7 %	0°
11	9 %	180°	1,0 %	0°
13	5 %	0°	0,8 %	180°

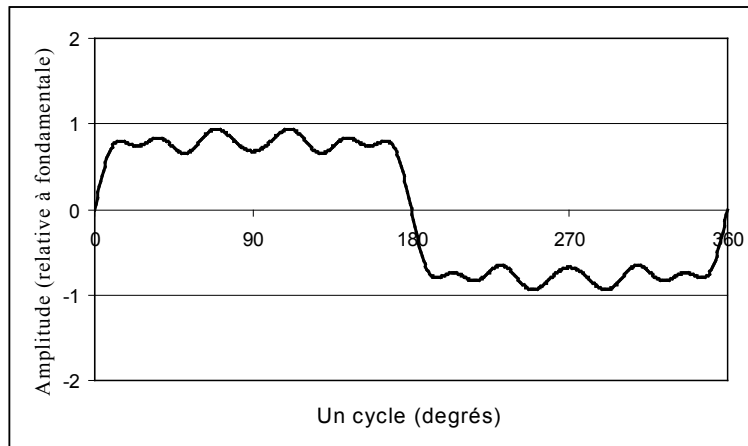


Figure 1 Amplitude du courant pour la forme d'onde quadriforme

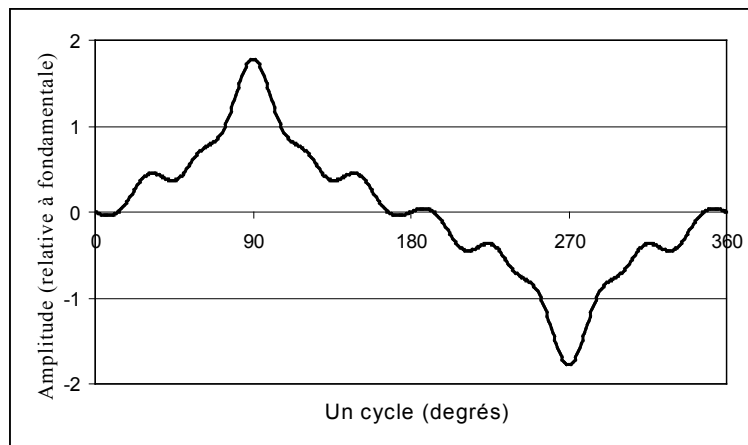


Figure 2 Amplitude du courant pour la forme d'onde avec crête

6.3.7 Inclinaison

But de l'essai : Vérifier que l'erreur de décalage due à une inclinaison est conforme aux exigences du Tableau 4. Cet essai n'est destiné qu'aux compteurs électromécaniques ou aux compteurs avec d'autres types de conceptions pouvant être influencés par la position de fonctionnement.

Procédure d'essai : L'erreur de décalage, comparée à l'erreur intrinsèque à la position de fonctionnement donnée par le fabricant, doit être mesurée lorsque le compteur est incliné par rapport à sa position idéale d'un angle de 3° à partir de cette position.

Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à I_{tr} , PF = 1 et à deux angles d'inclinaison perpendiculaires.

6.3.8 Variations importantes de tension

But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur due à des variations importantes de tension est conforme aux exigences du Tableau 4.

Procédure d'essai 1 : L'erreur intrinsèque doit d'abord être mesurée à U_{nom} . Il doit alors être vérifié que le décalage d'erreur, par rapport à l'erreur intrinsèque à U_{nom} est conforme aux exigences du Tableau 4 lorsque la tension est variée de $0,8 U_{nom}$ à $0,9 U_{nom}$ et de $1,1 U_{nom}$ à $1,15 U_{nom}$. Pour les compteurs polyphasés, la tension d'essai doit être équilibrée. Si plusieurs valeurs U_{nom} sont mentionnées, l'essai doit être répété pour chaque valeur U_{nom} .

Points obligatoires 1 : L'essai doit, au minimum, être réalisé à $10 I_{tr}$, PF = 1 et pour des tensions de $0,8 U_{nom}$, $0,85 U_{nom}$ et $1,15 U_{nom}$.

Procédure d'essai 2 : En outre, l'erreur de décalage, comparée à l'erreur intrinsèque à U_{nom} , doit être mesurée lorsque la tension est variée de $0,8 U_{\text{nom}}$ à 0.

Points obligatoires 2 : L'essai doit, au minimum, être réalisé à $10 I_{\text{tr}}$, PF = 1 et pour des tensions de $0,7 U_{\text{nom}}$, $0,6 U_{\text{nom}}$, $0,5 U_{\text{nom}}$, $0,4 U_{\text{nom}}$, $0,3 U_{\text{nom}}$, $0,2 U_{\text{nom}}$, $0,1 U_{\text{nom}}$, et 0 V.

Si le compteur a une tension d'arrêt définie, alors les points d'essai obligatoires doivent inclure un point au-dessus et en dessous de de la tension d'arrêt. Le point d'essai inférieur doit être compris dans une étendue de 2 V en dessous de la tension d'arrêt. Le point d'essai supérieur doit être compris dans une étendue de 2 V au-dessus de la tension de mise en marche.

6.3.9 Une ou deux phases interrompues

But de l'essai : Vérifier que l'erreur de décalage due à une ou deux phases interrompues est conforme aux exigences du Tableau 4. Cet essai n'est destiné qu'aux compteurs polyphasés avec trois éléments de mesure.

Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparé à l'erreur intrinsèque aux conditions de tension équilibrée et de courant de charge, doit être mesuré lorsqu'une ou deux des phases sont supprimées tout en maintenant constant le courant de charge. Deux phases interrompues est seulement applicable pour les modes de connexion où une phase manquante signifie que l'énergie peut être délivrée. Un compteur polyphasé qui est alimenté uniquement à partir de l'une de ses phases ne doit pas avoir la tension de cette phase interrompue pour les besoins de cet essai.

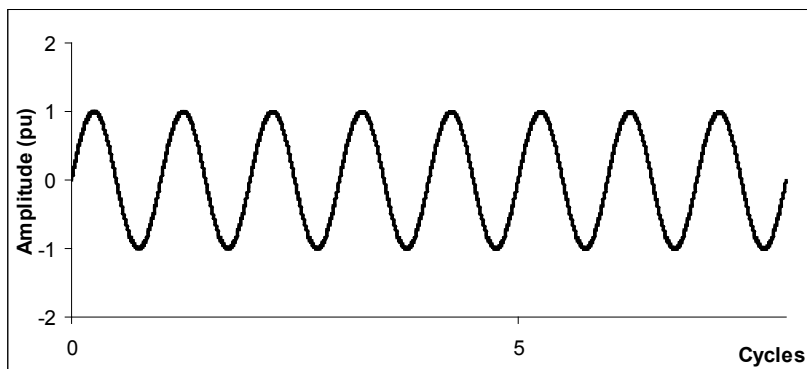
Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à $10 I_{\text{tr}}$, avec une ou deux des phases supprimées en combinaisons telles que chaque phase est supprimée au moins une fois.

6.3.10 Sous-harmoniques dans le circuit de courant alternatif

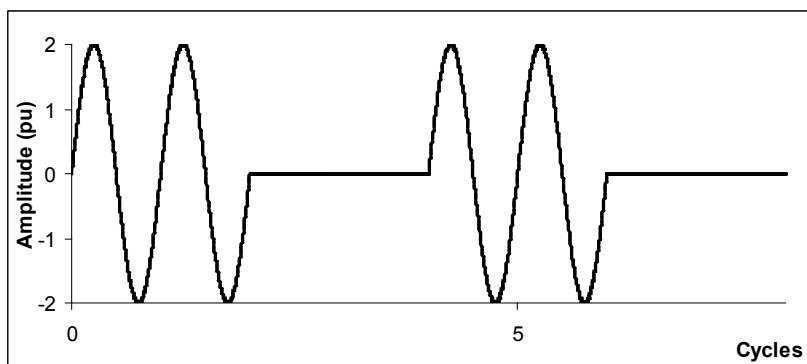
But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû aux sous-harmoniques est conforme aux exigences du Tableau 4.

Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparé à l'erreur intrinsèque en régime sinusoïdal, doit être mesuré lorsque le courant sinusoïdal de référence est remplacé par un autre signal sinusoïdal avec deux fois la valeur de crête, et qui est activé et désactivé à chaque deuxième période, comme illustré par la Figure 3 a) et b). (La puissance mesurée devrait alors être la même que pour le signal sinusoïdal d'origine lorsque le courant efficace (r.m.s.) est 1,41 fois plus élevé). Il faut prendre soin qu'aucun courant continu significatif ne soit introduit. Pendant l'essai, la valeur de crête du courant ne doit pas dépasser $1,4 I_{\text{max}}$.

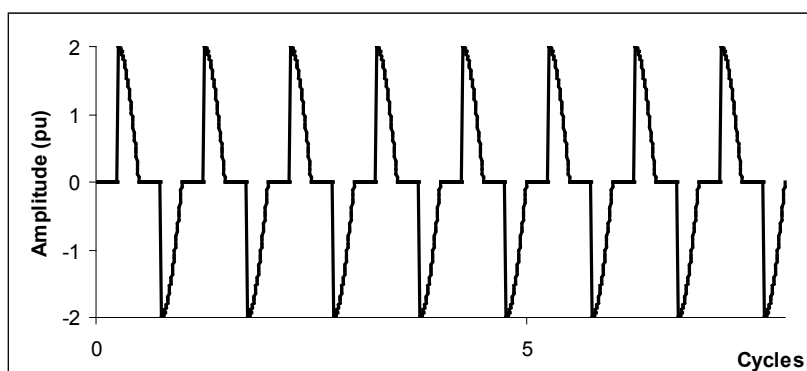
Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à un courant de référence de $10 I_{\text{tr}}$, PF = 1



a) Courant d'essai continu pour l'erreur intrinsèque



b) Courant d'essai de sous-harmonique 2 cycles mode activé, 2 cycles mode désactivé



c) Courant d'essai d'harmonique, courant nul pendant les angles de phase de 0-90° et 180-270°

Figure 3 Courants d'essai pour les essais de sous-harmoniques et d'harmoniques

6.3.11 Harmoniques dans le circuit de courant alternatif

But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû aux harmoniques dans le circuit de courant alternatif est conforme aux exigences du Tableau 4.

Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparé à l'erreur intrinsèque en régime sinusoïdal, doit être mesuré lorsque le courant sinusoïdal de référence comme illustré par la Figure 3 a) est remplacé par un courant avec deux fois la valeur de crête d'origine où la forme d'onde sinusoïdale est mise à zéro pendant le premier et le troisième quart de la période comme illustré par la Figure 3 c). La puissance mesurée devrait alors être la même que pour le signal sinusoïdal d'origine lorsque le courant efficace (r.m.s.) est 1,41 fois plus élevé. Pendant l'essai, la valeur de crête du courant ne doit pas dépasser $1,4 I_{\max}$.

Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à un courant de référence de $10 I_{tr}$, PF = 1. Des points d'essai supplémentaires peuvent être spécifiés par les autorités nationales.

6.3.12 Ordre des phases inversé (deux phases quelconques interchangées)

- But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû à au fait d'interchanger deux phases quelconques parmi les trois phases est conforme aux exigences du Tableau 4. Cet essai ne s'applique qu'aux compteurs triphasés.
- Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparée à l'erreur intrinsèque dans les conditions de référence, doit être mesuré lorsque deux phases quelconques parmi les trois phases sont interchangées.
- Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à un courant de référence de $10 I_{tr}$, $PF = 1$ avec deux phases quelconques interchangées parmi les trois phases. Des points d'essai supplémentaires peuvent être spécifiés par les autorités nationales.

6.3.13 Induction magnétique continue (DC) d'origine externe

- Norme applicable : Aucune.
- But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû à une induction magnétique continue (DC) d'origine externe est conforme aux exigences du Tableau 4.
- Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparée à l'erreur intrinsèque aux conditions de référence, doit être mesuré lorsque le compteur est soumis à une induction magnétique continue avec une sonde de type aimant permanent avec une surface d'au moins 2000 mm^2 . Le champ magnétique le long de l'axe du noyau de l'aimant doit être conforme aux modalités précisées dans le Tableau 13 ⁽¹⁾.
- Note* ⁽¹⁾: Les autorités nationales peuvent sélectionner une induction magnétique inférieure pour les exigences nationales.

