

## Transformateurs de mesure

### Partie 4 : Exigences supplémentaires concernant les transformateurs combinés

- E : Instrument transformers -  
Part 4: Additional requirements for combined transformers
- D : Messwandler -  
Teil 4: Zusätzliche Anforderungen an kombinierte Wandler
- 

### **Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général d'AFNOR.

Remplace la norme homologuée NF EN 60044-3 (C 42-544-3)  
d'août 2003 qui reste en vigueur jusqu'en décembre 2016.

---

**Correspondance** La Norme européenne EN 61869-4:2014 a le statut d'une Norme française et reproduit intégralement la Norme internationale IEC 61869-4:2013 avec son corrigendum d'août 2014.

---

**Résumé** Le présent document s'applique aux transformateurs combinés de fabrication récente destinés à être utilisés avec des instruments de mesure électriques et des appareils de protection électriques, à des fréquences comprises entre 15 Hz et 100 Hz.

Il doit être lu conjointement avec la NF EN 61869-1 de décembre 2009, la NF EN 61869-2 de mai 2013 et la NF EN 61869-3 de juin 2012.

Le présent document entre dans le champ d'application de la Directive Basse Tension n° 2006/95/CE du 12/12/2006 et de la Directive Compatibilité Electromagnétique n° 2004/108/CE du 15/12/2004.

**Descripteurs** Matériel électrique, appareil de mesure électrique, transformateur de mesure, appareil combiné, transformateur de courant, transformateur de tension, dispositif de protection, définition, niveau d'isolement, puissance électrique, conception, caractéristique de construction, échauffement, marquage, plaque signalétique, essai, liste, essai de type, essai d'échauffement, essai au choc électrique, essai individuel, précision.

---

**Modifications** Par rapport au document remplacé, révision qui inclut des modifications techniques majeures.

### **Corrections**

---

## La norme

---

**La norme** est destinée à servir de base dans les relations entre partenaires économiques, scientifiques, techniques et sociaux.

La norme par nature est d'application volontaire. Référencée dans un contrat, elle s'impose aux parties. Une réglementation peut rendre d'application obligatoire tout ou partie d'une norme.

**La norme est un document élaboré par consensus** au sein d'un organisme de normalisation par sollicitation des représentants de toutes les parties intéressées. Son adoption est précédée d'une enquête publique.

La norme fait l'objet d'un examen régulier pour évaluer sa pertinence dans le temps.

Toute norme est réputée en vigueur à partir de la date présente sur la première page.

---

## Pour comprendre les normes

---

L'attention du lecteur est attirée sur les points suivants :

Seules les formes verbales **doit et doivent** sont utilisées pour exprimer une ou des exigences qui doivent être respectées pour se conformer au présent document. Ces exigences peuvent se trouver dans le corps de la norme ou en annexe qualifiée de "normative". Pour les méthodes d'essai, l'utilisation de l'infinitif correspond à une exigence.

Les expressions telles que, **il convient et il est recommandé** sont utilisées pour exprimer une possibilité préférée mais non exigée pour se conformer au présent document. Les formes verbales **peut et peuvent** sont utilisées pour exprimer une suggestion ou un conseil utiles mais non obligatoires, ou une autorisation.

En outre, le présent document peut fournir des renseignements supplémentaires destinés à faciliter la compréhension ou l'utilisation de certains éléments ou à en clarifier l'application, sans énoncer d'exigence à respecter. Ces éléments sont présentés sous forme de **notes ou d'annexes informatives**.

---

## Commission de normalisation

---

Une commission de normalisation réunit, dans un domaine d'activité donné, les expertises nécessaires à l'élaboration des normes françaises et des positions françaises sur les projets de norme européenne ou internationale. Elle peut également préparer des normes expérimentales et des fascicules de documentation.

**Si vous souhaitez commenter ce texte, faire des propositions d'évolution ou participer à sa révision**, adressez-vous à [norminfo@afnor.org](mailto:norminfo@afnor.org)

La composition de la commission de normalisation qui a élaboré le présent document est donnée ci-après. Lorsqu'un expert représente un organisme différent de son organisme d'appartenance, cette information apparaît sous la forme : organisme d'appartenance (organisme représenté).

---

## **Transformateurs de mesure**

## **AFNOR/UF 38**

---

### **Liste des organismes représentés dans la commission de normalisation**

Secrétariat : AFNOR

EDF

GIMELEC

RTE

SADTEM

-----

## AVANT-PROPOS NATIONAL

*Ce document constitue la version française complète de la Norme européenne EN 61869-4:2014 qui reproduit le texte de la publication IEC 61869-4:2013 avec son corrigendum d'août 2014.*

*Les modifications du CENELEC (dans le présent document, l'annexe ZA uniquement) sont signalées par un trait vertical dans la marge gauche du texte.*

*Cette Norme française fait référence à des Normes internationales. Quand une Norme internationale citée en référence a été entérinée comme Norme européenne, ou bien quand une Norme d'origine européenne existe, la Norme française issue de cette Norme européenne est applicable à la place de la Norme internationale.*

*Le Comité Français a voté favorablement au CENELEC sur le projet d'EN 61869-4, le 24 octobre 2013.*

---

Version française

Transformateurs de mesure - Partie 4: Exigences  
supplémentaires concernant les transformateurs combinés  
(CEI 61869-4:2013)

Messwandler - Teil 4: Zusätzliche Anforderungen an  
kombinierte Wandler  
(IEC 61869-4:2013)

Instrument transformers - Part 4: Additional requirements  
for combined transformers  
(IEC 61869-4:2013)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2013-12-24. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à cette Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du CEN-CENELEC Management Centre ou auprès des membres du CENELEC.

La présente Norme Européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au CEN-CENELEC Management Centre, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelles

## Avant-propos

Le texte du document 38/468/FDIS, future édition 1 de la CEI 61869-4, préparé par le CE 38 de la CEI, "Transformateurs de mesure", a été soumis au vote parallèle CEI-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN 61869-4:2014.

