

Trescal

24 - 26 Rue de Villeneuve
94150 Rungis

TRESCAL AGENCE DE CHERBOURG
Le Sextant
rue des vindits
50130 CHERBOURG-OCTEVILLE
Tel. : 0233216770
Fax : 0233216771

Notre référence (Our reference) : FR005-CBG-JI-25021980.1 / 830424

SN CERAP
22 rue des Forges
36100 LES BORDES
Tél. : 02 54 49 78 32
mail : contact@cerap-sas.fr
SIRET 424 595 072 00010 - APE 2712Z



Accréditation n° 2-7148
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

SOCIETE NOUVELLE CERAP - Les Bordes
22 rue des Forges

36100 Les Bordes

CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE N° FR251320991

Date d'étalonnage (Calibration Date): 28/03/2025

| | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|----------------|
| Désignation (Designation) : | Chaîne de mesure de pression -1 à 20 bar relative | | |
| Marque (Manufacturer) : | JUMO | N° de série (Serial number) : | 99512930200001 |
| Modèle (Model) : | 4AP30-242 | Identification client (Customer ID) : | 0196+08351/2 |

Résultat d'étalonnage (Calibration results)

Résultats des mesures (Measurement results) : Voir page(s) suivante(s) (See next pages)

Observations (Remarks) : /

Ce document comprend (this document includes) : 2 page(s) + 4 page(s) de résultats

Date d'émission (Issue date) : 31/03/2025
Responsable de production
Digard Laurent

Les incertitudes élargies mentionnées sont calculées avec un facteur d'élargissement $k=2$, ce qui correspond approximativement à une probabilité de couverture de 95%.

Ce certificat d'étalonnage garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au Système International d'unités (SI).

Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de European co-operation for Accreditation (EA) et de l'accord d'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) de reconnaissance de l'équivalence des documents d'étalonnage.

LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE INTEGRAL.

The expanded uncertainties mentioned are calculated with a coverage factor $k=2$, which approximately corresponds to a probability of coverage of 95%.

This calibration certificate insures the traceability of calibration measurements to the International System of Units (SI)

COFRAC is a signatory of the Multilateral Agreement of European co-operation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) agreement for the mutual recognition of calibration certificates.

THE REPRODUCTION OF THIS CERTIFICATE IS ONLY ALLOWED THROUGH AN INTEGRAL FACSIMILE.

In case of doubt or translation interpretation issue, the french original wording version constitutes the reference.

Trescal
SAS au capital de 5 091 530 Euros
R.C.S. Créteil B 562 047 050 - SIREN 562 047 050
Code TVA FR 56 562 047 050

Siège Social
Parc Icade Paris Orly-Rungis
24-26, rue de Villeneuve - CS 80546
94150 Rungis

trescal.com

Motif de l'envoi (shipping reason) :

Etalonnage accrédité

Etat du matériel avant intervention (Instrument status before operation) :**Nature de l'intervention réalisée (Operation type) :**

Etalonnage accrédité

Etat du matériel après intervention (Instrument status after operation) :**Conditions d'environnement (Environmental conditions) :**Température : (20 ± 2) °CHygrométrie : (50 ± 20) %HR

Pression : 1004.80 hPa

Liste des étalons utilisés (Reference equipments) :

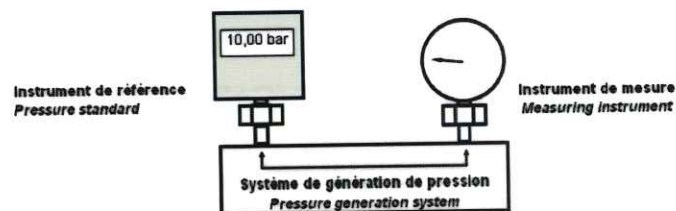
| Désignation (Description) | Marque (Manufacturer) | Modèle (Model) | Identification | Validité (Validity) | Document |
|---|-----------------------|----------------|----------------|---------------------|-------------|
| Manomètre numérique -0,95 à 20 bar relative | DRUCK | PACE6000 | 13262 | 14/04/2025 | FR244200274 |

Procédure(s) utilisée(s) (Procedure(s) used) : PCPV-CHB-0001-A

Informations complémentaires sur l'intervention (Additional informations) : Applicatif d'attachement de document interne en COFRAC pression version 1.1