Tableau 13 Spécifications du champ le long de l'axe du noyau de l'aimant

Distance de la surface de l'aimant	Induction magnétique	Tolérance
30 mm	200 mT	$\pm 30 \text{ mT}$

- Points obligatoires : 6 points par surface du compteur. L'essai doit, au minimum, être effectué à $10 I_{tr}$, $PF = 1$. Le plus grand décalage d'erreur est à considérer comme résultat de l'essai.
- Note* : Des aimants permanents en néodyme ou niobium sont recommandés pour cet essai.

6.3.14 Champ magnétique (AC, fréquence du réseau) d'origine externe

- Norme applicable : CEI 61000-4-8.
- But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû à un champ magnétique AC à la fréquence du réseau est conforme aux exigences du Tableau 4.
- Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparée à l'erreur intrinsèque aux conditions de référence, doit être mesuré lorsque le compteur est exposé à un champ magnétique à la fréquence du réseau ($f = f_{nom}$) sous la condition la plus défavorable de phase et de direction.
- Sévérité de l'essai : Champ continu, 400 A/m.
- Points obligatoires : L'essai doit, au minimum, être réalisé à $10 I_{tr}$ et à I_{max} , $PF = 1$.

6.3.15 Champs électromagnétiques

6.3.15.1 Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

- Norme applicable : CEI 61000-4-3.
- But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû à des champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques est conforme aux exigences du Tableau 4. Les compteurs tels que les compteurs électromécaniques qui ont été construits en utilisant uniquement des éléments passifs sont supposés être immunisés aux champs rayonnés

aux fréquences radioélectriques. Remarque, la condition d'essai 2 ci-dessous correspond à l'essai de perturbation du 6.4.6.

Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparé à l'erreur intrinsèque en régime sinusoïdal, doit être mesuré lorsque le compteur est soumis à des champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques. L'intensité du champ électromagnétique doit être telle que définie par le niveau de sévérité et l'uniformité de champ doit être telle que définie par la norme de référence. Les étendues de fréquence à considérer sont balayées avec le signal modulé, en s'arrêtant si besoin pour régler le niveau de signal RF ou pour commuter des oscillateurs et des antennes. Lorsque l'étendue de fréquence est balayée par incrémentation, la taille du pas ne doit pas dépasser 1 % de la valeur de la fréquence précédente. La durée d'essai pour un changement de fréquence de 1 % ne doit pas être inférieure au temps pris pour réaliser un mesurage et dans tous les cas pas moins de 0,5 s.

La longueur de câble exposé au champ électromagnétique doit être de 1 m.

L'essai doit être effectué avec l'antenne génératrice en face de chaque côté du compteur. Lorsque le compteur peut être utilisé dans des orientations différentes (c'est à dire verticale ou horizontale) tous les côtés doivent être exposés à des champs pendant l'essai.

La porteuse doit être modulée avec 80% AM (modulation d'amplitude) à 1 kHz onde sinusoïdale.

Le compteur doit être testé séparément aux fréquences d'horloge spécifiées par le fabricant.

Toute autre fréquence sensible doit également être analysée séparément.

Note : Ces fréquences sensibles sont souvent les fréquences émises par le compteur.

Le compteur doit être testé comme un instrument de table sous deux conditions d'essai, où la condition d'essai 2 correspond à l'essai de perturbation du 6.4.6.

Condition d'essai 1: Pendant l'essai, le compteur doit être alimenté avec la tension de référence et un courant égal à $10 I_{Tr}$. L'erreur de mesurage du compteur doit être contrôlée en comparaison avec un compteur de référence non exposé au champ électromagnétique ou immunisé au champ, ou par une méthode équivalente appropriée. L'erreur à chaque intervalle d'incrément de 1 % de la fréquence porteuse doit être contrôlée et comparée aux exigences du Tableau 4. Lorsqu'un balayage en fréquence continue est utilisé, celui-ci peut être réalisé en ajustant le rapport de la durée de balayage et la durée de chaque mesurage. Lors de l'utilisation de pas d'incrément de 1% de la fréquence, l'ajustement de la durée de temporisation peut être réalisé sur chaque fréquence pour s'adapter au temps de mesurage.

Condition d'essai 2: Pendant l'essai, les circuits de tension et les circuits auxiliaires du compteur doivent être alimentés avec la tension de référence. Il ne doit pas y avoir pas de courant dans les circuits de courant et les bornes de courant doivent être en circuit ouvert.

Note : La condition d'essai 2 correspond à l'essai de perturbation du 6.4.6, par conséquent, les instructions générales du 6.4.1 s'appliquent également.

Sévérités de l'essai : Comme définies au Tableau 14.

Tableau 14 Sévérité de l'essai

Condition d'essai	Étendue de fréquence	Intensité du champ
Condition d'essai 1 (avec courant)	80 – 6000 MHz	10 V/m
Condition d'essai 2 (sans courant)	80 – 6000 MHz	30 V/m

6.3.15.2 Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

Norme applicable : CEI 61000-4-6.

But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectrique est conforme aux exigences du Tableau 4. Les compteurs comme les compteurs électromécaniques qui ont été construits en utilisant uniquement des éléments passifs sont supposés être immunisés contre les perturbations conduites induites par les champs radioélectriques.

Procédure d'essai : Un courant électromagnétique radiofréquence ayant pour but de simuler l'influence des champs électromagnétiques doit être couplé ou injecté dans les ports d'alimentation et dans les ports E/S du compteur à l'aide de dispositifs de couplage/découplage comme définis dans la norme référencée. La performance de l'équipement d'essai constitué d'un générateur RF, des dispositifs de (dé)couplage, des atténuateurs, etc. doit être vérifiée.

Le compteur doit être testé comme un instrument de table. Pendant l'essai, le compteur doit être alimenté avec la tension de référence et un courant égal à $10 I_{tr}$. L'erreur à chaque intervalle d'incrément de 1% de la fréquence porteuse doit être contrôlée et comparée aux exigences du Tableau 4. Lorsqu'un balayage en fréquence continue est utilisé, celui-ci peut être réalisé en ajustant le rapport de la durée de balayage et la durée de chaque mesurage. Lors de l'utilisation de pas d'incrément de 1% de la fréquence, l'ajustement de la durée de temporisation peut être réalisé sur chaque fréquence pour s'adapter au temps de mesurage.

Si le compteur est un compteur polyphasé, les essais doivent être réalisés sur toutes les extrémités du câble.

Sévérité de l'essai : Amplitude RF (50 Ohm): 10 V (f.e.m.)

Étendue de fréquence : 0.15 – 80 MHz

Modulation : 80 % AM, 1 kHz onde sinusoïdale

6.3.16 Courant continu dans le circuit de courant alternatif

But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû à du courant continu dans le circuit de courant alternatif est conforme aux exigences du Tableau 4. Les compteurs électromécaniques et alimentés par transformateur sont supposés être immunisés au courant continu dans le circuit de courant alternatif.

Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparé à l'erreur intrinsèque en régime sinusoïdal à $I = I_{max} / \sqrt{2}$, doit être mesuré lorsque l'amplitude du courant est augmentée de deux fois sa valeur ($I = I_{max} / \sqrt{2}$) et est redressée simple alternance.

Points obligatoires : L'essai doit être réalisé à PF = 1.

Note 1 : Le redressement par simple alternance et le mesurage peuvent être effectués comme indiqué sur la Figure 4 (seul le trajet du courant est indiqué, la tension doit être connectée comme habituellement). L'incertitude de mesurage liée à cette méthode est très dépendante de la (sous-période) de l'impédance de sortie de la source de courant et de l'impédance du circuit de courant du compteur étalon en combinaison avec les différences d'impédance possibles des deux branches de courant.

Note 2 : Puisque l'incertitude est fonction de la différence absolue, et non relative, d'impédance de la branche (si non $R_{\text{équilibrage}} \gg R_{\text{source}}$), le problème ne peut généralement pas être résolu par l'introduction de résistances combinées supplémentaires dans chaque branche. Il peut, cependant, être contrôlé en étudiant le courant continu de la source. Les composantes continues (DC) ne doivent pas être supérieures de 0,5 à 1 % de la valeur en courant alternatif (AC). (Lors d'une mesure d'une composante continue de l'ordre de 1 % de la composante alternative, l'instrument devrait de préférence être étalonné au préalable par un mesurage du courant d'essai avec les diodes du circuit d'essai déconnectées et court-circuitées).

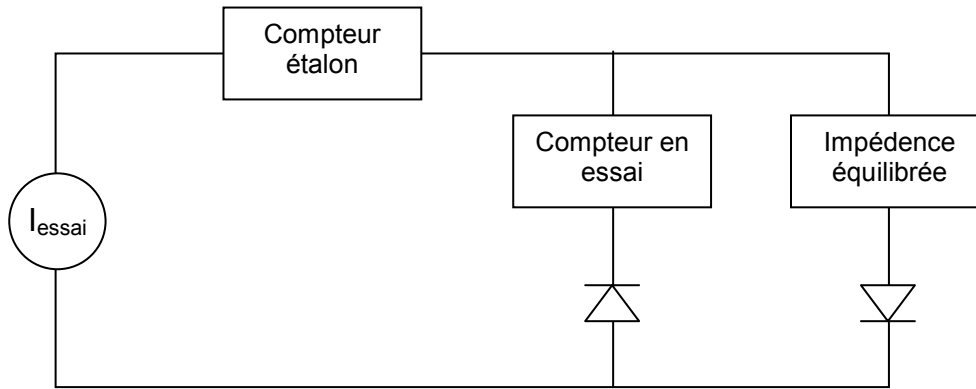


Figure 4 Circuit d'essai de courant proposé pour l'essai en courant continu et également pour l'essai d'harmonique (seul un circuit de courant monophasé est indiqué, la tension doit être connectée comme habituellement)

6.3.17 Harmoniques de hauts rangs

But de l'essai : Vérifier que le décalage d'erreur dû aux harmoniques de hauts rangs est conforme aux exigences du Tableau 4. En outre, le fonctionnement du compteur ne doit pas être détérioré.

Procédure d'essai : Le décalage d'erreur, comparé à l'erreur intrinsèque en régime sinusoïdal, doit être mesuré lorsque les signaux d'essai asynchrones, balayés de $f = 15 f_{nom}$ à $40 f_{nom}$, sont en premier lieu superposés sur le signal aux circuits de tension puis sur le signal aux circuits de courant. Dans le cas d'un compteur polyphasé, tous les circuits de courant ou de tension peuvent être testés en même temps. La fréquence du signal doit être balayée des basses fréquences vers les hautes fréquences et inversement pendant que l'erreur du compteur est mesurée.

Sévérité de l'essai : Le signal asynchrone doit avoir une valeur de $0,02 U_{nom}$ et $0,1 I_{tr}$, avec une tolérance de $\pm 5 \%$.

Points obligatoires : L'essai doit être réalisé à I_{tr} . Une lecture doit être faite par fréquence d'harmonique.

6.4 Essais de perturbations

6.4.1 Instructions générales pour les essais de perturbation

Ces essais consistent à vérifier que le compteur satisfait aux exigences pour l'influence des perturbations données par le Tableau 5. Les essais doivent être effectués en utilisant une perturbation à la fois; toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues aux conditions de référence, sauf indication contraire dans la description de l'essai considéré. Aucun défaut significatif ne doit se produire. Sauf indication contraire, chaque essai doit inclure :

- une vérification que tout changement dans les registres ou que l'énergie équivalente de la sortie d'essai est inférieure à la valeur de variation critique donnée en 3.3.6.2,
- une vérification de fonctionnement pour vérifier que le compteur enregistre l'énergie lorsqu'il est soumis à un courant,
- une vérification du fonctionnement correct des sorties impulsionnelles et des entrées de changement tarifaire, si applicable, et
- une confirmation par la mesure que le compteur satisfait toujours les exigences d'erreur maximales tolérées de base après l'essai de perturbation.