Les dates suivantes sont fixées :

- date limite à laquelle ce document (dop) 2014-12-06 doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement
- date limite à laquelle les normes (dow) 2016-12-24 nationales conflictuelles doivent être annulées

Ce document remplace l'EN 60044-3:2003.

La présente Partie 4 doit être lue conjointement avec l'EN 61869-1:2009, *Exigences générales*, l'EN 61869-2:2012, *Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant*, et l'EN 61869-3:2011, *Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension*, sur lesquelles elle est basée. Le lecteur est toutefois encouragé à utiliser l'édition la plus récente de ces documents.

Cette Partie 4 suit la structure des EN 61869-1, EN 61869-2 et EN 61869-3 et complète ou modifie leurs articles correspondants.

Lorsqu'un paragraphe particulier de la Partie 1, 2 ou 3 n'est pas mentionné dans cette Partie 4, cet paragraphe s'applique pour autant qu'il est raisonnable. Lorsque la présente norme spécifie "addition", "modification" ou "remplacement", le texte correspondant de la Partie 1, 2 ou 3 doit être adapté en conséquence.

Pour les articles, paragraphes, figures, tableaux, annexes ou notes supplémentaires, le système de numérotation suivant est utilisé:

- les articles, paragraphes, tableaux et figures numérotés à partir de 401 s'ajoutent à ceux de la Partie 1, 2 et 3;
- les annexes supplémentaires sont désignées 4A, 4B, etc.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CENELEC [et/ou le CEN] ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

La présente norme couvre les éléments principaux des objectifs de sécurité pour des équipements électriques conçus pour être utilisés sous certaines limites de tension (DBT - 2006/95/CE).

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	2
1 Domaine d'application.....	4
2 Références normatives .....	4
3 Termes, définitions et abréviations .....	4
4 Conditions de service normales et spéciales .....	7
5 Caractéristiques assignées .....	7
6 Conception et construction.....	8
7 Essais .....	9
8 Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'exploitation et la maintenance .....	17
9 Sécurité.....	17
10 Influence des produits sur l'environnement naturel .....	17
Annexe 4A (normative) Influence mutuelle des transformateurs de courant et de tension .....	18
Annexe ZA (normative) Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes .....	20
Figure 401 – Construction géométrique du circuit .....	12
Figure 402 – Mesure 4 .....	15
Figure 403 – Mesure 5 .....	15
Figure 404 – Diagramme d'erreur d'un transformateur de tension de classe 0,2 .....	15
Figure 405 – Diagramme d'erreur d'un transformateur de courant de classe 0,2 à 5 % du courant assigné .....	16
Figure 4A.1 – Conducteur de courant et champ magnétique influençant un transformateur de tension .....	19
Tableau 10 – Liste des essais .....	9

## TRANSFORMATEURS DE MESURE –

### Partie 4: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs combinés

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61869 s'applique aux transformateurs combinés de fabrication récente destinés à être utilisés avec des instruments de mesure électriques et des appareils de protection électriques, à des fréquences comprises entre 15 Hz et 100 Hz.

Les exigences et les essais de cette norme, en complément des exigences et des essais de la CEI 61869-1, la CEI 61869-2 et la CEI 61869-3, couvrent les transformateurs de courant et les transformateurs inductifs de tension qui sont nécessaires pour les transformateurs combinés de mesure.

#### 2 Références normatives

L'Article 2 de la CEI 61869-1:2007 s'applique, avec les modifications suivantes:

*Addition:*

CEI 60028, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

CEI 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 61869-1:2007, *Transformateurs de mesure – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61869-2:2012, *Transformateurs de mesure – Partie 2: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant*

CEI 61869-3:2011, *Transformateurs de mesure – Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension*

#### 3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 61869-1:2007, la CEI 61869-2:2012 et la CEI 61869-3:2011, ainsi que les suivants s'appliquent.

##### 3.1 Définitions générales

###### 3.1.401

###### **transformateur combiné de mesure**

transformateur de mesure composé d'un transformateur de courant et d'un transformateur de tension logés dans la même enveloppe



### **3.1.402**

#### **erreur du transformateur de tension**

$\varepsilon_v$

erreur de rapport du transformateur de tension, déterminée avec le transformateur de courant déconnecté

### **3.1.403**

#### **déphasage du transformateur de tension**

$\delta_v$

déphasage du transformateur de tension, déterminé avec le transformateur de courant déconnecté

### **3.1.404**

#### **tension induite par le courant thermique permanent assigné**

$U_v$

tension induite par le courant thermique permanent assigné du transformateur de courant dans le transformateur de tension, définie comme une mesure de la variation maximale de l'erreur de tension

### **3.1.405**

#### **plus grande variation de l'erreur de tension**

$\Delta\varepsilon_v$

plus grande variation possible de l'erreur de rapport du transformateur de tension, due à la tension induite par le courant thermique permanent assigné du transformateur de courant

### **3.1.406**

#### **plus grande variation du déphasage**

$\Delta\delta_v$

plus grande variation possible du déphasage du transformateur de tension, due à la tension induite par le courant thermique permanent assigné du transformateur de courant

### **3.1.407**

#### **valeur absolue des variations de l'erreur de tension**

$\varepsilon'_v$

somme des valeurs absolues de l'erreur de rapport du transformateur de tension et de la plus grande variation de l'erreur de tension obtenue à une tension spécifiée

### **3.1.408**

#### **valeur absolue des variations du déphasage du transformateur de tension**

$\delta'_v$

somme des valeurs absolues du déphasage du transformateur de tension et de la plus grande variation du déphasage obtenue à une tension spécifiée

### **3.1.409**

#### **tension induite au courant thermique de courte durée assigné**

$U_e$

tension induite par le courant thermique de courte durée du transformateur de courant dans le transformateur de tension, et marquée sur la plaque signalétique

### **3.1.410**

#### **erreur du transformateur de courant**

$\varepsilon_i$

erreur de rapport du transformateur de courant, déterminée avec le transformateur de tension non excité