Etalonné en laboratoire par (Calibrated by) Leblond Marine

Le 28/03/2025



Après stabilisation de 24 heures en température, l'appareil est conditionné par deux montées successives à la pression maximale. L'étalonnage comporte un cycle de mesure par pression croissante puis décroissante. Les mesures à 20, 50 et 80% de l'EM sont effectuées 3 fois afin de déterminer l'écart type expérimental. L'incertitude sur la détermination de l'écart prend en compte l'incertitude de l'étalon dans les conditions de l'étalonnage, la résolution du manomètre et la répétabilité de mesure estimée à partir de l'écart-type expérimental.

After 24 hours stabilization in temperature, the apparatus is conditioned by two successive rises with the maximum pressure. The calibration is performed in one cycle, by increasing and decreasing pressure. Measurements with 20, 50 and 80% of the FS are carried out 3 times in order to determine the experimental standard deviation. The uncertainty on the deviation takes into account the uncertainty of the standard, the resolution of the pressure display and the experimental standard deviation.

CERTIFICAT D'ETALONNAGE N° FR251320991**ETALONNAGE D'UN CHAINE DE MESURE DE PRESSION****1. IDENTIFICATION :**

L'appareil à étalonner a les caractéristiques suivantes :

CONSTRUCTEUR : JUMO
TYPE : 4AP30-242
ETENDUE DE MESURE : -1 / 20 bar relatif
N° DE SERIE : 99512930200001
N° D'IDENTIFICATION : 196 + 08351/2

2.METHODE D'ETALONNAGE:

L'étalonnage est effectué par comparaison directe : - avec un manomètre relatif DRUCK PACE 6000 n° 3232764 , étalon de référence et dont l'incertitude sur la mesure de la pression P dans le domaine de - 95 à 2000 kPa est de (à 2 incertitudes-types) :

$$(\quad 150 \quad \text{Pa} + \quad 5,50\text{E-}05 \cdot \text{Pr})$$

Ce certificat d'étalonnage garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au Système international d'unités (SI).

3.CONDITIONS D'ETALONNAGE :

L'étalonnage est effectué dans les conditions suivantes :

Lieu : Agence de Cherbourg
Fluide de travail : azote
Pression atmosphérique : 1005 hPa
Accélération pesanteur g : 9,8101345 ms⁻²
Température ambiante : (20±2) °C
Humidité ambiante : (50±20) % H.R.
Niveau de référence : raccord de sortie

4.PROCEDURE D'ETALONNAGE :

Après stabilisation en température, l'appareil est conditionné par deux montées successives à la pression maximale.

L'étalonnage comporte un cycle 11 points de mesure par pression croissante puis décroissante et 4 séries de 3 points afin d'évaluer la répétabilité.

Les opérations suivantes sont effectuées :

Réglage du zéro : oui
Ajustage de l'étendue de mesure : non

CERTIFICAT D'ETALONNAGE N° FR251320991**5.RESULTATS :**

DATE DE L'ETALONNAGE : 15-janv-24
ETALONNAGE REALISE PAR : M. LEBLOND

Les tableaux des résultats fournissent les indications suivantes :

- La pression de référence : Pr
- L' indication du manomètre au cours du cycle : Pm
- L'écart par rapport à la pression de référence
- L'incertitude sur la détermination de l'écart
- Les écart-types observés pour les différents essais de répétabilité

Résolution appareil : **0,001 bar**

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à 2 fois l'incertitude-type composée. Les incertitudes-types ont été calculées en tenant compte des différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyen d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité.

Mise en garde :

En utilisation, l'incertitude sur la pression mesurée par le manomètre étalonné doit être estimée en tenant compte des conditions d'utilisation et d'environnement locales.