La perte temporaire d'une fonctionnalité est autorisée tant que le compteur retrouve automatiquement son fonctionnement normal lorsque la perturbation est retirée.

Les points d'essai obligatoires pour le contrôle de l'erreur maximale tolérée de base sont

- 1) I_{tr} , PF = 1,
- 2) $10 I_{tr}$, PF = 0,5 inductif.

6.4.2 Champ magnétique (AC, fréquence du réseau) d'origine externe

Norme applicable :	CEI 61000-4-8.
But de l'essai :	Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 sous des conditions d'un champ magnétique AC à la fréquence du réseau d'origine externe.
Procédure d'essai :	Le compteur doit être connecté à la tension de référence, mais sans courant dans les circuits de courant. Le champ magnétique doit être appliqué sur les trois directions orthogonales.
Effets tolérés :	Aucun défaut significatif ne doit se produire.
Sévérité de l'essai :	Intensité du champ magnétique de courte durée (3 s) : 1000 A/m.

6.4.3 Décharges électrostatiques

Norme applicable :	CEI 61000-4-2.
But de l'essai :	Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de décharges électrostatiques directes et indirectes. Les compteurs comme les compteurs électromécaniques qui ont été construits en utilisant uniquement des éléments passifs sont supposés être immunisés contre les décharges électrostatiques.
Procédure d'essai :	Un générateur de DES doit être utilisé avec les caractéristiques de performance spécifiées dans la norme référencée. Avant de commencer les essais, les performances du générateur doivent être vérifiées. Au moins 10 décharges, dans la polarité la plus sensible, doit être appliquée. Pour un compteur non équipé d'une borne de masse, le compteur doit être complètement déchargé entre les décharges. La méthode préférentielle est la décharge par contact. Les décharges dans l'air doivent être utilisées lorsque la décharge par contact ne peut s'appliquer.
Application directe :	En mode décharge par contact à réaliser sur des surfaces conductrices, l'électrode doit être en contact avec le compteur. Dans le mode de décharge dans l'air sur les surfaces isolées, l'électrode est approchée du compteur et la décharge s'effectue par étincelle.
Application indirecte :	Les décharges sont appliquées dans le mode par contact sur les plans de couplage montés dans le voisinage du compteur.
Conditions d'essai :	L'essai doit être fait avec le compteur en état de fonctionnement. Les circuits de tension doivent être alimentés avec U_{nom} et les circuits de courant et auxiliaires doivent être ouverts, sans courant. Le compteur doit être testé comme équipement de table.
Effets tolérés :	Aucun défaut significatif ne doit se produire.
Sévérité de l'essai :	Tension de décharge par contact ⁽¹⁾ : 8 kV Tension de décharge dans l'air ⁽²⁾ : 15 kV

Note ⁽¹⁾: Les décharges de contact doivent être appliquées sur des surfaces conductrices.

Note ⁽²⁾: Les décharges dans l'air doivent être appliquées sur des surfaces non conductrices.

6.4.4 Transitoires électriques rapides en salves

Normes applicables :	CEI 61000-4-1, CEI 61000-4-4.
But de l'essai :	Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions où des salves électriques sont superposées aux circuits de tension et de courant, aux E/S et aux ports de communication. Les compteurs comme les compteurs électromécaniques qui ont été construits en utilisant uniquement des éléments passifs sont supposés être immunisés contre les transitoires électriques rapides en salves.
Procédure d'essai :	Un générateur de salves doit être utilisé avec les caractéristiques de performance spécifiées dans la norme référencée. Le compteur doit être soumis à des salves de

tensions transitoires pour lesquelles la fréquence de répétition des impulsions et les valeurs crêtes de la tension de sortie sur des charges de 50 Ohm et 1000 Ohm sont définies dans la norme référencée. Les caractéristiques du générateur doivent être vérifiées avant la connexion au compteur. Les deux polarités positive et négative des salves doivent être appliquées. La durée de l'essai ne doit pas être inférieure à 1 minute pour chaque amplitude et chaque polarité. Une pince capacitive de couplage, comme définie dans la norme, doit être utilisée pour coupler aux entrée et sortie et lignes de communication avec une tension de référence supérieure à 40 V. Les impulsions d'essai doivent être appliquées de façon continue pendant la durée de la mesure.

- Conditions d'essai : Le compteur doit être testé comme équipement de table.
- La tension du compteur et les circuits auxiliaires doivent être alimentés avec la tension de référence.
- La longueur du câble entre le dispositif de couplage et le compteur doit être de 1 m.
- La tension d'essai doit être appliquée en mode commun (ligne-à-terre) à
- a) les circuits de tension,
 - b) les circuits de courant, si séparés des circuits de tension en fonctionnement normal,
 - c) les circuits auxiliaires, si séparés des circuits de tension en fonctionnement normal et avec une tension de référence supérieure à 40 V.
- Sévérité de l'essai : Tension d'essai sur les circuits de courant et de tension : 4 kV.
- Tension d'essai sur les circuits auxiliaires avec une tension de référence supérieure à 40 V : 2 kV.
- Effets tolérés : Le décalage d'erreur, comparé à l'erreur intrinsèque aux conditions de référence, doit être inférieure à celle donnée pour la classe applicable du compteur dans le Tableau 5.
- Points obligatoires : $10 I_{tr}$, PF = 1.

6.4.5 Réductions et courtes interruptions de la tension

- Normes applicables : CEI 61000-4-11, CEI 61000-6-1, CEI 61000-6-2.
- But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de courtes réductions de la tension d'alimentation (réductions et interruptions). Les compteurs comme les compteurs électromécaniques qui ont été construits en utilisant uniquement des éléments passifs sont supposés être immunisés contre les réductions et courtes interruptions de la tension.
- Procédure d'essai : Un générateur d'essai permettant de réduire l'amplitude de l'alimentation alternative sur une période de temps définie par l'opérateur, doit être utilisé pour cet essai. La performance du générateur d'essai doit être vérifiée avant d'être connecté au compteur.
- Les réductions de la tension d'alimentation doivent être répétées 10 fois, à intervalles d'au moins 10 secondes.
- Conditions d'essai : Circuits de tension alimentés avec U_{nom} .
- Sans aucun courant dans les circuits de courant.

Sévérités d'essai : Réductions de tension :

Essai	Essai a	Essai b	Essai c
Réduction:	30 %	60 %	60 %
Durée :	0.5 cycles	1 cycle	25 cycles (50 Hz) 30 cycles (60 Hz)

Essai d'interruption de tension :

Réduction :	0 %
Durée:	250 cycles (50 Hz) 300 cycles (60 Hz)

Effet toléré : Aucun défaut significatif ne doit se produire.

6.4.6 Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

Norme applicable : CEI 61000-4-3

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques. Les compteurs comme les compteurs électromécaniques qui ont été construits en utilisant uniquement des éléments passifs sont supposés être immunisés contre les champs rayonnés aux fréquences radioélectriques.

Procédure d'essai : Se référer au 6.3.15.1 pour la procédure d'essai.

Effets tolérés : Aucun défaut significatif ne doit se produire.

6.4.7 Ondes de choc sur les lignes de tensions d'alimentation alternatives

Norme applicable : CEI 61000-4-5.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions d'ondes de chocs électriques superposées sur les tensions d'alimentation et, si applicable, sur les E/S et les ports de communication. Cet essai n'est pas applicable aux compteurs électromécaniques qui sont supposés être immunisés contre les ondes de chocs.

Procédure d'essai : Un générateur d'ondes de choc doit être utilisé avec les caractéristiques de performance spécifiées dans la norme référencée. L'essai consiste en une exposition à des ondes de choc dont le temps de montée, la largeur d'impulsion, les valeurs de crête, ainsi que les valeurs de sortie en tension/courant sur des impédances haute/basse et un intervalle de temps minimal entre deux impulsions successives sont définis dans la norme référencée.

Les performances du générateur doivent être vérifiées avant la connexion au compteur.

Conditions d'essai : Compteur en condition de fonctionnement;

Circuits de tension alimentés avec la tension nominale;

Aucun courant dans les circuits de courant et les bornes de courant doivent être ouvertes;

Longueur du câble entre le générateur d'ondes de chocs et le compteur : 1 m;

Testé en mode différentiel (ligne à ligne);

Angle de phase : impulsions à appliquer à 60° et 240° par rapport au passage par zéro de l'alimentation alternative.

- Sévérités d'essai : Circuits de tension :
- Ligne à ligne : Tension d'essai : 2,0 kV, impédance de la source générateur : 2Ω ;
 - Ligne à terre⁽¹⁾: Tension d'essai: 4,0 kV, impédance de la source du générateur : 2Ω ;
 - Nombre d'essais : 5 positifs et 5 négatifs;
 - Taux de répétition : maximum 1/min.

Circuits auxiliaires avec une tension de référence supérieure à 40 V :

- Ligne à ligne : Tension d'essai : 1,0 kV, impédance de la source du générateur 42Ω ;
- Ligne à terre⁽¹⁾: Tension d'essai: 2,0 kV, impédance de la source du générateur : 42Ω ;
- Nombre d'essais : 5 positifs et 5 négatifs;
- Taux de répétition : maximum 1/min.

Note⁽¹⁾: Pour les cas où la terre du compteur est séparée du neutre.

6.4.8 Essai d'immunité aux ondes oscillatoires amorties

- Norme applicable : CEI 61000-4-12.
- But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions d'ondes oscillatoires amorties. Cet essai n'est applicable qu'aux compteurs alimentés par transformateur.
- Procédure d'essai : Le compteur est soumis aux ondes oscillatoires amorties avec une tension de crête suivant la sévérité d'essai mentionnée ci-après.
- Conditions d'essai : Les compteurs doivent être testés comme équipement de table;
Les compteurs doivent être en condition de fonctionnement;
Les circuits de tension sont alimentés avec la tension nominale;
Avec $I = 20 I_{tr}$ et facteur de puissance unité et 0,5 inductif.
- Sévérités d'essai : Tension d'essai sur les circuits de tension et les circuits auxiliaires avec une tension de fonctionnement $> 40 \text{ V}$:
- mode commun : 2,5 kV;
 - mode différentiel : 1,0 kV;
- Fréquences d'essai :
- 100 kHz, taux de répétition : 40 Hz;
 - 1 MHz, taux de répétition : 400 Hz;
- Durée de l'essai : 60 s (15 cycles avec 2 s activé « on », 2 s désactivé « off », pour chaque fréquence).
- Effets tolérés : Pendant l'essai, le fonctionnement du compteur ne doit pas être perturbé et le décalage d'erreur doit être inférieur aux limites indiquées dans le Tableau 5.
- Points obligatoires : $20 I_{tr}$, PF = 1 et 0,5 inductif.

6.4.9 Surintensités de courte durée

But de l'essai :	Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de surintensités de courte durée
Procédure d'essai :	Le compteur doit être capable de supporter le courant provoqué par un court-circuit pendant que la charge est mesurée, lorsque cette charge est protégée par les propres fusibles ou des disjoncteurs.
Courant d'essai :	Pour les compteurs à branchement direct : $30 \cdot I_{\max} + 0 \% - 10 \%$, durant un demi-cycle à la fréquence assignée ou équivalent. Pour les compteurs alimentés par transformateur de courant : Un courant équivalent à $20 \cdot I_{\max} + 0 \% - 10 \%$, durant 0,5 s. Le courant d'essai doit être appliqué sur une phase à la fois. La valeur du courant d'essai donnée est la valeur efficace, et non pas la valeur de crête.
Effets tolérés :	Aucun dommage ne doit se produire. Avec la tension reconnectée, le compteur doit être laissé revenir à des températures normales (environ 1 h). Le décalage d'erreur, comparé à l'erreur intrinsèque avant l'essai, doit alors être inférieur à la limite du décalage d'erreur donné par le Tableau 5.
Points obligatoires :	$10 I_{tr}$, PF = 1.