**3.1.411****déphasage du transformateur de courant** $\delta_i$ 

déphasage du transformateur de courant, déterminé avec le transformateur de tension non excité

**3.1.412****tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif** $U_i$ 

tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif, due à la tension appliquée au transformateur de tension, et définie comme une mesure de la variation maximale de l'erreur de courant

**3.1.413****plus grande variation de l'erreur de courant** $\Delta \varepsilon_i$ 

plus grande variation possible de l'erreur de rapport du transformateur de courant, due à la tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif

**3.1.414****plus grande variation du déphasage** $\Delta \delta_i$ 

plus grande variation possible du déphasage du transformateur de courant, due à la tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif

**3.1.415****valeur absolue des variations de l'erreur de courant** $\varepsilon'_i$ 

somme des valeurs absolues de l'erreur de rapport du transformateur de courant et de la plus grande variation de l'erreur de courant obtenue à un courant spécifié

**3.1.416****valeur absolue des variations du déphasage du transformateur de courant** $\delta'_i$ 

somme des valeurs absolues du déphasage du transformateur de courant et de la plus grande variation du déphasage obtenue à un courant spécifié

**3.7 Index des abréviations et symboles**

*Remplacement:*

$\varepsilon_v$	erreur du transformateur de tension
$\delta_v$	déphasage du transformateur de tension
$U_v$	tension induite par le courant thermique permanent assigné
$\Delta \varepsilon_v$	plus grande variation de l'erreur de tension
$U_{sr}$	tension secondaire assignée
$\Delta \delta_v$	plus grande variation du déphasage du transformateur de tension
$\varepsilon'_v$	valeur absolue des variations de l'erreur de tension
$\delta'_v$	valeur absolue des variations du déphasage du transformateur de tension
$I_{th}$	courant thermique de courte durée assigné
$I_{cth}$	courant thermique permanent assigné
$U_e$	tension induite au courant thermique de courte durée assigné
$\varepsilon_i$	erreur du transformateur de courant

$\delta_i$	déphasage du transformateur de courant
$U_i$	tension générée dans le transformateur de courant par courant capacitif
$\Delta \varepsilon_i$	plus grande variation de l'erreur de courant
$\Delta \delta_i$	plus grande variation du déphasage du transformateur de courant
$\varepsilon'_i$	valeur absolue des variations de l'erreur de courant
$\delta'_i$	valeur absolue des variations du déphasage du transformateur de courant
$I_{sr}$	courant secondaire assigné

## 4 Conditions de service normales et spéciales

L'Article 4 de la CEI 61869-1:2007 s'applique.

## 5 Caractéristiques assignées

L'Article 5 de la CEI 61869-1:2007, l'Article 5 de la CEI 61869-2:2012 et l'Article 5 de la CEI 61869-3:2011 s'appliquent avec les modifications suivantes:

*Paragraphe complémentaire:*

### 5.401 Exigences supplémentaires concernant les transformateurs combinés de mesure et de protection

#### 5.401.1 Généralités

Les limites d'erreur applicables aux transformateurs combinés de mesure doivent correspondre aux exigences concernant les transformateurs de courant de mesure indiquées en 5.6.201 de la CEI 61869-2:2012, ainsi qu'aux exigences concernant les transformateurs de tension de mesure indiquées en 5.6.301 de la CEI 61869-3:2011. Les limites d'erreur applicables aux transformateurs combinés de protection doivent correspondre aux exigences concernant les transformateurs de courant pour protection, indiquées en 5.6.202 de la CEI 61869-2:2012, ainsi qu'aux exigences concernant les transformateurs de tension de protection indiquées en 5.6.302 de la CEI 61869-3:2011.

#### 5.401.2 Influence mutuelle

Lorsque le transformateur de courant fonctionne entre 5 % du courant assigné et le courant thermique permanent assigné, le transformateur de tension ne doit pas dépasser les limites d'erreur de tension et de déphasage correspondant à sa classe dans la plage de charge spécifiée, ainsi qu'entre 80 % et 120 % de la tension assignée.

Lorsque le transformateur de tension fonctionne entre 80 % de la tension assignée et la tension assignée multipliée par le facteur de tension assigné, le transformateur de courant ne doit pas dépasser les limites d'erreur de courant et de déphasage dans la plage de courant correspondant à sa classe et dans la plage de charge spécifiée.

Voir les articles 7.2.6.401 et 7.2.6.402 et l'annexe 4A.

## 6 Conception et construction

L'Article 6 de la CEI 61869-1:2007, l'Article 6 de la CEI 61869-2:2012 et l'Article 6 de la CEI 61869-3:2011 s'appliquent avec les modifications suivantes:

### 6.4 Exigences relatives à l'échauffement des pièces et des composants

#### 6.4.1 Généralités

Le paragraphe 6.4.1 de la CEI 61869-2:2012 s'applique avec les modifications suivantes:

*Addition:*

L'échauffement d'un transformateur combiné de mesure ne doit pas dépasser les valeurs appropriées de 6.4 de la CEI 61869-1:2007, si une tension telle qu'indiquée en 7.2.2 de la CEI 61869-3:2011 est appliquée et si le transformateur de courant est parcouru par un courant primaire égal au courant thermique permanent assigné. Le transformateur de courant est relié à une charge de facteur de puissance unité correspondant à la puissance assignée, le transformateur de tension étant chargé à la charge assignée ou à la charge assignée la plus élevée s'il y a plusieurs charges assignées, et à un facteur de puissance compris entre 0,8 inductif et l'unité. La tolérance supplémentaire de 10 K, proposée dans certains cas pour les transformateurs de tension (voir article 7.2.2 de la CEI 61869-3:2011) est également applicable pour les transformateurs de courant des transformateurs combinés de mesure.

### 6.13 Marquages

*Paragraphe complémentaires:*

#### 6.13.401 Marquage des bornes

Les bornes des transformateurs de courant et des transformateurs de tension des transformateurs combinés de mesure doivent être marquées de la même manière que celles des transformateurs individuels, comme spécifié en 6.13.201 de la CEI 61869-2:2012 et en 6.13.301 de la CEI 61869-3:2011.