Calcul de l'incertitude sur la détermination de l'écart

$$I = 2 \cdot \sqrt{R^2 + \left(\frac{r}{2 \cdot \sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{I_E}{2}\right)^2}$$

Avec :

I étant égale à l'incertitude sur l'écart
R étant égale à la répétabilité maximum lors des 4 séries de 3 points
r étant égale à la résolution de l'appareil à étalonner
I_E étant égale à l'incertitude sur la pression de référence

CERTIFICAT D'ETALONNAGE N° FR251320991

VALEURS RELEVÉES5.1 ETALONNAGE

| PRESSION DE REFERENCE Pr | | INDICATION DU MANOMETRE Pm | ECART Pm-Pr | INCERTITUDE SUR L'ECART |
|-----------------------------------|---------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| (kPa) | bar | bar | bar | bar |
| -94,98 | -0,9498 | -0,950 | -0,0002 | 0,0028 |
| 99,97 | 0,9997 | 1,000 | 0,0003 | 0,0028 |
| 299,96 | 2,9996 | 2,998 | -0,0016 | 0,0029 |
| 499,94 | 4,9994 | 4,995 | -0,0044 | 0,0030 |
| 699,92 | 6,9992 | 6,991 | -0,0082 | 0,0030 |
| 899,90 | 8,9990 | 8,983 | -0,0160 | 0,0031 |
| 1 099,88 | 10,9988 | 10,973 | -0,0258 | 0,0032 |
| 1 299,86 | 12,9986 | 12,963 | -0,0356 | 0,0033 |
| 1 499,84 | 14,9984 | 14,950 | -0,0484 | 0,0033 |
| 1 699,82 | 16,9982 | 16,933 | -0,0652 | 0,0034 |
| 1 949,79 | 19,4979 | 19,411 | -0,0869 | 0,0035 |
| 1 949,79 | 19,4979 | 19,411 | -0,0869 | 0,0035 |
| 1 699,82 | 16,9982 | 16,933 | -0,0652 | 0,0034 |
| 1 499,84 | 14,9984 | 14,948 | -0,0504 | 0,0033 |
| 1 299,86 | 12,9986 | 12,963 | -0,0356 | 0,0033 |
| 1 099,88 | 10,9988 | 10,973 | -0,0258 | 0,0032 |
| 899,90 | 8,9990 | 8,983 | -0,0160 | 0,0031 |
| 699,92 | 6,9992 | 6,989 | -0,0102 | 0,0030 |
| 499,94 | 4,9994 | 4,994 | -0,0054 | 0,0030 |
| 299,96 | 2,9996 | 2,997 | -0,0026 | 0,0029 |
| 99,97 | 0,9997 | 0,998 | -0,0017 | 0,0028 |
| -94,98 | -0,9498 | -0,953 | -0,0032 | 0,0028 |

CERTIFICAT D'ETALONNAGE N° FR251320991

5.2 REPETABILITE

| Valeur étalon bar | Valeur appareil bar | Ecart bar |
|-------------------------|---------------------------|--------------|
| -0,9498 | -0,952 | -0,0022 |
| -0,9498 | -0,953 | -0,0032 |
| -0,9498 | -0,953 | -0,0032 |
| Ecart-type | | 0,0006 |

| Valeur étalon bar | Valeur appareil bar | Ecart bar |
|-------------------------|---------------------------|--------------|
| 2,9996 | 2,998 | -0,0016 |
| 2,9996 | 2,998 | -0,0016 |
| 2,9996 | 3,000 | 0,0004 |
| Ecart-type | | 0,0012 |

| Valeur étalon bar | Valeur appareil bar | Ecart bar |
|-------------------------|---------------------------|--------------|
| 8,9990 | 8,983 | -0,0160 |
| 8,9990 | 8,983 | -0,0160 |
| 8,9990 | 8,983 | -0,0160 |
| Ecart-type | | 0,0000 |

| Valeur étalon bar | Valeur appareil bar | Ecart bar |
|-------------------------|---------------------------|--------------|
| 14,9984 | 14,950 | -0,0484 |
| 14,9984 | 14,948 | -0,0504 |
| 14,9984 | 14,950 | -0,0484 |
| Ecart-type | | 0,0012 |

Section Laboratoires

ATTESTATION D'ACCREDITATION**ACCREDITATION CERTIFICATE****N° 2-7148**

Le Comité Français d'Accréditation (Cofrac) atteste que :
The French Committee for Accreditation (Cofrac) certifies that :

TRESCAL

N° SIREN : 562047050

Satisfait aux exigences de la norme **NF EN ISO/IEC 17025 : 2017**
Fulfils the requirements of the standard

et aux règles d'application du Cofrac pour les activités d'analyses/essais/étalonnages en :
and Cofrac rules of application for the activities of testing/calibration in :