6.4.10 Tension de choc

6.4.10.1 Généralités

But de l'essai :	Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de tension de choc
Procédure générale d'essai :	Le compteur et ses dispositifs complémentaires intégrés, le cas échéant, doivent être tels qu'ils conservent des qualités diélectriques adéquates, en tenant compte des influences atmosphériques et différentes tensions auxquelles ils sont soumis dans des conditions normales d'utilisation. Le compteur doit résister à l'essai de tension de choc comme indiqué ci-dessous. L'essai doit être effectué uniquement sur des compteurs complets. Pour les besoins de ce test, le terme « terre » a la signification suivante: <ul style="list-style-type: none"> a) lorsque le boîtier du compteur est métallique, la « terre » est le boîtier lui-même, placé sur une surface conductrice plane; b) lorsque le boîtier du compteur ou seulement une partie de celui-ci est constitué d'un matériau isolant, la « terre » est une feuille conductrice enveloppant le compteur touchant toutes les parties conductrices accessibles et connectées à la surface conductrice plane sur laquelle est placé le compteur. Les distances entre la feuille conductrice et les bornes, et entre la feuille conductrices et les trous pour les conducteurs ne doivent pas être de plus de 2 cm. Lors de l'essai de tension de choc, les circuits qui ne sont pas soumis à l'essai doivent être connectés à la terre.
Procédure générale d'essai :	Température ambiante : 15 °C à 25 °C; Humidité relative : 25 % à 75 %; Pression atmosphérique : 86 kPa à 106 kPa.
Effets tolérés :	Après la réalisation de l'essai de tension de choc, il ne doit pas y avoir de dommages au compteur et aucun défaut significatif ne doit se produire.

6.4.10.2 Procédure d'essai pour la tension de choc

Conditions d'essai : Forme d'onde de choc : impulsion 1.2/50 μ s comme spécifié par la CEI 60060-1;
 Temps de montée de la tension : ± 30 %;
 Temps de chute de la tension : ± 20 %;
 Énergie de la source : 10,0 J \pm 1,0 J;
 Tension d'essai : conformément au Tableau 15 ;
 Tolérance de la tension d'essai : + 0 – 10 %.

Note : La sélection de l'impédance de la source est à la discrétion du laboratoire d'essais.

Pour chaque essai (voir 6.4.10.3 et 6.4.10.4) la tension de choc est appliquée dix fois avec une polarité puis répétée dix fois avec l'autre polarité. La durée minimale entre les impulsions est de 30 s.

Tableau 15 Niveaux d'essai pour la tension de choc

Tension entre phase et terre dérivée de la tension assignée du réseau (V)	Tension de choc assignée (V)
$V \leq 100$	3 000
$100 < V \leq 150$	6 000
$150 < V \leq 300$	10 000
$300 < V \leq 600$	12 000
Note : L'autorité nationale peut modifier les niveaux de tension de choc assignés applicables.	

6.4.10.3 Essais à la tension de choc des circuits et entre circuits

Procédure d'essai : L'essai doit être effectué indépendamment sur chaque circuit (ou ensemble de circuits) qui, en service normal, est isolé par rapport aux autres circuits du compteur. Les bornes des circuits qui ne sont pas soumis à la tension de choc doivent être reliées à la terre.

Ainsi, lorsqu'en service normal les circuits de tension et de courant d'un élément de mesure sont connectés ensemble, l'essai doit être effectué sur cet ensemble. L'autre extrémité du circuit de tension doit être reliée à la terre, et la tension de choc doit être appliquée entre la borne du circuit de courant et la terre. Lorsque plusieurs circuits de tension d'un compteur comportent un point commun, ce dernier doit être relié à la terre, et la tension de choc doit être appliquée successivement entre chacune des extrémités libres des connexions (ou le circuit de courant relié à celle-ci) et la terre. L'autre borne de ce circuit de courant doit être déconnectée.

Lorsqu'en service normal le circuit de tension et le circuit de courant d'un élément de mesure sont séparés et convenablement isolés (par exemple, chaque circuit alimenté par un transformateur de mesure), l'essai doit être effectué indépendamment sur chacun des circuits.

Lors de l'essai d'un circuit de courant, les bornes des autres circuits doivent être reliées à la terre et la tension de choc doit être appliquée entre l'une des bornes du circuit de courant et la terre. Lors de l'essai d'un circuit de tension, les bornes des autres circuits ainsi que l'une des bornes du circuit de tension en essai doivent être reliées à la terre, et la tension de choc doit être appliquée entre l'autre borne du circuit de tension et la terre.

Les circuits auxiliaires destinés à être alimentés directement par le réseau ou par les mêmes transformateurs de tension que les circuits du compteur et avec une tension

de référence supérieure à 40 V, doivent être soumis à l'essai à la tension de choc en étant liés ensemble avec un circuit de tension. Les autres circuits auxiliaires doivent être exemptés de cet essai.

6.4.10.4 Essai à la tension de choc des circuits électriques par rapport à la terre

Procédure d'essai : Toutes les bornes des circuits électriques du compteur, y compris celles des circuits auxiliaires dont la tension de référence est supérieure à 40 V, doivent être reliées entre elles.

Les circuits auxiliaires dont la tension de référence est inférieure ou égale à 40 V doivent être reliés à la terre. La tension de choc doit être appliquée entre l'ensemble des circuits électriques et la terre.

Effets tolérés : Pendant cet essai, aucun contournement ou amorçage ni aucune perforation ne doit se produire.

6.4.11 Défaut à la terre

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de défaut à la terre.

Cet essai ne s'applique qu'aux compteurs alimentés par transformateurs de tension triphasés 4 fils, connectés à des réseaux de distribution équipés de neutraliseurs de défaut de terre ou dans lesquels le neutre est isolé. Dans le cas de défaut à la terre et avec 10 % de surtension, les tensions entre les deux phases non affectées par le défaut de terre et la terre peuvent atteindre 1,9 fois la tension nominale.

Procédure d'essai : Les exigences d'essai suivantes s'appliquent :

Lors d'un essai dans une condition de défaut de terre simulé dans l'une des trois phases, toutes les tensions sont élevées à 1,1 fois les tensions nominales pendant 4 h. La borne neutre du compteur en essai est déconnectée de la borne de terre de l'équipement d'essai des compteurs et est connectée à la borne de la phase de l'équipement d'essai des compteurs sur laquelle le défaut de terre doit être simulé (voir Figure 5). De cette manière, les deux bornes de tension du compteur en essai, qui ne sont pas affectées par le défaut de terre, sont connectées à 1,9 fois la tension nominale des phases.

Effets tolérés : Après l'essai, le compteur ne doit présenter aucun dommage et doit fonctionner correctement. Le changement d'erreur mesurée lorsque le compteur est revenu à la température nominale de fonctionnement ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 5.

Points obligatoires : $10 I_{tr}$, facteur de puissance = 1, charge équilibrée.

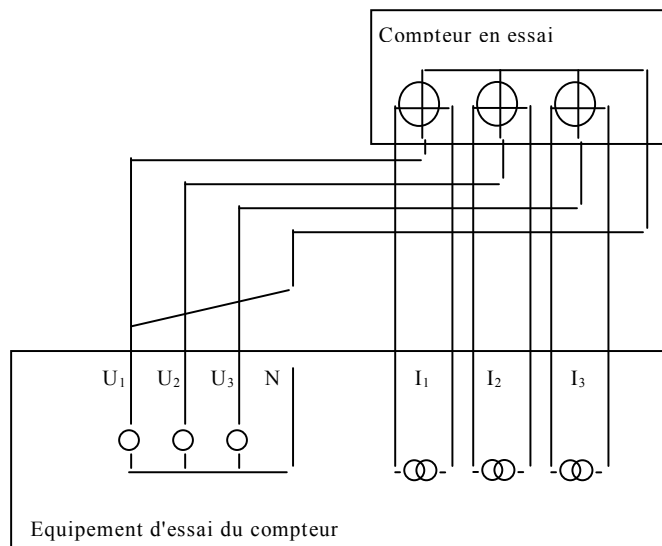


Figure 5 Configuration pour l'essai de défaut à la terre

6.4.12 Fonctionnement des dispositifs complémentaires

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de fonctionnement des dispositifs complémentaires. Le fonctionnement des dispositifs complémentaires doit être testé pour assurer qu'ils n'affectent pas les performances métrologiques du compteur.

Procédure d'essai : Pour cet essai le compteur doit fonctionner dans les conditions de référence et son erreur contrôlée en permanence, pendant que les dispositifs complémentaires tels que des dispositifs de communication, des relais et autres circuits d'E/S sont en fonctionnement.

Effets tolérés : Les fonctionnalités du compteur ne doivent pas être compromises et le décalage d'erreur dû au fonctionnement des dispositifs complémentaires doit toujours être inférieur à la limite du décalage d'erreur spécifiée dans le Tableau 5.

Points obligatoires : I_{tr} et I_{max} à PF = 1.

6.4.13 Essais mécaniques

6.4.13.1 Vibrations

Normes applicables : CEI 60068-2-47, CEI 60068-2-64.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de vibrations.

Procédure d'essai : Le compteur doit, tour à tour, être testé dans trois axes mutuellement perpendiculaires en étant monté sur une fixation rigide par ses moyens de montage normaux.

Le compteur doit normalement être monté de telle sorte que la force gravitationnelle agisse dans le même sens qu'en utilisation normale. Lorsque l'effet de la force gravitationnelle n'est pas important le compteur peut être monté dans n'importe quelle position.

Sévérité de l'essai :

Étendue totale des fréquences	10 – 150 Hz
Niveau efficace (r.m.s.) total	$7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
Niveau de densité spectrale d'accélération (ASD) 10 – 20 Hz	$1 \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-3}$
Niveau de densité spectrale d'accélération (ASD) 20 – 150 Hz	– 3 dB/octave
Durée par axe :	au moins 2 min

Effets tolérés : Après l'essai, le fonctionnement du compteur ne doit pas être compromis et le décalage d'erreur à $10 I_{tr}$, ne doit pas dépasser la limite du décalage d'erreur mentionnée dans le Tableau 5.

Points obligatoires : $10 I_{tr}$, PF = 1.

6.4.13.2 Chocs

Norme applicable : CEI 60068-2-27.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de chocs.

Procédure d'essai : Le compteur est soumis à des chocs non répétitifs de formes d'impulsion de référence avec l'accélération de crête et de la durée spécifiées. Pendant l'essai, le compteur ne doit être en fonctionnement et il doit être fixé à une installation (fixe) ou à la machine de d'essai de choc.

Sévérité de l'essai :
 Forme d'impulsion : semi-sinusoïdale;
 Accélération de crête : $30 g_n$ (300 ms^{-2});
 Durée de l'impulsion : 18 ms.

Effets tolérés : Après l'essai, le fonctionnement du compteur ne doit pas être compromis et le décalage d'erreur à $10 I_{tr}$, ne doit pas dépasser la limite du décalage d'erreur mentionnée dans le Tableau 5.

Points obligatoires : $10 I_{tr}$, PF = 1.

6.4.14 Protection contre le rayonnement solaire

Norme applicable : ISO 4892-3.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.5, 3.6.1, 3.7.1 et 3.3.6.2 concernant la protection contre le rayonnement solaire. Pour les compteurs extérieurs uniquement.

Conditions d'essai : Compteur en condition de non fonctionnement.

Appareil d'essai : Type de lampe / longueur d'onde : UVA 340;
 Thermomètre du panneau noir;
 Posemètre;
 Banc cyclique avec condensation pour être conforme avec les paramètres dans les conditions d'essai.

Conditions d'essai : Compteur en condition de non fonctionnement.

Cycle d'essai (cycle de 12 h)	Type de lampe	Éclairage énergétique spectral	Température du panneau noir
8 h à sec	UVA 340	$0.76 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ à 340 nm	$60 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
4 h de condensation		Lumière éteinte	$50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

Procédure d'essai en bref : Masquer partiellement une partie du compteur pour une comparaison ultérieure. Exposer le compteur à un rayonnement artificiel et aux intempéries selon la norme ISO 4892-3, pour une période de 66 jours (132 cycles) et en conformité avec les conditions d'essai ci-dessus.