#### 6.13.402 Marquage des plaques signalétiques

##### 6.13.402.1 Règles générales

Les spécifications du transformateur de courant selon 6.13.202 de la CEI 61869-2:2012 et celles du transformateur de tension selon 6.13.302 de la CEI 61869-3:2011 doivent être portées séparément sur la plaque signalétique.

##### 6.13.402.2 Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur combiné

La plaque signalétique du transformateur de tension doit indiquer la valeur de la tension  $U_e$  induite par la valeur efficace du courant thermique de courte durée assigné circulant dans le transformateur de courant, lorsque l'enroulement primaire du transformateur de tension est court-circuité. La tension induite est mesurée aux bornes de l'enroulement secondaire du transformateur de tension chargé à 15 VA ou à la charge assignée.

NOTE A la place de la tension  $U_e$  induite par la valeur efficace du courant thermique de courte durée assigné, la plaque signalétique peut indiquer le rapport entre la tension induite et le courant qui circule dans le transformateur de courant, en millivolts par kiloampère.

## 7 Essais

L'Article 7 de la CEI 61869-1:2007, l'Article 7 de la CEI 61869-2:2012 et l'Article 7 de la CEI 61869-3:2011 s'appliquent avec les modifications suivantes:

### 7.1 Généralités

#### 7.1.2 Liste des essais

*Remplacement du Tableau 10:*

**Tableau 10 – Liste des essais**

Essais	Article
<b>Essais de type</b>	<b>7.2</b>
Essai d'échauffement	7.2.2
Essai de tenue à la tension de choc sur les bornes primaires	7.2.3
Essai sous pluie pour les transformateurs du type extérieur	7.2.4
Essais de compatibilité électromagnétique	7.2.5
Essais concernant la précision	7.2.6
Vérification du degré de protection par les enveloppes	7.2.7
Essai d'étanchéité de l'enveloppe à la température ambiante	7.2.8
Essai de pression de l'enveloppe	7.2.9
Essais de tenue aux courants de courte durée	7.2.201
Essai de tenue aux courts-circuits	7.2.301
<b>Essais individuels de série</b>	<b>7.3</b>
Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle sur les bornes primaires	7.3.1
Mesure des décharges partielles	7.3.2
Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle entre sections	7.3.3
Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle sur les bornes secondaires	7.3.4
Essais concernant la précision	7.3.5
Vérification des marquages	7.3.6
Essai d'étanchéité des enveloppes à température ambiante	7.3.7
Essai de pression de l'enveloppe	7.3.8
Détermination de la résistance de l'enroulement secondaire	7.3.201
Détermination de la constante de temps de la boucle secondaire	7.3.202
Force électromotrice de coude assignée et courant d'excitation maximal	7.3.203
Essai de surtension entre spires	7.3.204
<b>Essais spéciaux</b>	<b>7.4</b>
Essai de tenue à l'onde de choc de tension coupé sur les bornes primaires	7.4.1
Essai aux chocs de tension coupés multiples sur les bornes primaires	7.4.2
Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	7.4.3
Essai de surtensions transmises	7.4.4
Essais mécaniques	7.4.5

Essais	Article
Essai de défaut d'arc interne	7.4.6
Essai d'étanchéité de l'enveloppe à basse et haute températures	7.4.7
Essai de la mesure du point de rosée du gaz	7.4.8
Essai de corrosion	7.4.9
Essais relatifs aux risques du feu	7.4.10
<b>Essais sur prélèvements</b>	<b>7.5</b>
Détermination du facteur de rémanence	7.5.1
Détermination du facteur de sécurité (FS) pour les transformateurs de courant pour mesure	7.5.2

## 7.2 Essais de type

### 7.2.2 Essai d'échauffement

*Remplacement de la première phrase par la suivante:*

Un essai doit être effectué afin de prouver la conformité à 6.4.1.

*Addition:*

Si plusieurs enroulements secondaires sont présents, lors des essais, une charge assignée appropriée doit être reliée à chaque enroulement secondaire, sauf accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur. Pour l'essai, le transformateur doit être monté d'une manière représentative du montage en service. Le courant et la tension prescrits sont appliqués simultanément au transformateur combiné de mesure. A cette fin, il est nécessaire que l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire du transformateur générant le courant élevé qui excite les transformateurs de courant soient isolés l'un de l'autre pour toute la tension du réseau.

Si un tel transformateur n'est pas disponible, deux autres configurations d'essai sont recommandées.

- 1) Le transformateur combiné de mesure peut être isolé lors de l'installation. La haute tension est ensuite appliquée simultanément au châssis, à l'enveloppe, à la borne de l'enroulement primaire habituellement mis à la terre en service et à une borne de chaque enroulement secondaire, tandis que la borne de l'enroulement primaire attribuée à la ligne secteur en service est mise à la terre. Ainsi l'isolation du transformateur qui génère le courant n'a pas besoin d'être dimensionnée pour la haute tension.
- 2) La haute tension est appliquée à la borne connectée à la ligne réseau en service. Les bornes primaires du transformateur de courant sont court-circuitées et connectées à la haute tension. Le courant thermique permanent assigné dans l'enroulement primaire court-circuité doit être obtenu par mise sous tension d'un ou de plusieurs enroulements secondaires du transformateur de courant.

Les trois méthodes produisent les mêmes résultats et le choix de la méthode est laissé au fabricant.

L'échauffement des enroulements doit être mesuré par la méthode d'augmentation de la résistance. Pour les enroulements primaires du transformateur de courant à très faible résistance, il est permis d'utiliser des thermocouples. L'échauffement des pièces autres que les enroulements peut être mesuré au moyen de thermomètres ou de thermocouples.

### **7.2.3 Essai de tenue à la tension de choc sur les bornes primaires**

#### **7.2.3.1 Généralités**

*Addition:*

Les ondes de tension de choc doivent être appliquées à l'enroulement primaire court-circuité du transformateur de courant relié à la borne de l'enroulement primaire du transformateur de tension qui est sous haute tension en fonctionnement. Le même branchement est valable pour les essais aux chocs coupés et coupés multiples.