HYGROMETRIE*HYGROMETRY***TEMPERATURE***TEMPERATURE***DIMENSIONNEL***DIMENSIONAL***FORCE ET COUPLE***FORCE AND TORQUE***MASSE ET VOLUME MASSE***MASS AND VOLUME / MASS***PRESSION ET VIDE PRESSION ABSOLUE - PRESSION DIFFERENTIELLE - PRESSION RELATIVE***PRESSURE AND VACCUM / ABSOLUTE PRESSURE - DIFFERENTIAL PRESSURE - RELATIVE PRESSURE***TEMPS ET FREQUENCE***TIME AND FREQUENCY***FLUIDES EN ECOULEMENT DEBITMETRIE GAZEUSE - DEBITMETRIE LIQUIDE***FLUID FLOW / GAS FLOW MEASUREMENT - LIQUID FLOW MEASUREMENT***ACOUSTIQUE ET ULTRASONS***ACOUSTICS AND ULTRASOUND***ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE***HIGH FREQUENCY ELECTRICITY***ACCELEROMETRIE, VITESSE ET DEPLACEMENT***ACCELEROMETRY, VELOCITY AND DISPLACEMENT***ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE COURANT CONTINU - COURANT ALTERNATIF***DIRECT CURRENT AND LOW FREQUENCY ELECTRICITY / DIRECT CURRENT - ALTERNATIVE CURRENT*réalisées par / *performed by :***TRESCAL****24 – 26 RUE DE VILLENEUVE****94150 RUNGIS**

et précisément décrites dans l'annexe technique jointe
and precisely described in the attached technical appendix

L'accréditation suivant la norme internationale homologuée NF EN ISO/IEC 17025 est la preuve de la compétence technique du laboratoire dans un domaine d'activités clairement défini et du bon fonctionnement dans ce laboratoire d'un système de management adapté (cf. communiqué conjoint ISO-ILAC-IAF en vigueur disponible sur le site internet du Cofrac www.cofrac.fr)

Accreditation in accordance with the recognised international standard NF EN ISO/IEC 17025 demonstrates the technical competence of the laboratory for a defined scope and the proper operation in this laboratory of an appropriate management system (see current Joint ISO-ILAC-IAF Communiqué available on Cofrac web site www.cofrac.fr).

Le Cofrac est signataire de l'accord multilatéral d'EA pour l'accréditation, pour les activités objets de la présente attestation.

Cofrac is signatory of the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement for accreditation for the activities covered by this certificate.

Date de prise d'effet / *granting date* : **01/05/2023**

Date de fin de validité / *expiry date* : **30/04/2028**

Pour le Directeur Général et par délégation
On behalf of the General Director

Le Responsable du Pôle Bâtiment-Electricité,
Pole manager - Building-Electricity,

Kerno MOUTARD

La présente attestation n'est valide qu'accompagnée de l'annexe technique.

This certificate is only valid if associated with the technical appendix.

L'accréditation peut être suspendue, modifiée ou retirée à tout moment. Pour une utilisation appropriée, la portée de l'accréditation et sa validité doivent être vérifiées sur le site internet du Cofrac (www.cofrac.fr).

The accreditation can be suspended, modified or withdrawn at any time. For a proper use, the scope of accreditation and its validity should be checked on the Cofrac website (www.cofrac.fr).

Seul le texte en français peut engager la responsabilité du Cofrac.

The Cofrac's liability applies only to the french text.

Comité Français d'Accréditation - 52, rue Jacques Hillairet 75012 PARIS

Tél. : +33 (0)1 44 68 82 20 – Fax : 33 (0)1 44 68 82 21

Siret : 397 879 487 00031

www.cofrac.fr

ANNEXE TECHNIQUE

à l'attestation N° 2-7148

L'accréditation concerne les prestations réalisées par :

TRESCAL
24 – 26 RUE DE VILLENEUVE
94150 RUNGIS

Dans ses sites :

Agence d'Aix-en-Provence
ZA DE L'AVAGON - 18 RUE GUY DE MAUPASSANT
13170 LES PENNES-MIRABEAU