Après l'essai, le compteur doit être inspecté visuellement et un essai fonctionnel doit être effectué. L'apparence et, en particulier, la lisibilité des marquages et des affichages ne doivent pas être altérés. Les moyens de protection des propriétés métrologiques, comme le boîtier et les scellements, ne doivent pas être affectés. Les fonctionnalités du compteur ne doit pas être compromises.

6.4.15 Protection contre la pénétration de poussière

Norme applicable : CEI 60529.

Objet de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 au regard de la protection contre la pénétration de poussière

Conditions d'essai : Conditions de référence;

Indice IP 5X;

Enceinte de catégorie 2.

Procédure d'essai : Après l'essai, l'intérieur du compteur doit être inspecté visuellement et un essai fonctionnel doit être effectué.

Effets tolérés : Le talc ou autre poussière utilisé dans l'essai ne doit pas s'être accumulé dans une quantité ou un lieu où il pourrait interférer avec le bon fonctionnement de l'équipement ou compromettre la sécurité. Aucune poussière ne doit se déposer où elle pourrait se déplacer le long des lignes de fuite. Les fonctionnalités du compteur ne doivent pas être compromises.

6.4.16 Essais climatiques

6.4.16.1 Températures extrêmes – chaleur sèche

Normes applicables : CEI 60068-2-2, CEI 60068-3-1.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de chaleur sèche.

Procédure d'essai : L'essai consiste en une exposition à la température haute spécifiée dans des conditions d' « air libre » pendant 2 h (à partir du moment où la température du compteur est stable), avec le compteur dans un état de non fonctionnement.

Le changement de température ne doit pas dépasser $1 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ au cours du chauffage et du refroidissement.

L'humidité absolue de l'atmosphère d'essai ne doit pas dépasser $20 \text{ g}/\text{m}^3$.

Sévérité de l'essai : L'essai doit être effectué à une température de référence d'un échelon plus élevé que la limite supérieure de température spécifiée pour le compteur.

Températures possibles : $40 \text{ }^\circ\text{C}$ $55 \text{ }^\circ\text{C}$ $70 \text{ }^\circ\text{C}$ $85 \text{ }^\circ\text{C}$.

Effets tolérés : Après l'essai, les fonctionnalités du compteur ne doit pas être compromises et le décalage d'erreur ne doit pas dépasser la limite du décalage d'erreur mentionnée dans le Tableau 5.

Points obligatoires : $10 I_{tr}$, PF = 1.

6.4.16.2 Températures extrêmes – froid

Normes applicables : CEI 60068-2-1, CEI 60068-3-1.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de basses températures.

Procédure d'essai : L'essai consiste en une exposition à la température basse spécifiée dans des conditions d' « air libre » pendant 2 h (à partir du moment où la température du compteur est stable), avec le compteur dans un état de non fonctionnement.

Le changement de température ne doit pas dépasser 1 °C/min au cours du chauffage et du refroidissement.

Sévérité de l'essai : L'essai doit être effectué à une température de référence d'un échelon moins élevé que la limite inférieure de température spécifiée pour le compteur.

Températures possibles : - 10 °C – 25 °C – 40 °C – 55 °C⁽¹⁾.

Effets tolérés : Après l'essai, les fonctionnalités du compteur ne doivent pas être compromises et le décalage d'erreur ne doit pas dépasser la limite du décalage d'erreur mentionnée dans le Tableau 5.

Points obligatoires : $10 I_{tr}$, PF = 1.

Note ⁽¹⁾: Si la limite inférieure spécifiée de température est -55 °C, alors cet essai doit être effectué à -55 °C.

6.4.16.3 Chaleur humide, essai continu (sans condensation), pour classe d'humidité H1

Normes applicables : CEI 60068-2-78, CEI 60068-3-4.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du Tableau 4, du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de forte humidité et à température constante pour des compteurs qui sont spécifiés pour les endroits clos où les compteurs ne sont pas soumis à de la condensation d'eau, des précipitations, ou des formations de glace (H1).

Procédure d'essai : L'essai consiste en une exposition à la température de niveau élevé spécifié et à l'humidité relative constante spécifiée pendant une certaine durée fixée définie par le niveau de sévérité. Le compteur doit être manipulé de telle sorte qu'aucune condensation d'eau ne se produise sur celui-ci.

Conditions d'essai : Circuits de tension et circuits auxiliaires alimentés avec la tension de référence;
Sans aucun courant dans les circuits de courant.

Sévérité de l'essai : Température : 30 °C;

Humidité : 85 %;

Durée : 2 jours.

Effets tolérés : Pendant l'essai, aucun défaut significatif ne doit se produire. Immédiatement après l'essai, le compteur doit fonctionner correctement et répondre aux exigences d'exactitudes du Tableau 4.

24 h après l'essai, le compteur doit être soumis à un essai fonctionnel au cours duquel son bon fonctionnement doit être démontré. Il ne doit y avoir aucune preuve de dommage mécanique ou de corrosion pouvant affecter les propriétés fonctionnelles du compteur.

6.4.16.4 Chaleur humide, essai cyclique (avec condensation), pour classes d'humidité H2 et H3

Normes applicables : CEI 60068-2-30, CEI 60068-3-4.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du Tableau 4, du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de forte humidité avec des variations de température. Cet essai s'applique aux compteurs avec une spécification de classe d'humidité soit pour les endroits clos où les compteurs peuvent être soumis à de la condensation d'eau, soit pour des endroits ouverts (classes d'humidité H2 et H3).

Procédure d'essai : L'essai consiste en une exposition à une variation cyclique de température entre 25 °C et la température spécifiée comme étant la température supérieure suivant les sévérités d'essai ci-dessous, tout en maintenant l'humidité relative supérieure à 95 % au cours le changement de température et les phases à basse température, et à 93 % au cours de les phases de température supérieure. De la condensation doit se produire sur le compteur au cours de la montée en température.

Le cycle de 24 h se compose de

- 1) la montée de température durant 3 h,
- 2) la température maintenue à la valeur supérieure jusqu'à 12 h à partir du début du cycle,
- 3) la température réduite à la valeur inférieure de 3 h à 6 h, le taux de descente pendant la première heure et demie doit être tel que la valeur inférieure est atteinte en 3 h,
- 4) la température maintenue à la valeur inférieure jusqu'à ce que le cycle de 24 h soit complet.

La période de stabilisation préalable et la récupération après l'exposition cyclique doivent être telles que toutes les parties de l'appareil sont à moins de 3 °C de leur température finale.

Conditions d'essai : Circuits de tension et circuits auxiliaires alimentés avec la tension de référence ;

Sans aucun courant dans les circuits de courant.

Position de montage selon les spécifications du fabricant.

Sévérités d'essai : Les compteurs avec une spécification de classe d'humidité pour les endroits clos où les compteurs peuvent être soumis à de la condensation d'eau doivent être testés au niveau de sévérité 1. Les compteurs avec une spécification de classe d'humidité pour les endroits ouverts doivent être testés au niveau de sévérité 2.

Classe d'humidité spécifiée :	H2	H3
Niveau de sévérité :	1	2
Température supérieure (°C) :	40	55
Durée (cycles) :	2	2

Effets tolérés : Durant l'essai, aucun défaut significatif ne doit se produire.

Immédiatement après l'essai, le compteur doit fonctionner correctement et répondre aux exigences d'exactitudes du Tableau 4.

24 h après l'essai, le compteur doit être soumis à un essai fonctionnel au cours duquel son bon fonctionnement doit être démontré. Il ne doit y avoir aucune preuve de dommage mécanique ou de corrosion pouvant affecter les propriétés fonctionnelles du compteur.

6.4.16.5 Essai à l'eau

Normes applicables : CEI 60068-2-18, CEI 60512-14-7, CEI 60529.

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.3.6.2 et du Tableau 5 dans des conditions de pluie et de projections d'eau. L'essai est applicable aux compteurs qui sont spécifiés pour les endroits ouverts (H3).

Procédure d'essai : Le compteur est monté sur un support approprié et est soumis à l'impact de l'eau généré soit par un tube oscillant soit par une buse de pulvérisation utilisée pour simuler la pulvérisation ou les projections d'eau.

Conditions d'essai : Le compteur doit être en mode fonctionnement durant l'essai;

Débit (par buse) : 0,07 L/min;

Durée : 10 min;

Angle d'inclinaison : 0° et 180°.

Effets tolérés : Durant l'essai, aucun défaut significatif ne doit se produire.

Immédiatement après l'essai, le compteur doit fonctionner correctement et répondre aux exigences d'exactitudes du Tableau 2.

24 h après l'essai, le compteur doit être soumis à un essai fonctionnel au cours duquel son bon fonctionnement doit être démontré et en répondant aux exigences d'exactitudes du Tableau 2. Il ne doit y avoir aucune preuve de dommage mécanique ou de corrosion pouvant affecter les propriétés fonctionnelles du compteur.

6.4.17 Essai de durabilité

But de l'essai : Vérifier le respect des exigences du 3.8 et du Tableau 5 pour la durabilité.

Procédure d'essai : La procédure d'essai pour la durabilité doit être choisie parmi les normes nationales ou régionales applicables pour la durabilité des compteurs électriques.

Points obligatoires : Pour les mesurages initiaux et finaux, la tension doit être U_{nom} , avec les points d'essai suivants : I_{tr} , $10 I_{tr}$, et I_{max} à PF = 1.

7 Évaluation de type et approbation

Un examen pour l'évaluation de type doit déterminer si un compteur répond à toutes les exigences du chapitre 3, et si la documentation fournie par le fabricant est conforme aux exigences du paragraphe 4.1.

Un compteur ne peut être considéré comme ayant réussi l'examen pour l'approbation de type que si les résultats de l'ensemble des essais de type sont conformes aux exigences mentionnées au chapitre 3. L'incertitude de mesure doit être suffisamment petite pour permettre une discrimination claire entre un succès et un échec. En particulier, une incertitude inférieure au cinquième de l'erreur maximale tolérée donnée pour le point d'essai correspondant doit être obtenue pour les essais décrits dans le chapitre 6.2, sauf indication contraire dans la description de l'essai concerné.

La portée des essais effectués et les sévérités d'essai prises en compte doivent être conformes aux spécifications du fabricant et aux exigences du chapitre 3.

8 Vérification

8.1 Généralités

La vérification peut être effectuée individuellement ou statistiquement. Dans tous les cas, les compteurs doivent être conformes aux exigences de la présente Recommandation. Comme indiqué en 3.3.3, les autorités nationales peuvent spécifier les erreurs maximales tolérées de base pour les vérifications ultérieures et en service. Le programme minimal suivant s'applique à la vérification primitive de tous les compteurs, qu'ils soient vérifiés individuellement ou statistiquement, et à la re-vérification des compteurs qui ont été réparés ou modifiés. Pour la re-vérification individuelle ou statistique de compteurs qui n'ont pas été réparés ou modifiés, le programme peut être modifié et réduit davantage.

Les exigences exactes pour la vérification et le contrôle en service doivent être spécifiés par l'autorité nationale.

8.2 Essai

8.2.1 État d'étalonnage

Vérifier que le système d'essai utilisé a une exactitude suffisante pour vérifier les compteurs en essai, et que l'étalonnage est valide.

8.2.2 Vérification de la conformité

Vérifiez que l'instrument est fabriqué en conformité avec la documentation d'approbation de type.

8.2.3 Préchauffage

Il peut être nécessaire de préchauffer le compteur avant son fonctionnement total. La longueur de la période de préchauffage dépend du type même de l'instrument et doit être déterminée à l'avance. Pendant l'essai d'erreur intrinsèque initiale, le compteur doit être stabilisé à chaque niveau de courant avant les mesurages sur une durée décidée par le fabricant mais inférieure à 5 minutes. L'ordre des points d'essai doit être du courant le plus faible au courant le plus élevé, puis du courant le plus élevé au courant le plus faible. Pour chaque point d'essai, l'erreur qui en résulte est la moyenne de ces mesurages. Pour I_{\max} , le temps de mesure maximum doit être de 10 min en incluant le temps de stabilisation.