### **7.2.6 Essai concernant la précision**

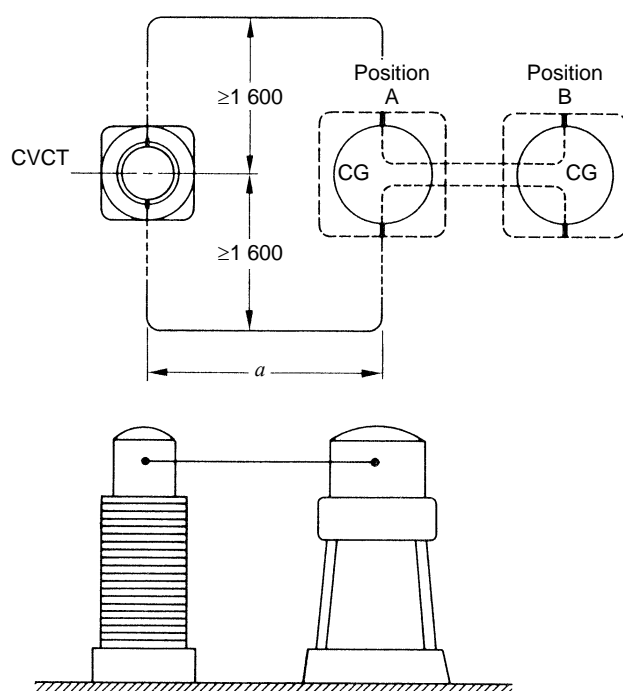
*Paragraphes complémentaires:*

#### **7.2.6.401 Influence du transformateur de courant sur le transformateur de tension**

L'influence du transformateur de courant sur le transformateur de tension doit être soumise aux essais comme suit.

Tout d'abord, l'erreur de tension  $\varepsilon_v$  et le déphasage  $\delta_v$  du transformateur de tension sont déterminés sans aucun courant fourni au transformateur de courant et conformément aux articles 7.2.6.301 et 7.2.6.302 de la CEI 61869-3:2011, dans la plage de charge spécifiée (mesure 1). Le courant thermique permanent assigné est ensuite fourni au transformateur de courant.

La ligne d'alimentation du transformateur de courant doit former une boucle horizontale à la hauteur des bornes primaires (voir Figure 401). La distance par rapport au conducteur de retour, indiquée par  $a$  à la Figure 401, doit correspondre à la distance par rapport à l'autre phase dans de la ligne secteur. Les longueurs restantes de la boucle de courant doivent être d'au moins 1,6 m chacune. L'enroulement primaire du transformateur de tension est court-circuité par un branchement aussi court que possible, placé dans le plan vertical des bornes primaires du transformateur de courant.



IEC 3000/02

Transformateur combiné de courant et de tension (CVCT)

Le transformateur CG génère le courant. Le champ parasite de ce transformateur ne doit pas influencer le transformateur combiné de courant et de tension. Si une influence est détectée en position A, la position B doit alors être utilisée.

La distance de retour  $a$  du conducteur correspond à la distance par rapport aux autres conducteurs de phase de la ligne secteur.

	Tension la plus élevée pour le matériel kV	Valeurs minimales de la distance $a$ mm
	12	150
	24	215
	36	325
	72,5	700
Isolation	123	1 100
totale	245	2 200
	123	950
Isolation	245	1 850
réduite	420	2 900

**Figure 401 – Construction géométrique du circuit**

La tension induite par le courant dans le transformateur de tension est mesurée au moyen d'un millivoltmètre ou d'un oscilloscope au niveau des bornes secondaires. Cette tension  $U_v$  est une mesure de la variation maximale de l'erreur de tension.

Il est recommandé de charger le transformateur de tension à la charge assignée ou à 15 VA, pour éviter toute erreur due à une influence extérieure sur la tension (mesure 2). Il suffit de rapporter la variation  $\Delta \varepsilon$  à 2 % de la tension secondaire assignée pour les transformateurs pour protection et à 80 % de la tension secondaire assignée pour les transformateurs pour mesure.

La plus grande variation possible de l'erreur de tension est alors:

$$\pm \Delta \varepsilon_v = \frac{U_v}{0,8 U_{sr}} \times 100 [\%] \text{ à } 80 \% \text{ de la tension secondaire assignée}$$

$$\pm \Delta \varepsilon_v = \frac{U_v}{0,02 U_{sr}} \times 100 [\%] \text{ à } 2 \% \text{ de la tension secondaire assignée}$$

où

$U_{sr}$  est la tension secondaire assignée, en volts (V), et

$U_v$  est exprimée en volts (V).



La plus grande variation possible du déphasage est alors

$$\pm \Delta \delta_V = \Delta \varepsilon_V \times 34,4, \text{ en minutes (min), ou}$$

$$\pm \Delta \delta_V = \Delta \varepsilon_V, \text{ en centiradians (crad).}$$

Si l'on ajoute les valeurs absolues des variations de l'erreur de tension  $\pm \Delta \varepsilon_V$  et du déphasage  $\pm \Delta \delta_V$  aux valeurs absolues des résultats de mesure  $\varepsilon_V$  et  $\delta_V$  obtenus lors de la mesure 1 à 80 % de la tension primaire assignée pour le transformateur pour mesure et à 2 % de la tension primaire assignée pour le transformateur pour protection, dans la plage de charge spécifiée, alors les valeurs obtenues

$$\pm \varepsilon'_V = |\varepsilon_V| + |\Delta \varepsilon_V| \quad \text{et} \quad \pm \delta'_V = |\delta_V| + |\Delta \delta_V|$$

ne doivent pas dépasser les limites d'erreur applicables au transformateur de tension, données en 5.6.301.3 et 5.6.302.3 de la CEI 61869-3:2011 (voir Figure 404).

