



IEC 60044-1

Edition 1.2 2003-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Instrument transformers –
Part 1: Current transformers**

**Transformateurs de mesure –
Partie 1: Transformateurs de courant**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

CK

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 General	6
1.1 Scope.....	6
1.2 Normative references	6
2 Definitions	7
2.1 General definitions.....	7
2.2 Additional definitions for measuring current transformers	11
2.3 Additional definitions for protective current transformers	12
3 Normal and special service conditions.....	14
3.1 Normal service conditions.....	14
3.2 Special service conditions	15
3.3 System earthing	15
4 Ratings.....	16
4.1 Standard values of rated primary currents.....	16
4.2 Standard values of rated secondary currents	16
4.3 Rated continuous thermal current	16
4.4 Standard values of rated output	16
4.5 Short-time current ratings	16
4.6 Limits of temperature rise	17
5 Design requirements.....	18
5.1 Insulation requirements	18
5.2 Mechanical requirements.....	23
6 Classification of tests.....	24
6.1 Type tests	24
6.2 Routine tests	24
6.3 Special tests.....	25
7 Type tests.....	25
7.1 Short-time current tests	25
7.2 Temperature-rise test	26
7.3 Impulse tests on primary winding	26
7.4 Wet test for outdoor type transformers.....	27
7.5 Radio interference voltage measurement	55
8 Routine tests	29
8.1 Verification of terminal markings.....	29
8.2 Power-frequency withstand tests on primary windings and partial discharge measurement	29
8.3 Power-frequency withstand tests between sections of primary and secondary windings and on secondary windings	30
8.4 Inter-turn overvoltage test.....	30

9	Special tests	31
9.1	Chopped impulse test on primary winding	31
9.2	Measurement of capacitance and dielectric dissipation factor	31
9.3	Mechanical tests	32
9.4	Transmitted overvoltages measurement	33
10	Markings	33
10.1	Terminal markings – General rules	33
10.2	Rating plate markings	34
11	Additional requirements for measuring current transformers	35
11.1	Accuracy class designation for measuring current transformers	35
11.2	Limits of current error and phase displacement for measuring current transformers	35
11.3	Extended current ratings	37
11.4	Type tests for accuracy of measuring current transformers	37
11.5	Routine tests for accuracy of measuring current transformers	38
11.6	Instrument security factor	38
11.7	Marking of the rating plate of a measuring current transformer	38
12	Additional requirements for protective current transformers	38
12.1	Standard accuracy limit factors	38
12.2	Accuracy classes for protective current transformer	39
12.3	Limits of errors for protective current transformers	39
12.4	Type and routine tests for current error and phase displacement of protective current transformers	39
12.5	Type tests for composite error	39
12.6	Routine tests for composite error	40
12.7	Marking of the rating plate of a protective current transformer	40
13	Additional requirements for class PR protective current transformers	40
13.1	Standard accuracy limit factors	40
13.2	Accuracy classes for class PR protective current transformers	41
13.3	Limits of error for class PR protective current transformers	41
13.4	Type and routine tests for current error and phase displacement of class PR protective current transformers	41
13.5	Marking of rating plate of class PR current transformers	42
14	Additional requirements for class PX protective current transformers	42
14.1	Specification of performance for class PX protective current transformers	42
14.2	Insulation requirements for class PX protective current transformers	43
14.3	Type tests for class PX protective current transformers	43
14.4	Routine tests for class PX protective current transformers	43
14.5	Marking of rating plate of class PX current transformers	44

Annex A (normative) Protective current transformers	52
Annex B (informative) Multiple chopped impulse test	56
Figure 1 – Altitude correction factors	45
Figure 2 – Test circuit for partial discharge measurement	46
Figure 3 – Alternative test circuit for partial discharge measurement	46
Figure 4 – Example of balanced test circuit for partial discharge measurement	47
Figure 5 – Example of calibration circuit for partial discharge measurement	47
Figure 6 – Measuring circuit	48
Figure 7 – Transmitted Overvoltages measurement: Test Circuit and GIS Test set-up	49
Figure 8 – Transmitted Overvoltages measurement: General Test set-up	50
Figure 9 – Transmitted Overvoltages measurement: Test Waveforms	51
Figures A.1 to A.6	55
Table 1 – Temperature categories	14
Table 2 – Limits of temperature rise of the windings	17
Table 3 – Rated insulation levels for transformer primary windings having highest voltage for equipment $U_m < 300$ kV	19
Table 4 – Rated insulation levels for transformer primary windings having highest voltage for equipment $U_m \geq 300$ kV	19
Table 5 – Power frequency withstand voltages for transformer primary windings having highest voltage for equipment $U_m \geq 300$ kV	20
Table 6 – Partial discharge test voltages and permissible levels	20
Table 7 – Creepage distances	22
Table 8 – Static withstand test loads	23
Table 9 – Modalities of application of test loads to be applied to the primary terminals	32
Table 10 – Markings of terminals	34
Table 11 – Limits of current error and phase displacement for measuring current transformers (classes from 0.1 to 1)	36
Table 12 – Limits of current error and phase displacement for measuring current transformers for special application	37
Table 13 – Limits of current error for measuring current transformers (classes 3 and 5)	37
Table 14 – Limits of error for protective current transformers	39
Table 15 – Limits of error for class PR protective current transformers	41
Table 16 – Transmitted overvoltage limits	23