8.2.4 Programme d'essai minimal

Le programme d'essai minimal consiste en :

- Vérification à charge nulle;
- Vérification du courant de démarrage;
- Dépendance du courant;
- Vérification du registre.

8.2.4.1 Vérification à charge nulle

Pour cet essai, il n'y a pas de courant dans le circuit de courant. L'essai doit être effectué à U_{nom} .

Pour les compteurs avec une sortie d'essai, la sortie du compteur ne doit pas produire plus d'une impulsion. Pour un compteur électromécanique, le rotor du compteur ne doit pas faire une révolution complète.

La période d'essai minimale Δt doit être telle que spécifiée en 6.2.4.

Un compteur avec plus d'un mode de connexion doit être testé dans tous les modes. Cependant, si l'essai est réalisé *in situ* sur un compteur installé, seul le mode de connexion réel doit être testé.

Pour les compteurs alimentés par transformateur avec des registres primaires assignés où la valeur de k (et éventuellement U_{nom}) sont données comme des valeurs du côté primaire, la constante k (et U_{nom}) doit être recalculée pour correspondre à des valeurs du côté secondaire (de tension et de courant).

8.2.4.2 Vérification du courant de démarrage

L'essai est réalisé à I_{st} et au facteur de puissance unité.

Pour la vérification primitive des compteurs produits suivant un processus fonctionnant en continu entraînant une grande quantité d'unités identiques, il suffit que la courbe d'erreur de I_{st} à I_{min} soit enregistrée sur un lot d'échantillons tous les trois mois pour le type de compteur en question.

Pour la vérification primitive des compteurs produits par d'autres moyens, il sera suffisant de fonctionner en continu lorsque le courant de démarrage est appliqué si le compteur est observé (voir la procédure de test en 6.2.3).

Un compteur avec plus d'un mode de connexion doit être testé dans tous les modes. Cependant, si l'essai est réalisé *in situ* sur un compteur installé, seul le mode de connexion réel doit être testé.

8.2.4.3 Dépendance du courant

Les compteurs doivent se répondre aux exigences d'exactitude du Tableau 2. Ils doivent, au minimum, être contrôlés pour les courants suivants :

- I_{\min} , PF = 1;
- I_{tr} , PF = 1;
- I_{tr} , PF = 0,5 inductif;
- $10 I_{tr}$, PF = 1;
- $10 I_{tr}$, PF = 0,5 inductif;
- I_{\max} , PF = 1;
- I_{\max} , PF = 0,5 inductif.

Dans le cas de compteurs triphasés avec un mode de connexion alternatif monophasé ou qui sont utilisés comme compteurs biphasés, l'essai à charge monophasée est effectué séparément pour chaque phase à :

- $10 I_{tr}$, PF = 1; et
- $10 I_{tr}$, PF = 0,5 inductif.

Pour les compteurs avec des modes de connexion alternatifs, comme les connexions monophasées pour des compteurs polyphasés ou des compteurs utilisés comme des compteurs biphasés, cet essai doit être effectué séparément pour chaque mode de connexion.

8.2.4.4 Vérification du registre

Si les dispositifs de sortie d'essai (impulsion) sont utilisés pour les essais d'exigences d'exactitude, un essai doit être effectué pour assurer que la relation entre le registre de l'énergie de base et le ou les dispositifs de sortie d'essai utilisé(s) sont conformes aux spécifications du fabricant.

L'essai doit être effectué en passant une quantité d'énergie E à travers le compteur, où $E \geq E_{\min}$ spécifié en 6.2.5

L'énergie passée par le compteur doit être calculée en utilisant le nombre d'impulsions du dispositif de sortie d'essai ; la différence relative entre cette énergie et de l'énergie enregistrée doit être déterminée. Cette différence relative ne doit pas être supérieure au dixième de l'erreur maximale tolérée de base.

L'essai doit être réalisé à un seul courant arbitraire $I \geq I_{tr}$.

8.2.5 Scellements

S'il n'y a pas de scellements sur le compteur (par exemple parce qu'ils n'ont pas encore été posés, ou qu'ils ont été retirés au cours des essais de vérification), le compteur doit être scellé en conformité avec les exigences spécifiées par les autorités nationales.

8.3 Conditions de référence pour les vérifications primitives et ultérieures en laboratoire

Les conditions de référence et les conditions de charge pour les vérifications primitives et ultérieures réalisées en laboratoire sont présentées dans les tableaux 16 et 17. Les autorités nationales peuvent spécifier des tolérances plus serrées.

Tableau 16 Conditions de référence et leurs tolérances pour les vérifications initiale et ultérieure

Quantité	Conditions de référence	Tolérance
Tension(s)	U_{nom}	$\pm 2 \%$
Température ambiante	23 °C	$\pm 5 \text{ °C}$
Fréquence	f_{nom}	$\pm 0,5 \%$
Forme d'onde	Sinusoïdale	$d \leq 2 \%$
Champs magnétiques continus d'origine externe à la fréquence de référence	0 T	$B \leq 0,1 \text{ mT}$
Champs électromagnétiques RF 30 kHz – 6 GHz	0 V/m	$< 2 \text{ V/m}$
Position de fonctionnement pour les instruments sensibles à la position	Montage comme indiqué par le fabricant	$\pm 3,0^\circ$
Ordre des phases pour les compteurs polyphasés	L1, L2, L3	-
Équilibre des charges	Courant égal dans tous les circuits de courant	$\pm 5 \%$ et $\pm 5^\circ$

Tableau 17 Conditions de charge et leurs tolérances en essais pour les vérifications initiale et ultérieure

Courant(s)	Étendue de courant du dispositif en essai	Classe A, B : $\pm 10 \%$ Classe C, D : $\pm 10 \%$
Facteur de puissance	Facteur de puissance du dispositif en essai	Différence de phase courant à tension $\pm 5^\circ$

8.4 Exigences supplémentaires pour les vérifications statistiques

Cette section contient des exigences supplémentaires pour la vérification suivant une base statistique.

Note : Les autorités nationales doivent déterminer si l'utilisation de méthodes statistiques est autorisée.

8.4.1 Lot

Un lot est composé de compteurs avec des caractéristiques homogènes. Tous les compteurs qui constituent le lot doivent correspondre à la même approbation de type, et doivent avoir la même année de fabrication.

8.4.2 Échantillons

Les échantillons doivent être prélevés au hasard sur un lot.

8.4.3 Essais statistiques

Le contrôle statistique est basé par attributs. Le système d'échantillonnage doit assurer :

- Un Niveau de Qualité Acceptable (NQA) ne dépassant pas 1 %; et
- Une Qualité Limite (QL) ne dépassant pas 7%.

Le NQA est le pourcentage maximal d'éléments non conformes dans un lot pour lequel le lot a une probabilité de 95 % d'être accepté.

La QL est le pourcentage d'éléments non conformes dans un lot pour lequel le lot a une probabilité maximale de 5 % d'être accepté.

Note : Ces exigences permettent une liberté substantielle pour le programme de vérification. Des exemples sont donnés ci-dessous sur la base d'un lot de 1000 compteurs.

Nombre de compteurs testés	40	70	100	1 000
Nombre maximum de compteurs non conformes	0	1	2	10

8.5 Exigences supplémentaires pour les contrôles en service statistiques

Des lignes directrices pour les contrôles en service de compteurs d'utilité publique sont en cours d'élaboration par OIML TC 3/SC 4 [6].

Annexe A Bibliographie

(Informative)

Réf.	Normes et documents de référence	Description
[1]	OIML D 11 (2004) Exigences générales pour les instruments de mesure électroniques	Lignes directrices pour établir les exigences appropriées d'essais de performances métrologiques pour les grandeurs d'influence qui peuvent affecter les instruments de mesure couverts par des Recommandations Internationales.
[2]	OIML D 31 (2008) Exigences générales pour les instruments de mesure contrôlés par logiciel	Lignes directrices pour établir des exigences appropriées pour les fonctionnalités liées aux logiciels des instruments de mesure couverts par des Recommandations OIML.
[3]	OIML V 2-200 (2012) Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)	Vocabulaire, préparé par un groupe de travail commun constitué d'experts nommés par le BIPM, la CEI, l'IFCC, l'ISO, l'UICPA, l'UIPPA et l'OIML
[4]	OIML V 1 (2000) Vocabulaire international des termes de métrologie légale (VIML)	Le VIML comprend uniquement les concepts utilisés dans le domaine de la métrologie légale. Ces concepts concernent les activités du service de métrologie légale, les documents pertinents ainsi que d'autres problèmes liés à cette activité. Sont également inclus dans ce Vocabulaire certains concepts à caractère général issus du VIM.
[5]	OIML G 1-100 (2008), (GUM) Évaluation des données de mesurage – Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)	Le Guide établit les règles générales pour l'évaluation et l'expression de l'incertitude de mesure, règles prévues pour s'appliquer à un large éventail de mesurages
[6]	OIML TC 3/SC 4, 3 ^{ème} Projet du Comité, 13 juillet 2010 Surveillance des compteurs d'utilité publique en service sur la base d'inspections par échantillonnage	Il s'agit d'un projet de Document OIML qui se rapporte à la méthode et la procédure selon laquelle la période de validité de la vérification des compteurs d'utilité public faisant partie d'un lot défini est étendue si la justesse des compteurs a été prouvée par des inspections par échantillonnage avant l'expiration de la durée de validité de la vérification.
[7]	CEI 60060-1 éd 3.0 (2010) Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales	Cette partie de CEI 60060 est applicable aux : – aux essais diélectriques en tension continue; – aux essais diélectriques en tension alternative; – aux essais diélectriques en tension de choc; – aux essais diélectriques combinant les essais ci-dessus.
[8]	CEI 60068-2-1 (2007) Essais d'environnement, Partie 2-1 : Essais - Essai A : Froid	Cette partie de la CEI 60068 traite des essais de froid applicables à la fois aux spécimens dissipant de l'énergie et à ceux ne dissipant pas d'énergie Le but de l'essai de froid se limite à la détermination de l'aptitude des composants, équipements ou autres articles à être utilisés, transportés ou stockés à une température basse. Les essais de froid concernés par cette norme ne permettent pas de vérifier l'aptitude des spécimens à résister ou à fonctionner pendant les variations de température. Dans ce cas, il serait nécessaire d'utiliser la CEI 60068-2-14.
[9]	CEI 60068-2-2 (2007)	Cette partie de la CEI 60068 traite des essais de chaleur sèche applicables à la fois aux spécimens dissipant de l'énergie et à ceux