On doit en outre s'assurer que les erreurs de tension dues à l'influence du courant ne dépassent pas les limites d'erreur, même à 100 % et à 120 % de la tension assignée.

Pour prouver la conformité à 6.13.402, il est permis de calculer la valeur de la tension induite par le courant thermique de courte durée assigné, qui doit être indiquée sur la plaque signalétique, la tension  $U_V$  étant mesurée au courant thermique permanent assigné.

La tension  $U_e$  induite au courant thermique de courte durée assigné est:

$$U_e = U_V \times p$$

où

$$p = \frac{I_{th}}{I_{cth}}$$

$U_V$  est la tension induite par le courant thermique permanent assigné;

$I_{th}$  est le courant thermique de courte durée assigné;

$I_{cth}$  est le courant thermique permanent assigné.

Pour obtenir une meilleure précision, il est préférable de mesurer la tension induite  $U_V$  au courant le plus élevé possible.

#### 7.2.6.402 Influence du transformateur de tension sur le transformateur de courant

Dans le cas de transformateurs combinés de mesure, l'influence du transformateur de tension sur le transformateur de courant doit être soumise aux essais comme suit.

Le transformateur de tension n'étant pas excité, l'erreur de courant  $\varepsilon_i$  et le déphasage  $\delta_i$  des transformateurs de courant sont déterminés selon 7.2.6.201, 7.3.5.202 ou 7.3.5.204 de la CEI 61869-2:2012 (mesure 3).

Une tension égale à 120 % de la tension assignée et la tension assignée multipliée par le facteur de tension assigné doivent alors être appliquées à la borne du transformateur de tension qui est directement reliée à une borne du transformateur de courant, celui-ci n'étant pas excité. La tension génère un courant capacitif dans le transformateur de courant. Ce courant est mesuré comme la chute de tension  $U_i$  dans une résistance  $R$  reliée aux bornes secondaires du transformateur de courant. La charge des enroulements secondaires du transformateur de tension n'affecte pas les résultats. Les enroulements peuvent donc être en circuit ouvert.

Au courant secondaire assigné de 1 A ou de 5 A, cette résistance recommandée peut être respectivement de 100  $\Omega$  ou de 4  $\Omega$ . Une précision de  $\pm 10$  % sur la valeur de la résistance est suffisante. Deux mesures doivent alors être faites. La chute de tension  $U_i$  est d'abord mesurée lorsqu'une borne de l'enroulement secondaire du transformateur de courant est mise à la terre (Figure 402, mesure 4), puis lorsque l'autre borne de l'enroulement secondaire est mise à la terre (Figure 403, mesure 5). La plus grande des deux mesures doit être prise en compte.

NOTE En cas d'accord entre le fabricant et l'utilisateur, il est suffisant de ne mettre à la terre que la borne qui est mise à la terre en service.

Il suffit généralement de calculer l'influence de la tension à 5 % du courant assigné.

La variation de l'erreur de courant est alors

$$\pm \Delta \varepsilon_i = \frac{U_i}{R \times 0,05 I_{sr}} \times 100 [\%] \text{ à } 5 \% \text{ du courant assigné.}$$

où

$R$  est exprimée en ohms ( $\Omega$ );

$U_i$  est exprimée en volts (V);

$I_{sr}$  est le courant secondaire assigné, en ampères (A).

La variation du déphasage est alors

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i \times 34,4, \text{ en minutes (min), ou}$$

$$\pm \Delta \delta_i = \Delta \varepsilon_i, \text{ en centiradians (crad).}$$

Si l'on ajoute les variations de l'erreur de courant  $\pm \Delta \varepsilon_i$  et du déphasage  $\pm \Delta \delta_i$  aux valeurs absolues des résultats de mesure  $\varepsilon_i$  et  $\delta_i$  obtenus dans la mesure 1 à 5 % du courant assigné dans la plage de charge spécifiée, alors les valeurs obtenues

$$\pm \varepsilon'_i = |\varepsilon_i| + |\Delta \varepsilon_i| \quad \text{et} \quad \pm \delta'_i = |\delta_i| + |\Delta \delta_i| \quad (\text{voir Figure 405})$$

ne doivent pas dépasser les limites d'erreur applicables au transformateur de courant, données en 5.6.201.3, 5.6.202.2.4 ou 5.6.202.3.4 ou 5.6.202.5.1 de la CEI 61869-2:2012. On doit toutefois vérifier que les erreurs de courant ne dépassent pas les limites d'erreur, même entre 5 % et 120 % du courant assigné ainsi que dans le cas d'une plage de courant assigné étendue au courant thermique permanent assigné.

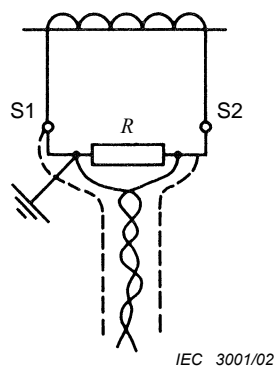


Figure 402 – Mesure 4

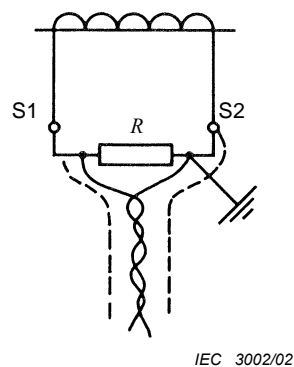
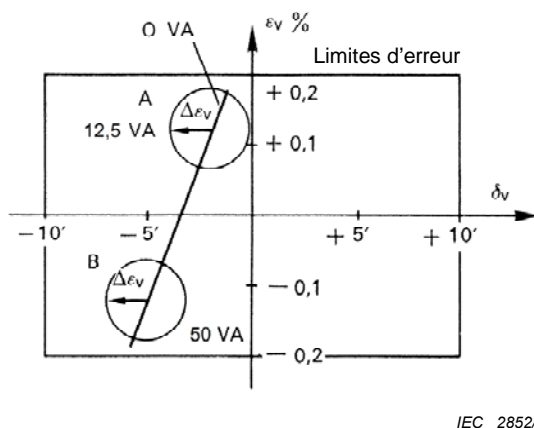