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 1: Current transformers

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60044-1 has been prepared by IEC technical committee 38: Instrument transformers.

This consolidated version of IEC 60044-1 consists of the first edition (1996) [documents 38/161/FDIS and 38/174/RVD, its amendment 1 (2000) [documents 38/245/FDIS and 38/257/RVD] and its amendment 2 (2002) [documents 38/285/FDIS and 38/289/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendments and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2005-12. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INSTRUMENT TRANSFORMERS –

Part 1: Current transformers

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60044 applies to newly manufactured current transformers for use with electrical measuring instruments and electrical protective devices at frequencies from 15 Hz to 100 Hz.

Although the requirements relate basically to transformers with separate windings, they are also applicable, where appropriate, to autotransformers.

Clause 11 covers the requirements and tests, in addition to those in clauses 3 to 10, that are necessary for current transformers for use with electrical measuring instruments.

Clause 12 covers the requirements and tests, in addition to those in clauses 3 to 10, that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for forms of protection in which the prime requirement is the maintenance of accuracy up to several times the rated current.

For certain protective systems, where the current transformer characteristics are dependant on the overall design of the protective equipment (for example high-speed balanced systems and earth-fault protection in resonant earthed networks), additional requirements are given in clause 13 for class PR transformers and in clause 14 for class PX transformers.

Clause 13 covers the requirements and tests in addition to those in clauses 3 to 10 that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for forms of protection in which the prime requirement is the absence of remanent flux.

Clause 14 covers the requirements and tests in addition to those in clauses 3 to 10 that are necessary for current transformers for use with electrical protective relays, and in particular for forms of protection for which knowledge of the transformer's secondary excitation characteristic, secondary winding resistance, secondary burden resistance and turns ratio is sufficient to assess its performance in relation to the protective relay system with which it is to be used.

Current transformers intended for both measurement and protection shall comply with all the clauses of this standard.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60028:1925, *International standard of resistance for copper*

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

IEC 60044-6:1992, *Instrument transformers – Part 6: Requirements for protective current transformers for transient performance*

IEC 60050(321):1986, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 321: Instrument transformers*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60085:1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60121:1960, *Recommendation for commercial annealed aluminium electrical conductor wire*

IEC 60270:1981, *Partial discharge measurements*

IEC 60567:1992, *Guide for the sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases*

IEC 60599:1978, *Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil-filled electrical equipment in service*

IEC 60721: *Classification of environmental conditions*

IEC 60815:1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

CISPR 18-2:1986, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	61
1 Généralités	62
1.1 Domaine d'application	62
1.2 Références normatives	62
2 Définitions	63
2.1 Définitions générales	63
2.2 Définitions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour mesures ..	67
2.3 Définitions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour protection ...	68
3 Conditions de service normales et spéciales	70
3.1 Conditions de service normales	70
3.2 Conditions de service spéciales	71
3.3 Installation de mise à la terre	71
4 Valeurs normales	72
4.1 Valeurs normales des courants primaires assignés	72
4.2 Valeurs normales des courants secondaires assignés	72
4.3 Valeurs normales du courant d'échauffement assigné	72
4.4 Valeurs normales des puissances de précision	72
4.5 Courants de court-circuit assignés	72
4.6 Limites d'échauffement	73
5 Prescriptions relatives à la conception	74
5.1 Prescriptions relatives à l'isolement	74
5.2 Prescriptions mécaniques	79
6 Classification des essais	80
6.1 Essais de type	80
6.2 Essais individuels	80
6.3 Essais spéciaux	81
7 Essais de type	81
7.1 Essais de tenue aux courants de court-circuit	81
7.2 Essai d'échauffement	82
7.3 Essais au choc sur l'enroulement primaire	82
7.4 Essai sous pluie pour les transformateurs du type extérieur	83
7.5 Mesure des perturbations radioélectriques	84
8 Essais individuels	85
8.1 Vérification du marquage des bornes	85
8.2 Essais de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires et mesure des décharges partielles	85
8.3 Essais de tenue à fréquence industrielle entre sections des enroulements primaires et secondaires et sur les enroulements secondaires	86
8.4 Essai de surtension entre spires	86