	Essais d'environnement, Partie 2-2 : Essais - Essai B : Chaleur sèche	ne dissipant pas d'énergie. Le but de l'essai de chaleur sèche se limite à la détermination de l'aptitude des composants, équipements ou autres articles à être utilisés, transportés ou stockés à une température haute. Ces essais de chaleur sèche ne permettent pas de vérifier l'aptitude des spécimens à résister ou à fonctionner pendant les variations de température. Dans ce cas, il serait nécessaire d'utiliser l'essai N de la CEI 60068-2-14: Variations de température.
[10]	CEI 60068-2-18 (2000) Essais d'environnement, Partie 2-18 : Essais - Essai R et guide : Eau	Cette partie de la CEI 680068 spécifie les méthodes d'essai applicables aux produits qui, pendant leur transport, leur stockage, ou alors qu'ils sont en service, peuvent être soumis à des gouttes d'eau, à des projections d'eau ou à une immersion. Le but premier des essais d'eau est de vérifier l'aptitude des enveloppes, des couvercles et des joints d'étanchéité à maintenir les composants et les matériels en bon état de marche après et, si besoin, pendant un arrosage par des gouttes d'eau normalisés ou une immersion dans l'eau.
[11]	CEI 60068-2-27 Ed. 4.0 (2008) Essais d'environnement, Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs	Cette partie de la CEI 60068 fournit un mode opératoire normalisé pour déterminer l'aptitude d'un spécimen à supporter des chocs répétitifs ou non répétitifs de sévérités spécifiées. Le but de cet essai est de mettre en évidence une défaillance mécanique et/ou une dégradation des performances spécifiées, ou les dommages ou dégradations cumulés dus aux chocs
[12]	CEI 60068-2-30 (2005) Essais d'environnement, Partie 2-30 : Essais - Essai Db : Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)	Cette partie de la CEI 60068 détermine l'aptitude des composants, des matériels ou de tous autres articles destinés à être utilisés et/ou stockés dans des conditions d'humidité relative élevée combinées avec des variations cycliques de température.
[13]	CEI 60068-2-47 (2005) Essais d'environnement, Partie 2-47 : Essais - Essai : Fixation de spécimens pour essais de vibrations, d'impacts et autres essais dynamiques	Cette partie de la CEI 60068 donne les méthodes de fixation pour les produits et les exigences de fixation des matériels et autres articles, pour les séries d'essais dynamiques de la CEI 60068-2, tels que les impacts (Essai E), les vibrations (Essai F) et l'accélération constante (Essai G)
[14]	CEI 60068-2-64 (2008) Essais d'environnement, Partie 2-64 : Essais - Essai Fh : Vibrations aléatoires à large bande et guide	Cette partie de la CEI 60068 a pour objet de démontrer la capacité à résister à des essais de vibrations aléatoires à large bande. Cette norme est applicable à des spécimens qui peuvent être soumis à des vibrations de nature stochastique dues au transport ou à l'environnement rencontré en service, par exemple, à bord d'avions et de véhicules spatiaux ou à bord de véhicules terrestres. Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité, conformément au Guide CEI 104.
[15]	CEI 60068-2-78 (2001) Essais d'environnement. Partie 2-78 : Essais - Essai Cab : Chaleur humide, essai continu	Cette partie de la CEI 60068 fournit une méthode d'essai pour déterminer l'aptitude des produits électrotechniques, composants ou matériels, prévus pour être transportés, stockés et utilisés dans des conditions de forte humidité. Cet essai est principalement destiné à permettre l'observation sur une période prescrite des effets d'une forte humidité, à température constante, sans condensation sur le spécimen.
[16]	CEI 60068-3-1 Ed 2.0 (2011-08) Essais d'environnement, Partie 3 -1: Documentation d'accompagnement et guide – Essais	Cette partie de la CEI 60068 fournit les informations de base pour Essais A : Froid (CEI 68-2-1) et Essais B : Chaleur sèche (CEI 68-2-2). Elle comprend des annexes traitant de l'effet : des dimensions de la chambre sur la température de surface d'un spécimen en l'absence de circulation forcée de l'air; de la circulation d'air sur les

	de froid et de chaleur sèche	conditions dans la chambre et sur les températures de surface des spécimens en essai; des dimensions du fil de sortie et du matériau sur la température de surface d'un composant; des mesures de la température, de la vitesse de l'air et du pouvoir émissif.
[17]	CEI 60068-3-4 (2001) Essais d'environnement, Partie 3-4 : Documentation d'accompagnement et guide – Essais de chaleur humide	Cette partie de la CEI 60068 rassemble les informations nécessaires à l'établissement de spécifications pertinentes, telles que des normes pour les composants ou les matériels, de manière à choisir les essais appropriés et leurs sévérités pour des produits particuliers et, dans certains cas, pour des types d'application donnés. Le but de ces essais de chaleur humide est de déterminer l'aptitude des produits à supporter les contraintes d'un environnement à forte humidité relative, avec ou sans condensation, et en accordant une attention particulière aux variations de leurs caractéristiques électriques et mécaniques. Les essais de chaleur humide peuvent aussi être appliqués en vue de vérifier la résistance d'un spécimen à certaines formes d'attaque par corrosion.
[18]	CEI 60512-14-7 (1997) Composants électromécaniques pour équipements électroniques – Procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 14: Essais d'étanchéité – Section 7: Essai 14g : Projection d'eau	Elle définit une méthode d'essai normalisée pour vérifier les conséquences de projections d'eau ou de fluide spécifié sur des dispositifs de connexion électrique.
[19]	CEI 60529 (2001), Corrigenda CEI 60529-cor1 (2003), CEI 60529-cor2 (2007) et CEI 60529 Cor.3 (2009-10) Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)	Elle s'applique à la classification des degrés de protection procurés par les enveloppes pour les matériels électriques de tension assignée inférieure ou égale à 72,5 kV. Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité, conformément au Guide CEI 104.
[20]	CEI 61000-4-1 (2006) Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-1 : Techniques d'essai et de mesure – Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4	Elle donne une aide aux utilisateurs et aux fabricants de matériels électroniques sur l'application des normes CEM de la série CEI 61000-4 sur les techniques de mesurages et d'essais. Elle fournit des recommandations générales concernant le choix des essais pertinents.
[21]	CEI 61000-4-2 (2008) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-2 : Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité aux décharges électrostatiques.	Cette partie de la CEI 61000 se rapporte aux exigences et méthodes d'essais relatives à l'immunité des matériels électriques et électroniques, soumis à des décharges d'électricité statique produites directement par les opérateurs, et entre le personnel et des objets situés à proximité. Elle définit en outre des gammes de niveaux d'essais, qui correspondent à différentes conditions d'environnement et d'installation et elle établit des procédures d'essai. Elle a pour objet d'établir une base commune et reproductible pour l'évaluation des performances des matériels électriques et électroniques lorsqu'ils sont soumis à des décharges électrostatiques. Elle intègre également les décharges électrostatiques qui peuvent apparaître entre le personnel et des objets situés à proximité de matériels vitaux.
[22]	CEI 61000-4-3 (2010). Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-3 : techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques.	Cette partie de la CEI 61000 traite de l'immunité des matériels électriques et électroniques à l'énergie électromagnétique rayonnée. Elle définit les niveaux d'essai et les procédures d'essai nécessaires. Elle établit une référence commune d'évaluation des performances des matériels électriques et électroniques soumis à des champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques.

[23]	CEI 61000-4-4 (2012) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-4 : techniques d'essai et de mesure - Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves.	Elle établit une référence commune et reproductible dans le but d'évaluer l'immunité des matériels électriques et électroniques, quand ils sont soumis aux transitoires électriques rapides en salves sur les accès d'alimentation, de signal, de commande et de terre. La méthode d'essai documentée dans cette partie de la CEI 61000-4 décrit une méthode cohérente d'évaluation de l'immunité d'un matériel ou système vis-à-vis d'un phénomène défini.
[24]	CEI 61000-4-5 (2005), cor. 1 (10-2009) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-5 : Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité aux ondes de choc	Elle se rapporte aux exigences d'immunité pour les matériels, aux méthodes d'essai et à la gamme des niveaux d'essai recommandés, vis-à-vis des ondes de choc unidirectionnelles provoquées par des surtensions dues aux transitoires de foudre et de manœuvres. Elle définit plusieurs niveaux d'essai se rapportant à différentes conditions d'environnement et d'installation. Ces exigences sont développées pour les matériels électriques et électroniques et leur sont applicables. Cette norme établit une référence commune d'évaluation des performances des matériels, lorsque leurs lignes d'alimentation et d'interconnexion sont soumises à des perturbations de grande énergie.
[25]	CEI 61000-4-6 (2008) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-6 : Techniques d'essai et de mesure - Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques.	Elle se rapporte aux exigences relatives à l'immunité en conduction des équipements électriques et électroniques aux perturbations électromagnétiques provoquées par des émetteurs destinés à des radiofréquences (RF), dans la plage de fréquences de 9 kHz à 80 MHz. Les matériels n'ayant pas au moins un câble conducteur (tel que cordons d'alimentation, lignes de transmission de signaux ou connexions de mise à la terre) pouvant coupler les matériels aux champs RF perturbateurs ne sont pas concernés par cette norme.
[26]	CEI 61000-4-8, Ed. 2.0 (09-2009) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-11 : Techniques d'essai et de mesure - Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension	Elle traite des exigences en matière d'immunité des matériels, uniquement dans les conditions d'utilisation, contre les perturbations magnétiques à des fréquences relatives aux : – locaux résidentiels et commerciaux; – installations industrielles et centrales électriques; et – postes moyenne et haute tension.
[27]	CEI 61000-4-11 (2004) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-11 : Techniques d'essai et de mesure - Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension.	Elle définit les méthodes d'essai d'immunité ainsi que la gamme des niveaux d'essais préférés pour les matériels électriques et électroniques connectés à des réseaux d'alimentation basse tension pour les creux de tension, les coupures brèves et les variations de tension. Elle s'applique aux matériels électriques et électroniques dont le courant nominal d'entrée ne dépasse pas 16 A par phase et destinés à être reliés à des réseaux électriques alternatifs de 50 Hz ou 60 Hz.
[28]	CEI 61000-4-12 (2006) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-12 : Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes oscillatoires	Elle traite des méthodes d'essai des matériels électriques et électroniques dans leurs conditions d'exploitation et des exigences en matière d'immunité contre les oscillations transitoires amorties non répétitives (ondes sinusoïdales amorties) se manifestant sur les alimentations basse tension ainsi que sur les lignes de commande et de signal raccordées aux réseaux publics ou privés.

[29]	CEI 61000-6-1(2005) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6-1 : Normes génériques - Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère	Elle définit les exigences d'essai d'immunité en rapport à des perturbations continues et transitoires, conduites et rayonnées, y compris les décharges électrostatiques, pour les appareils électriques et électroniques destinés à être utilisés en milieu résidentiel, commercial et industriel léger, et pour lesquels aucune norme d'immunité dédiée à un produit ou à une famille de produits n'existe. Les exigences d'immunité dans la gamme de fréquences 0 kHz - 400 GHz sont couvertes et sont spécifiés pour chaque port considéré. Cette norme s'applique aux appareils destinés à être raccordés directement au réseau public d'alimentation basse tension ou à une source de courant continu spécifique destinée à servir d'interface entre l'appareil et le réseau public d'alimentation basse tension.
[30]	CEI 61000-6-2 (2005) Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6-2 : Normes génériques - Immunité pour les environnements industriels	Elle s'applique aux appareils électriques et électroniques destinés à être utilisés en milieu résidentiel, commercial et industriel léger et pour lesquels aucune norme d'immunité dédiée à un produit ou à une famille de produits n'existe. Les exigences d'immunité dans la gamme de fréquences 0 kHz - 400 GHz sont couvertes et sont spécifiées pour chaque port considéré. Les appareils destinés à être utilisés dans des sites industriels sont caractérisés par l'existence d'un ou de plusieurs éléments suivants: - un réseau électrique alimenté par un transformateur de puissance haute ou moyenne tension dédié à la fourniture d'une installation qui alimente une usine de production ou équivalent ; - des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) ; - des commutations fréquentes de charges inductives ou capacitatives importantes ; - des valeurs élevées des courants et des champs magnétiques associés.
[31]	CEI 62052-11 (2003) Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions générales, essais et conditions d'essai – Partie 11 : Équipement de comptage	Elle couvre les essais de type pour équipements de comptage d'électricité neufs de type intérieur et extérieur, destinés à la mesure de l'énergie électrique sur des réseaux de fréquence de 50 Hz ou 60 Hz, et avec une tension jusqu'à 600 V. Elle n'est applicable qu'aux compteurs électromécaniques ou statiques de types intérieur et extérieur constitués d'un élément de mesure et d'un (des) élément(s) indicateur(s) rassemblés dans un même boîtier. Elle s'applique également à (aux) l'indicateur(s) de fonctionnement et au(x) dispositif(s) de sortie d'essai.
[32]	CEI 62053-52 (2005) Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 52 : Symboles	Elle est applicable aux symboles littéraux et graphiques destinés au marquage et à l'identification des fonctions des compteurs électromécaniques ou statiques d'énergie électrique à courant alternatif, ainsi que de leurs dispositifs auxiliaires. Les symboles indiqués dans cette norme doivent être marqués sur la plaque signalétique, sur le cadran, sur des plaques extérieures ou sur les accessoires, ou alternativement être visualisés sur l'afficheur du compteur.
[33]	CEI 62054-21 (2005) Équipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Tarification et contrôle de charge – Partie 21 : Prescriptions particulières pour	Elle spécifie des exigences particulières pour les horloges de tarification intérieures nouvellement fabriquées avec réserve de fonctionnement qui sont utilisées pour commander des charges électriques, des registres multi-tarifs et des dispositifs de demande maximale d'un équipement de comptage d'électricité.

	horloges de tarification	
[34]	ISO 4892-3 Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 3: Lampes fluorescentes UV	Elle spécifie des méthodes pour l'exposition d'éprouvettes à des rayonnements fluorescents UV et à un appareillage à l'eau pour reproduire les effets du vieillissement qui interviennent lorsque des matériaux sont exposés à la lumière du jour dans des environnements d'utilisation finale réelle, ou à la lumière du jour à travers un vitrage de fenêtre

Annexe B

Estimation des erreurs combinées

(Informative)

B.1 Estimation de l'erreur maximale tolérée combinée, basée sur les exigences de la présente Recommandation

Cette recommandation permet une erreur maximale tolérée de base plus un décalage d'erreur causé par des grandeurs d'influence. L'erreur réelle d'un compteur conforme en utilisation pourrait donc dépasser l'erreur maximale tolérée de base. Il est nécessaire d'estimer une erreur maximale admissible globale qui indique la plus grande erreur qui peut raisonnablement être attribuée à un type de compteur conforme à la présente Recommandation. Cela suppose l'estimation des erreurs de mesurage d'un compteur choisi arbitrairement dans les conditions assignées de fonctionnement.