Figure 403 – Mesure 5



#### Légende

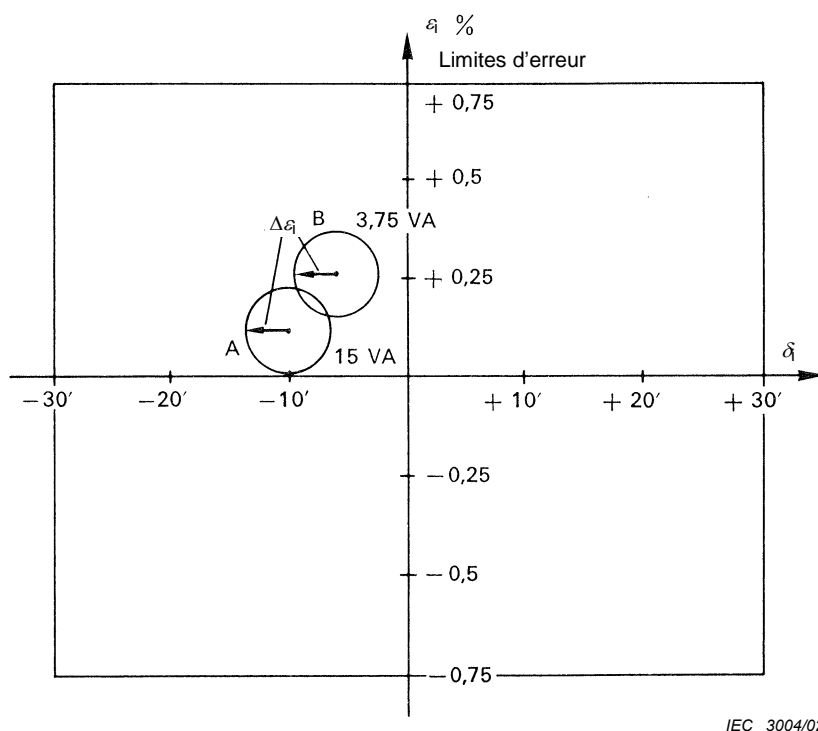
$\Delta\epsilon_v$  est la variation de l'erreur causée par un courant.

Suivant l'angle entre les vecteurs du courant et de tension, les extrémités de  $\Delta\epsilon_v$  se déplacent sur des cercles ayant pour centres les points d'erreurs du transformateur de tension sans influence du courant.

A erreur du transformateur de tension à une sortie de 12,5 VA.

B erreur du transformateur de tension à une sortie de 50 VA.

Figure 404 – Diagramme d'erreur d'un transformateur de tension de classe 0,2



IEC 3004/02

**Légende**

$\Delta \varepsilon_i$  variation de l'erreur due à la tension appliquée.

Suivant l'angle entre les vecteurs de tension et du courant, les extrémités de  $\Delta \varepsilon_i$  se déplacent sur des cercles ayant pour centres les points d'erreurs du transformateur de courant sans application de tension.

A erreur du transformateur de courant à une charge de 15 VA.

B erreur du transformateur de courant à une charge de 3,75 VA.

**Figure 405 – Diagramme d'erreur d'un transformateur de courant de classe 0,2 à 5 % du courant assigné**

### 7.3 Essais individuels de série

#### 7.3.1 Essais de tenue en tension à la fréquence industrielle sur les bornes primaires

Le paragraphe 7.3.1 de la CEI 61869-3:2011 s'applique avec les modifications suivantes:

*Addition, après le point b):*

L'essai de tension alternatif en mode différentiel (induite) du transformateur de tension est également l'essai de fréquence industrielle de l'enroulement primaire du transformateur de courant.

#### 7.3.5 Essai concernant la précision

*Paragraphe complémentaire:*

##### 7.3.5.401 Généralités

L'essai concernant la précision du transformateur de courant doit être effectué conformément à 7.3.5 de la CEI 61869-2:2012 pour les transformateurs de courant.

L'essai concernant la précision du transformateur de tension doit être effectué conformément à 7.3.5 de la CEI 61869-3:2011 pour les transformateurs de tension.

La variation de l'erreur déterminée lors de l'essai de type conformément à 7.2.6.401 et 7.2.6.402 doit être prise en compte.

## **8 Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'exploitation et la maintenance**

L'Article 8 de la CEI 61869-1:2007 s'applique.

## **9 Sécurité**

L'Article 9 de la CEI 61869-1:2007 s'applique.

## **10 Influence des produits sur l'environnement naturel**

L'Article 10 de la CEI 61869-1:2007 s'applique.

## **Annexes**

Les annexes de la CEI 61869-1:2007 et de la CEI 61869-2:2012 s'appliquent avec les modifications suivantes:

*Annexe complémentaire:*

## **Annexe 4A** (normative)

### **Influence mutuelle des transformateurs de courant et de tension**

#### **4A.1 Influence du champ magnétique d'un conducteur porteur de courant sur l'erreur d'un transformateur de tension**

Les erreurs d'un transformateur de tension peuvent être influencées par le champ magnétique d'un conducteur traversé par un courant, placé à proximité. L'influence est maximale lorsque le conducteur est positionné horizontalement et fait un angle droit avec l'axe longitudinal du noyau magnétique, et lorsque le flux magnétique entourant le conducteur traverse l'ouverture du bobinage (Figure 4A.1, illustrant l'influence pour un transformateur d'une tension nominale de 10 kV). Par contre, lorsque le conducteur est parallèle à l'axe longitudinal du noyau, cette influence est pratiquement négligeable. C'est là un fait important pour les transformateurs combinés, puisqu'il faut veiller, dès la construction, à monter le transformateur de tension dans la position correcte, à savoir avec l'axe longitudinal du noyau parallèle au conducteur de courant traversant la tête du transformateur.