9	Essais spéciaux.....	87
9.1	Essai au choc coupé sur l'enroulement primaire.....	87
9.2	Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique	87
9.3	Essais mécaniques	88
9.4	Mesure des surtensions transmises	89
10	Marquage	89
10.1	Marquage des bornes – Règles générales	89
10.2	Marquage des plaques signalétiques	90
11	Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour mesures	91
11.1	Désignation de la classe de précision d'un transformateur de courant pour mesures ..	91
11.2	Limites de l'erreur de courant et du déphasage des transformateurs de courant pour mesures	91
11.3	Transformateurs à gamme étendue	93
11.4	Essais de type concernant la précision des transformateurs de courant pour mesures	93
11.5	Essais individuels concernant la précision des transformateurs de courant pour mesures	94
11.6	Facteur de sécurité assigné	94
11.7	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur pour mesures	94
12	Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant pour protection	94
12.1	Valeurs normales des facteurs limites de précision.....	94
12.2	Classes de précision d'un transformateur de courant pour protection	95
12.3	Limites des erreurs des transformateurs de courant pour protection	95
12.4	Erreur de courant et du déphasage – Essais de type et essais individuels des transformateurs de courant pour protection	95
12.5	Erreur composée – Essais de type.....	95
12.6	Erreur composée – Essais individuels.....	96
12.7	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur pour protection	96
13	Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant de classe PR	96
13.1	Valeurs normales des facteurs limites de précision.....	96
13.2	Classes de précision d'un transformateur de courant de classe PR	97
13.3	Limites des erreurs des transformateurs de courant de classe PR.....	97
13.4	Essais de type et individuels pour les erreurs de courant et les déphasages des transformateurs de courant de classe PR pour protection	97
13.5	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de courant de classe PR	98
14	Prescriptions complémentaires concernant les transformateurs de courant de classe PX	98
14.1	Spécification des performances concernant les transformateurs de courant de classe PX	98
14.2	Prescriptions d'isolement pour les transformateurs de courant de classe PX	99
14.3	Essais de type pour les transformateurs de courant pour protection de classe PX	99
14.4	Essais individuels pour les transformateurs de courant pour protection de classe PX.....	99
14.5	Marquage de la plaque signalétique d'un transformateur de courant de classe PX ...	100

Annexe A (normative) Transformateurs de courant pour protection	108
Annexe B (informative) Essai de chocs coupés multiples	112
Figure 1 – Facteurs correctifs pour l'altitude	101
Figure 2 – Circuit d'essai pour la mesure des décharges partielles	102
Figure 3 – Variante de circuit d'essai pour la mesure des décharges partielles.....	102
Figure 4 – Exemple de circuit d'essai équilibré pour la mesure des décharges partielles	103
Figure 5 – Exemple de circuit d'étalonnage pour la mesure des décharges partielles	103
Figure 6 – Circuit de mesure	104
Figure 7 – Mesure des surtensions transmises: Circuit d'essai et installation pour essai GIS	105
Figure 8 – Mesure des surtensions transmises: Installation générale pour essais.....	106
Figure 9 – Mesure des surtensions transmises: Formes de l'onde d'essai.....	107
Figures A.1 à A.6	108
Tableau 1 – Catégories de température.....	70
Tableau 2 – Limites d'échauffement des enroulements.....	73
Tableau 3 – Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires de trans- formateur avec une tension la plus élevée pour le matériel U_m inférieure à 300 kV	75
Tableau 4 – Niveaux d'isolement assignés pour les enroulements primaires de trans- formateur avec une tension la plus élevée pour le matériel U_m égale ou supérieure à 300 kV	75
Tableau 5 – Tensions de tenue à fréquence industrielle pour les enroulements primaires de transformateurs avec une tension la plus élevée pour le matériel U_m égale ou supérieure à 300 kV	76
Tableau 6 – Tensions d'essai de décharges partielles et niveaux admissibles.....	76
Tableau 7 – Longueurs de la ligne de fuite	78
Tableau 8 – Charges d'essai de tenue statique.....	79
Tableau 9 – Charges d'essai à appliquer aux bornes primaires	88
Tableau 10 – Marques des bornes.....	90
Tableau 11 – Limites de l'erreur de courant et du déphasage des transformateurs de courant pour mesures (classes de 0.1 à 1)	92
Tableau 12 – Limites de l'erreur de courant et du déphasage des transformateurs de courant pour mesures pour applications particulières.....	93
Tableau 13 – Limites de l'erreur de courant des transformateurs de courant pour mesures (classes 3 et 5)	93
Tableau 14 – Limites des erreurs des transformateurs de courant pour protection	95
Tableau 15 – Limites des erreurs des transformateurs de courant de classe PR	97
Tableau 16 – Limites des surtensions transmises	79