DIMENSIONNEL 8
Contact : Monsieur Stéphane MOUTON
E-mail : stephane.mouton@trescal.com

Agence d'Arras
3 RUE CAMILLE GUERIN
62217 TILLOY-LES-MOFFLAINES

DIMENSIONNEL 14
Contact : Madame Ingrid MANUSZAK
E-mail : ingrid.manuszak@trescal.com

Agence de Bollène
LE LAUZON
RUE NELSON MANDELA
84500 BOLLENE

FORCE ET COUPLE 21
PRESSION ET VIDE 22
Contact : Monsieur Hervé LOPEZ
E-mail : herve.lopez@trescal.com
Tél. : 04 13 76 02 26

Agence de Châtelleraut

ZI

AV LA NAURAI BACHAUD

86530 NAINTRE

DIMENSIONNEL 24

Contact : **Monsieur Laurent TILLET**E-mail : laurent.tillet@trescal.com**Agence de Cherbourg**

LE SEXTANT, PA DES FOURCHES

RUE DES VINDITS

50130 CHERBOURG-EN-COTENTIN

FLUIDES EN ECOULEMENT / DEBIMETRIE GAZEUSE 31

Contact : **Monsieur Fabrice MOUCHEL**E-mail : fabrice.mouchel@trescal.com

FLUIDE EN ECOULEMENT / DEBIMETRIE LIQUIDE 33

Contact : **Monsieur Jean-Yves BRANTHONNE**E-mail : jean-yves.branthonne@trescal.com

ELECTRICITE MAGNETISME 35

Contact : **Madame Nathalie ONFROY**E-mail : nathalie.onfroy@trescal.com

PRESSION ET VIDE 40

Contact : **Monsieur Laurent DIGARD**E-mail : laurent.digard@trescal.com

TEMPERATURE 44

Contact : **Monsieur Stéphane BIHEL**E-mail : stephane.bihel@trescal.com**Agence de Grenoble**

TRESICAL - Agence de Grenoble

5 ALL DE BETHLEEM

38610 GIERES

PRESSION ET VIDE 46

Contact : **Monsieur Renaud GUILHOU**E-mail : renaud.guilhou@trescal.com

Agence de Lyon
7 RUE DE LOMBARDIE
69800 SAINT-PRIEST

ELECTRICITE MAGNETISME 51
 Contact : **Monsieur Christian CROZIER**
 E-mail : cristian.crozier@trescal.com

MASSE ET VOLUME 66
 TEMPERATURE 67
 Contact : **Monsieur Philippe CHABERT**
 E-mail : philippe.chabert@trescal.com

Agence de Metz
ZI SAINTE AGATHE
10 RUE PILATRE DE ROZIER - BP 70109
57192 FLORANGE CEDEX

ELECTRICITE MAGNETISME 68
 Contact : **Monsieur Manuel TEIXEIRA**
 E-mail : manuel.teixeira@trescal.com

PRESSION ET VIDE 75
 Contact : **Monsieur Pierre HIRTZMANN**
 E-mail : pierre.hirtzmann@trescal.com

Agence de Montbéliard
MIDDLE TECH 3 & 4
1660 ALL HENRI HUGONIOT
25600 BROGNARD

DIMENSIONNEL 83
 PRESSION ET VIDE 87
 Contact : **Monsieur Nicolas PILLODS**
 E-mail : nicolas.pillods@trescal.com
 Tél : 03.84.90.07.42

Agence de Nantes
PARC ZONE INDUSTRIELLE TOURNEBRIDE
5 RUE THOMAS EDISON
44118 LA CHEVROLIERE

FORCE ET COUPLE 88

Agence de Rennes
4 RUE DE L'OSERAIE
35510 CESSON-SEVIGNE

ELECTRICITE MAGNETISME 90
 TEMPS ET FREQUENCE 96
 Contact : **Monsieur Michel SAMARAN**
 E-mail : michel.samaran@trescal.com