Il est important de connaître l'influence du champ magnétique d'un conducteur de courant sur l'erreur du transformateur de tension, notamment pour la protection par relais directionnels.

Il est nécessaire de s'assurer de la précision du transformateur de tension, notamment du déphasage de la tension secondaire par rapport à la tension primaire, dans la mesure où la tension induite par le courant est déphasée de 90° par rapport à la tension primaire.

Si, en cas de défaut, la tension secondaire est de 0,5 V et la tension induite de 50 mV, l'erreur qui en résulterait sur la tension secondaire serait supérieure à 10 %.

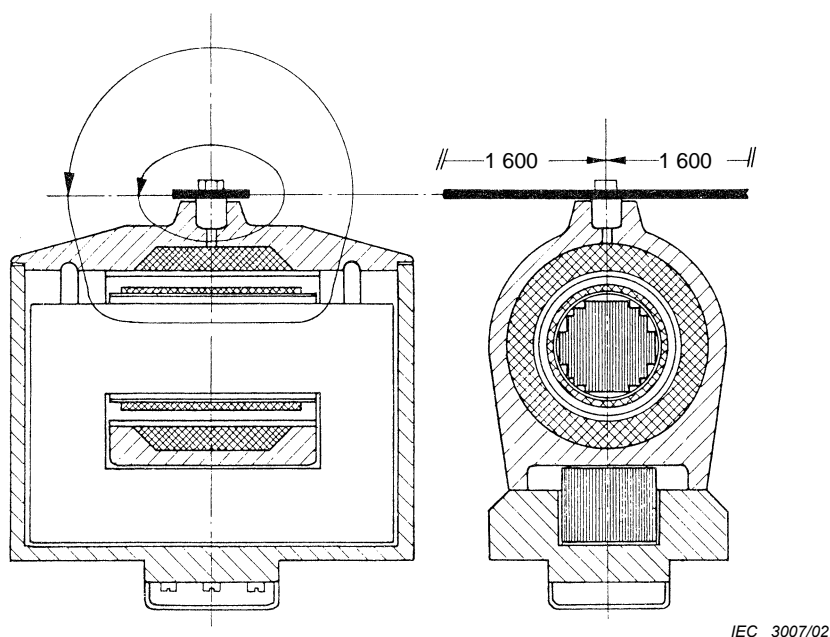
Bien entendu, une influence d'un conducteur de courant se manifeste également sur tout transformateur de tension pour les tensions les plus élevées du réseau de 0,6 kV et plus, et pas seulement sur les transformateurs combinés, si le conducteur de courant de la ligne est situé à proximité du transformateur de tension. Cette prescription s'applique donc aussi à tout transformateur de tension seul.

#### **4A.2 Influence de la tension appliquée sur l'erreur d'un transformateur de courant**

Les erreurs des transformateurs de courant, qu'ils soient construits pour des tensions faibles ou élevées, sont normalement déterminées à un potentiel relativement faible, de l'ordre de quelques volts, dont l'amplitude est juste suffisante pour générer le courant nécessaire. Si l'on applique la haute tension à l'enroulement primaire du transformateur, l'erreur peut varier plus ou moins, dans la mesure où la tension crée un courant capacitif de l'enroulement primaire vers l'enroulement secondaire, lequel, dans le cas d'un enroulement secondaire non blindé, s'écoule pour une part à travers les instruments qui lui sont reliés, et pour l'autre directement à la borne de terre de l'enroulement secondaire. De plus, le courant capacitif parcourant l'enroulement primaire est transmis inductivement à l'enroulement secondaire, même s'il s'écoule par un écran électrostatique secondaire. A 5 % du courant assigné, notamment, les erreurs peuvent augmenter au point de dépasser les limites imposées. Si l'on mesure les erreurs du transformateur de courant en lui appliquant simultanément la haute tension, il est nécessaire que le transformateur de courant de référence (transformateur étalon) utilisé pour cette mesure, ainsi que celui employé pour générer le courant soient isolés pour la haute tension. Il est possible d'employer pour la mesure deux transformateurs séparés, mais il est plus pratique de n'utiliser qu'un seul enroulement à courant élevé, à la fois pour le transformateur étalon et pour celui qui produit le courant, et de l'isoler pour la haute tension.

Il est important de blinder le noyau et l'enroulement secondaire du transformateur étalon, ainsi que le noyau et l'enroulement primaire de celui qui produit le courant. Il est nécessaire que l'enroulement à courant fort soit également pourvu d'un écran connecté à la borne de cet enroulement qui est directement reliée au transformateur à haute tension de telle sorte que le courant capacitif haute tension s'écoule à la terre directement du transformateur à haute tension, sans traverser l'enroulement à courant fort.

Les méthodes de mesure de l'influence d'un conducteur de courant sur le transformateur de tension décrites en 7.2.6.401 sont des méthodes indirectes, qui sont plus faciles à mettre en œuvre que les méthodes directes, et donnent pourtant les mêmes résultats de mesure. Ces méthodes indirectes ne nécessitent pas le transformateur isolé pour la haute tension précédemment décrit.



**Figure 4A.1 – Conducteur de courant et champ magnétique influençant un transformateur de tension**

## Annexe ZA (normative)

### Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

Les documents suivants, ou certains seulement, sont cités dans le présent document à titre de références normatives et sont indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NOTE Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN / le HD correspondant(e) s'applique.

*L'Article 2 de l'EN 61869-1:2009 s'applique, avec les modifications suivantes:*

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
<i>Addition:</i>				
CEI 60028	-	Spécification internationale d'un cuivre-type recuit	-	-
CEI 60038	-	Tensions normales de la CEI	EN 60038	-
CEI 61869-1 (mod)	2007	Transformateurs de mesure - Partie 1: Exigences générales	EN 61869-1	2009
CEI 61869-2	2012	Transformateurs de mesure - Partie 2: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs de courant	EN 61869-2	2012
CEI 61869-3	2011	Transformateurs de mesure - Partie 3: Exigences supplémentaires concernant les transformateurs inductifs de tension	EN 61869-3	2011