Toutefois, additionner de manière algébrique l'erreur maximale tolérée de base et tous les décalages d'erreur donnerait une estimation trop pessimiste de l'incertitude de mesurage, cela pour deux raisons. Pour un ensemble arbitraire de valeurs de facteur d'influence, certains des décalages d'erreur seront faibles et certains auront probablement des signes opposés, tendant à s'annuler mutuellement. En outre, le compteur électrique est un dispositif d'intégration, par conséquent les erreurs causées par les grandeurs d'influence seront moyennées dans une certaine mesure puisque les valeurs des facteurs d'influence varient dans le temps.

Si nous faisons les hypothèses suivantes :

- a) l'effet d'intégration peut être ignoré,
- b) aucun effet des facteurs d'influence n'est corrélé avec un autre;
- c) les valeurs des grandeurs d'influence sont plus susceptibles d'être proches des valeurs de référence que des limites des conditions assignées de fonctionnement;
- d) les grandeurs d'influence et les effets des facteurs d'influence peuvent être considérés comme des distributions gaussiennes, et donc une valeur de moitié du décalage d'erreur maximal toléré peut être utilisée pour l'incertitude type,

puis l'erreur maximale tolérée combinée (en supposant un facteur d'élargissement de deux correspondant à une probabilité de couverture d'environ 95 %) peut être estimée en utilisant la formule⁽¹⁾ :

$$v = 2 * \sqrt{\frac{v_{base}^2}{4} + \frac{v_{tension}^2}{4} + \frac{v_{fréquence}^2}{4} + \frac{v_{déséquilibre}^2}{4} + \frac{v_{harmonique}^2}{4} + \frac{v_{température}^2}{4}}$$

où :

v_{base} est l'erreur maximale tolérée de base;

$v_{tension}$ est le décalage d'erreur maximal toléré pour la variation de tension;

$v_{fréquence}$ est le décalage d'erreur maximal toléré pour la variation de; fréquence;

$v_{déséquilibre}$ est le décalage d'erreur maximal toléré pour la variation du déséquilibre;

$v_{harmonique}$ est le décalage d'erreur maximal toléré pour la variation du contenu des harmoniques;

$v_{température}$ est le décalage d'erreur maximal toléré pour la variation de température.

Note (1) : Ceci est en ligne avec l'ISO Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)

B.2 Estimation de l'erreur combinée, basée sur les résultats d'essais de type et les conditions spécifiques

B.2.1 Méthode 1

L'erreur maximale combinée peut également être estimée pour un type de compteur particulier en utilisant les résultats des essais de type. Les résultats des essais de type peuvent souvent montrer une variation inférieure à celle requise par la présente Recommandation, conduisant à une valeur inférieure assurée pour l'erreur maximale globale.

En maintenant l'hypothèse d'une distribution gaussienne valide, l'erreur maximale combinée peut alors être estimée à partir d'une combinaison des résultats d'essais en utilisant la formule⁽³⁾ :

$$e_{c(p,i)} = \sqrt{(e^2(P_{p,I_i}) + \delta e_{p,i}^2(T) + \delta e_{p,i}^2(U) + \delta e_{p,i}^2(f))}$$

où :

Pour chaque courant I_i et chaque facteur de puissance PF_p

0 $e(PF_p, I_i)$ est l'erreur intrinsèque de l'appareil mesuré au cours des essais, à courant I_i et facteur de puissance PF_p

1 $\delta e_{p,i}(T)$, $\delta e_{p,i}(U)$, $\delta e_{p,i}(f)$ sont les erreurs supplémentaires maximales mesurées au cours de l'essai, lorsque la température, la tension et la fréquence sont respectivement variés sur toute l'étendue spécifiée dans les conditions assignées de fonctionnement, à courant I_i et facteur de puissance PF_p

B.2.2 Méthode 2

Dans l'hypothèse où une distribution gaussienne n'est plus valide, une distribution rectangulaire doit plutôt être supposée pour les effets des facteurs d'influence.

Ainsi, l'erreur maximale combinée peut alors être estimée à partir d'une combinaison des résultats d'essais en utilisant la formule⁽³⁾ :

$$e_c = 2 * \sqrt{\frac{e_b^2}{3} + \frac{e_{tension}^2}{3} + \frac{e_{fréquence}^2}{3} + \frac{e_{déséquilibre}^2}{3} + \frac{e_{harmonique}^2}{3} + \frac{e_{température}^2}{3}}$$

où :

e_{base} est l'erreur maximale obtenue dans l'essai relatif à l'erreur maximale de base, en tenant compte de l'incertitude de mesurage de l'essai de type⁽²⁾;

$e_{tension}$ est le décalage d'erreur maximal obtenu dans l'essai relatif à la variation de tension, en tenant compte de l'incertitude de mesurage de l'essai de type;

$e_{fréquence}$ est le décalage d'erreur maximal obtenu dans l'essai relatif à la variation de fréquence, en tenant compte de l'incertitude de mesurage de l'essai de type;

$e_{déséquilibre}$ est le décalage d'erreur maximal obtenu dans l'essai relatif à la variation de déséquilibre, en tenant compte de l'incertitude de mesurage de l'essai de type;

$e_{harmonique}$ est le décalage d'erreur maximal obtenu dans l'essai relatif à la variation du contenu des harmoniques, en tenant compte de l'incertitude de mesurage de l'essai de type;

$e_{température}$ est le décalage d'erreur maximal obtenu dans l'essai relatif à la variation de température, en tenant compte de l'incertitude de mesurage de l'essai de type.

Note (2) : L'incertitude de mesurage doit être incluse dans chaque composante e_i de l'erreur globale. Lorsqu'un terme est une valeur connue et l'autre une incertitude, ils ne peuvent pas être considérés comme deux distributions statistiques non corrélées, et doivent donc être ajoutés algébriquement.

Note (3) : Les composants contribuant à l'erreur combinée peuvent être choisis par les autorités nationales ou régionales et doivent au moins comprendre : e_{base} , $e_{\text{fréquence}}$, $e_{\text{température}}$ et e_{tension} .

Les effets de corrélations entre les facteurs, tels les profils de charge et la variation de température ambiante, sur l'exactitude des compteurs n'ont pas été inclus dans les calculs ci-dessus, mais pourraient être modélisés dans des situations appropriées, le cas échéant.

Annexe C

Questions législatives

(Informative)

C.1 Considérations législatives

Il serait impossible de développer cette Recommandation pour s'adapter à chacun et à la grande variété des situations et des applications des compteurs qui existent dans le monde entier. Il est donc inévitable que certaines questions puissent avoir besoin d'être traitées par les autorités nationales ou au niveau régional.

Une manière dont la présente Recommandation vise à fournir un équilibre approprié entre la flexibilité et l'uniformité consiste à donner des options pour un certain nombre de conditions, telles que :

- a) la tension nominale;
- b) la fréquence nominale;
- c) la température assignée;
- d) le niveau de protection contre l'eau et l'humidité;
- e) le niveau de protection contre les tensions de choc;
- f) le traitement du sens du flux de l'énergie.

Il convient de noter que dans certains pays ou régions, la législation locale peut aussi inclure des exigences spécifiques relatives à des questions telles que :

- g) l'interface électrique;
- h) le boîtier et l'interface mécanique.

Il convient également de noter que, bien que le courant maximal soit le plus souvent défini par les caractéristiques de l'installation, la valeur du courant de transition et/ou le rapport entre le courant maximal et le courant de transition sont importants pour les clients finaux ayant une faible consommation d'énergie, étant donné que ces clients pourraient subir d'importantes erreurs de mesure relatives si le courant de charge est inférieur au courant de transition la plus grande partie du temps. Il est donc recommandé de choisir les valeurs de I_{tr} et I_{max} à partir du tableau 18.

Tableau 18 Étendues privilégiées de courant

Type de connexion du compteur	Valeurs privilégiées de I_{tr} et I_{max} (Ampères)	Autres valeurs de I_{tr} et I_{max} (Ampères)
Branchement direct	Valeurs I_{tr} de référence : 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 3. Valeurs I_{max} de référence : 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 200, 320	Autres valeurs I_{tr} : 0,75, 1,5, 2,5, 4, 5 Autres valeurs I_{max} : 30, 50, 160
Connexion par transformateur(s) de courant	Valeurs I_{tr} de référence : 0,05, 0,1, 0,25 Valeurs I_{max} de référence : 1,2, 1,5, 2, 2,4, 3, 4, 6, 7,5, 10, 20	Autres valeurs I_{tr} : 0,125 Autres valeurs I_{max} : 3,75, 5

Note 1 : L'étendue de courant d'un compteur alimenté par transformateur devrait être compatible avec l'étendue de courant des transformateurs de courant.

Note 2 : Le législateur peut prescrire la valeur maximale admissible I_{tr} , prescrire une étendue de courant minimale ou un rapport minimal entre I_{max} et I_{tr} . Ceux-ci peuvent être prescrits comme des valeurs absolues ou des valeurs basées sur la demande de puissance typique pour certains types de clients, etc.

C.1.1 Choix de la classe d'exactitude

Les compteurs les plus exacts doivent être utilisés lors du mesurage d'importants flux d'électricité afin de minimiser l'impact économique des erreurs de mesurage inévitables. Quand des compteurs de classe A peuvent être acceptables pour les situations impliquant une faible consommation d'énergie, les indices de classes supérieures doivent être utilisés lorsque des taux plus élevés de consommation d'énergie sont en jeu.

L'exactitude du compteur sera indépendante des caractéristiques du réseau électrique pour la plupart des modes de connexion des compteurs. Cependant, il peut être nécessaire d'évaluer l'influence des caractéristiques du réseau, en particulier pour les compteurs avec des indices d'une classe supérieure, dans les cas où il y a des hypothèses sous-jacentes de symétrie du réseau et/ou de manque de courants de fuite. Il est possible que les contributions à l'erreur globale de mesurage dues aux caractéristiques du réseau dans de telles situations puissent être plus grandes que les contributions du compteur lui-même, en particulier à une plus grande exactitude; il peut donc être opportun de limiter l'utilisation de modes de connexion de ce type.

C.1.2 Sujets non couverts par le champ d'application de cette Recommandation

Cette Recommandation est limitée à la description des exigences métrologiques pertinentes d'un compteur électrique et ne couvre donc pas certains sujets qui peuvent ou doivent être réglementés par la législation, tels que :

- a) les émissions CEM;
- b) la sécurité électrique et la sécurité des personnes;
- c) la sécurité des protocoles de communication et les manipulations a posteriori des résultats de mesure.