Agence de Roissy
294 AV DU BOIS DE LA PIE
95700 ROISSY-EN-FRANCE

ELECTRICITE MAGNETISME 97

Contact : **Monsieur Thierry SIROUX**

E-mail : thierry.siroux@trescal.com

HYGROMETRIE..... 116

Contact : **Monsieur Fabrice MOUCHEL**

E-mail : fabrice.mouchel@trescal.com

TEMPERATURE 118

Contact : **Madame Morgane RAOULT**

E-mail : morgane.raoult@trescal.com

TEMPS ET FREQUENCE 123

Contact : **Monsieur Thierry SIROUX**

E-mail : thierry.siroux@trescal.com

Agence de Rungis

24 – 26 RUE DE VILLENEUVE
94150 RUNGIS

ACCELEROMETRIE, VITESSE ET DEPLACEMENT 131

Contact : **Monsieur Fabien RIDET**

E-mail : fabien.ridet@trescal.com

ACOUSTIQUE ET ULTRASONS..... 133

Contact : **Monsieur Régis MILLOTTE**

E-mail : regis.millotte@trescal.com

FORCE ET COUPLE..... 135

Contact : **Monsieur Fabien RIDET**

E-mail : fabien.ridet@trescal.com

Agence de Toulon

169 AV DES BOUSQUETS
83390 CUERS

ELECTRICITE MAGNETISME 136

Contact : **Monsieur Michel SAMARAN**

E-mail : michel.samaran@trescal.com

Agence de Toulouse
23 AV JEAN FRANCOIS CHAMPOLLION
31100 TOULOUSE

ELECTRICITE MAGNETISME 142
 Contact : **Monsieur Michel SAMARAN**
 E-mail : michel.samaran@trescal.com

HYGROMETRIE..... 168
 Contact : **Monsieur Victor PLA**
 E-mail : victor.pla@trescal.com

DIMENSIONNEL 172
 Contact : **Monsieur Mathieu de SEVERAC**
 E-mail : mathieudeseverac@trescal.com

TEMPERATURE 176
 Contact : **Monsieur Victor PLA**
 E-mail : victor.pla@trescal.com

TEMPS ET FREQUENCE 182
 Contact : **Monsieur Michel SAMARAN**
 E-mail : michel.samaran@trescal.com

Agence de Vendôme
PARC TECHNOLOGIQUE BOIS DE L'ORATOIRE
RUE DE MONS
41100 VENDOME

FORCE COUPLE 186

MASSE ET VOLUME 187
 Contact : **Monsieur Bertrand JACQUIN**
 E-mail : bertrand.jacquin@trescal.com

DIMENSIONNEL 189
 Contact : **Monsieur Hervé BOYER**
 E-mail : herve.boyer@trescal.com

Elle porte sur : voir pages suivantes

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres à bouts | | | | | | | |
|---|---|--|---|------------------------|--|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Cale étalon à bouts plans parallèles</u> en acier | Longueur au centre Ecart de longueur Variation de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,08 \mu\text{m} + 1,4 \times 10^{-6} \times L$ $0,08 \mu\text{m} + 1,4 \times 10^{-6} \times L$ $0,07 \mu\text{m}$ | $0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0060 | Comparateur de cales étalons Cales étalons de référence | En labo |
| | Longueur au centre <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $1 \mu\text{m} + 3,6 \times 10^{-6} \times L$ | $100 \text{ mm} < L \leq 275 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0080 | Banc de mesure unidirectionnel Cales étalons de référence | |
| <u>Broche à bouts plans parallèles</u> en acier | Longueur au centre | $1 \mu\text{m} + 3,6 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 275 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Cales étalons de référence | En labo |
| <u>Broche à bouts sphériques</u> en acier | Longueur maximale <i>NF E 11-015 (08/2009)</i> <i>Norme annulée</i> | $1,5 \mu\text{m} + 3 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-015 (08/2009) Norme annulée Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Broches à bouts sphériques de référence | En labo |

DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres matérialisant un diamètre

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|---|--|---|--|--|---|---|---------------------|
| <u>Pige cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre repéré <i>NF E 11-017 (12/1996)</i> | $1 \mu\text{m} + 3,3 \times 10^{-6} \times D$ | $1 \text{ mm} \leq D \leq 20 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-017 (12/1996) Procédure PVF-0066 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence | En labo |
| <u>Tampon cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre local <i>NF E 11-012 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | $1 \mu\text{m} + 3,3 \times 10^{-6} \times D$ | $1 \text{ mm} \leq D \leq 200 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-012 (12/1992) Norme annulée Procédures PVF-069 et PVF-0070 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence | En labo |
| <u>Bague cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre local <i>NF E 11-011 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | $1 \mu\text{m} + 2 \times 10^{-6} \times D$ | $10 \text{ mm} \leq D \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique avec palpeurs coudés | NF E 11-011 (12/1992) Norme annulée Procédures PVF-0067 et PVF-0068 | Banc de mesure unidirectionnel Bagues lisses étalons de référence | En labo |

DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres filetés

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|--|---------------------|---|------------------------|---|--|---------------------|
| <u>Tampon fileté cylindrique</u> Profil triangulaire symétrique $\alpha = 60^\circ$ | Diamètre sur flancs simple <i>XP E 03-110 (12/2003)</i> | $2 \mu\text{m}$ | $1 \text{ mm} \leq D \leq 200 \text{ mm}$ $0,3 \text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 6 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0072 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence Jeux de 3 piges cylindriques lisses | En labo |

α : angle du triangle générateur

DIMENSIONNEL / Instruments de mesure de longueur

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|---|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <u>Indicateur de position de machine à mesurer</u> | Erreur d'indication | $0,4 \mu\text{m} + 2,2 \times 10^{-6} \times L^*$ | $L \leq 2\,000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | Procédure PCDI-AIX-0001 | Interféromètre laser | En labo et sur site (*) |

(*) Etalonnage pouvant être réalisé sur site avec dégradation des incertitudes suivant l'équipement à étalonner et selon les conditions d'environnement

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables | | | | | | | |
|---|---|---|-------------------------|------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Pied à coulisse</u> $q = 10, 20$ et $50 \mu\text{m}$ | <p>Mesurages d'extérieur avec les becs principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur d'indication contact pleine touche - Erreur d'indication contact sur surface limitée - Erreur d'indication de contact linéaire - Erreur de fidélité <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs <ul style="list-style-type: none"> - Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux <p><i>NF E 11-091 (03/2013)</i></p> | $8 \mu\text{m} + q + 4 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 4 \times 10^{-6} \times L$ $10 \mu\text{m} + q$ - $2 q$ $8 \mu\text{m} + q$ | $L \leq 500 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-091 (03/2013) Procédure PVF-0029 | Cales étalons de travail Bagues lisses étalons Piges étalon | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $8 \mu\text{m} + q + 4.10^{-6} \times L$ - $10 \mu\text{m}$ | $L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-096 (10/2013) Procédure PVF-0030 | Cales étalons de travail Marbre de référence | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 20 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $8 \mu\text{m} + q + 4 \times 10^{-6} \times L$ - $20 \mu\text{m}$ | | | | | |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 1$ et $2 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $1 \mu\text{m} + q + 10 \times 10^{-6} \times L$ $1 \mu\text{m} + q + 10 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 500 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-095 (10/2013) Procédure PVF-0031 | Cales étalons de travail | En labo |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 5$ et $10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $4 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ $4 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ - | | | | | |

q : pas de quantification

DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|---|---|--|------------------------|------------------------|--|---|---------------------|
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 1$ et $2 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | $2 \mu\text{m}$ $2 \mu\text{m}$ $2 \mu\text{m}$ - | $L \leq 25 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-057 (04/2016) Procédure PVF-0034 | Banc de mesure équipé d'un capteur de translation | En labo |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | $4 \mu\text{m}$ $4 \mu\text{m}$ $4 \mu\text{m}$ - | | | | | |
| <u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E11-056 (04/2016)</i> | $2,5 \mu\text{m}$ - | $L \leq 25 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-056 (04/2016) Procédure PVF-0039 | Banc de mesure équipé d'un capteur de translation | En labo |
| <u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E11-056 (04/2016)</i> | $12 \mu\text{m}$ - | | | | | |

q : pas de quantification

DIMENSIONNEL / Générateurs d'angle par division de cercle

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée ** | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|---|---|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|----------------------|
| <u>Codeur angulaire</u> <u>Plateau circulaire</u> $q = 0,1''$ | Erreur d'indication angulaire <i>NF E 11-300 (02/1986)</i> | 4'' | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | Comparaison interférométrique | Procédure interne PCDI-AIX-0002 | Interféromètre laser avec option angle Codeur angulaire | En labo et sur site* |

α : angle mesuré

(*) Etalonnages pouvant être réalisés sur site avec dégradation des incertitudes suivant l'équipement à étalonner et selon les conditions d'environnement.