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 1: Transformateurs de courant

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60044-1 a été établie par le comité d'études 38 de la CEI: Transformateurs de mesure.

La présente version consolidée de la CEI 60044-1 comprend la première édition (1996) [documents 38/161/FDIS et 38/174/RVD, de son amendement 1 (2000) [documents 38/245/FDIS et 38/257/RVD] et de son amendement 2 (2002) [documents 38/285/FDIS et 38/289/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à ses amendements; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2005-12. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

TRANSFORMATEURS DE MESURE –

Partie 1: Transformateurs de courant

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60044 est applicable aux transformateurs de courant destinés à être utilisés avec des appareils de mesure électriques et aux transformateurs de courant pour protection, d'usage courant et neufs, la fréquence du courant étant comprise entre 15 Hz et 100 Hz.

Elle s'applique principalement aux transformateurs à enroulements séparés, mais elle est valable aussi, dans la mesure du possible, pour les autotransformateurs.

L'article 11 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs pour mesures, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10.

L'article 12 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10. Les prescriptions de cet article se rapportent en particulier aux transformateurs devant assurer la protection en conservant une précision suffisante pour des courants valant plusieurs fois le courant assigné.

Pour certains systèmes de protection, dans lesquels les caractéristiques du transformateur de courant font partie intégrante du système (par exemple dans les dispositifs de protection différentielle à action rapide ou de protection par courant de terre dans les réseaux à neutre mis à la terre par bobine d'extinction), des prescriptions supplémentaires sont données dans l'article 13 pour les transformateurs de classe PR et dans l'article 14 pour les transformateurs de classe PX.

L'article 13 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10. Les prescriptions de cet article se rapportent en particulier aux transformateurs devant assurer la protection tout en ayant une absence de flux rémanent.

L'article 14 comprend les prescriptions et les essais qui complètent, en ce qui concerne les transformateurs de courant pour protection, ceux qui sont indiqués dans les articles 3 à 10. Les prescriptions de cet article se rapportent en particulier au transformateur devant assurer la protection dans laquelle la connaissance de la courbe d'excitation, de la résistance secondaire, de la résistance de charge et du rapport du nombre de spires est suffisante pour évaluer ses performances dans le système de protection auquel il est connecté.

Les transformateurs de courant pour mesure et protection doivent satisfaire aux prescriptions de tous les articles de la présente norme.

1.2 Références normatives

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

CEI 60028:1925, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60044-6:1992, *Transformateurs de mesure – Partie 6: Prescriptions concernant les transformateurs de courant pour protection pour la réponse en régime transitoire*

CEI 60050(321):1986, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 321: Transformateurs de mesure*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60085:1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60121:1960, *Recommandation concernant les fils en aluminium recuit industriel pour conducteurs électriques*

CEI 60270:1981, *Mesure des décharges partielles*

CEI 60567:1992, *Guide d'échantillonnage de gaz et d'huile dans les matériels électriques immergés, pour l'analyse des gaz libres et dissous*

CEI 60599:1978, *Interprétation de l'analyse des gaz dans les transformateurs et autres matériels électriques remplis d'huile, en service*

CEI 60721: *Classification des conditions d'environnement*

CEI 60815:1986, *Guide pour le choix des isolateurs sous pollution*

CISPR 18-2:1986, *Caractéristiques des lignes et des équipements à haute tension relatives aux perturbations radioélectriques – Deuxième partie: Méthodes de mesure et procédure d'établissement des limites*