DIMENSIONNEL / Instruments de mesure d'angles

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée ** | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|---|--|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|---------------------|
| <u>Niveau électronique</u> $q = 1''$ | Erreur de justesse <i>NF E 11-302 (06/1984)</i> | 4'' | $-2^\circ \leq \alpha \leq +2^\circ$ | Comparaison interférométrique | Procédure interne PCDI-AIX-0002 | Interféromètre Laser avec option angle Codeur angulaire | En labo |
| <u>Clinomètre</u> $q = 0,1''$ | Erreur de justesse | 0,1° | $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | Comparaison interférométrique | Procédure interne PCDI-AIX-0002 | | |

α : angle mesuré

L'incertitude mentionnée est la meilleure incertitude pour laquelle le laboratoire est accrédité. Cette incertitude peut être dégradée en fonction des caractéristiques de l'instrument étalonné (résolution, répétabilité...). Il appartient au laboratoire de tenir à jour un bilan des incertitudes dissociées aux étalonnages associés.

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Pour les méthodes internes, les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

Site : Agence d'Arras - 3 RUE CAMILLE GUERIN - 62217 TILLOY-LES-MOFFLAINES

Les incertitudes élargies correspondent aux aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) du laboratoire pour une probabilité de couverture de 95 %.

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres à bouts | | | | | | | |
|---|---|--|---|------------------------|---|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Cale étalon à bouts plans parallèles</u> en acier | Longueur au centre Ecart de longueur Variation de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,08 \mu\text{m} + 2 \times 10^{-6} \times L$ $0,08 \mu\text{m} + 2 \times 10^{-6} \times L$ $0,07 \mu\text{m}$ | $0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650(03/1999) Procédure PVF-0060 | Comparateur de cales étalons Cales étalons de référence | En labo |
| <u>Broche à bouts plans parallèles étalon</u> en acier | Longueur au centre | $1,2 \mu\text{m} + 2,8 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 275 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Cales étalons de référence | En labo |

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres matérialisant un diamètre | | | | | | | |
|--|--|---------------------|--|--|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Pige cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre repéré Variation de diamètre <i>NF E 11-017 (12/1996)</i> | 1,0 µm 0,5 µm | $0,1 \text{ mm} \leq D \leq 20 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-017 (12/1996) Procédure PVF-0066 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence | En labo |
| <u>Tampon cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre local <i>NF E 11-012 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | 1,5 µm | $1 \text{ mm} \leq D \leq 200 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-012 (12/1992) Norme annulée Procédures PVF-0069 et PVF-0070 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence | En labo |
| <u>Bague cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre local <i>NF E 11-011 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | 1,5 µm | $10 \text{ mm} \leq D \leq 150 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique avec palpeurs coudés | NF E 11-011 (12/1992) Norme annulée Procédures PVF-0067 et PVF-0068 | Banc de mesure unidirectionnel Bagues lisses étalons de référence | En labo |

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres filetés | | | | | | | |
|--|--|---------------------|---|------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Tampon fileté cylindrique</u> Profil triangulaire symétrique $\alpha = 60^\circ$ | Diamètre sur flancs simple <i>XP E 03-110 (12/2003)</i> | 2 µm | $1 \text{ mm} \leq D \leq 200 \text{ mm}$ $0,3 \text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 6 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0072 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence Jeux de 3 piges cylindriques | En labo |
| <u>Bague filetée cylindrique</u> Profil triangulaire symétrique $\alpha = 60^\circ$ | Diamètre sur flancs simple <i>XP E 03-110 (12/2003)</i> | 2,5 µm | $3 \text{ mm} \leq D \leq 150 \text{ mm}$ $0,5 \text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 2,5 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0071 | Banc de mesure unidirectionnel Cylindres à rainures $\alpha = 60^\circ$ | En labo |

α : angle du triangle générateur

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables | | | | | | | |
|--|--|---|----------------------------|------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Pied à coulisse</u> $q = 10, 20$ et $50 \mu\text{m}$ | <p>Mesurages d'extérieur avec les becs principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur d'indication contact pleine touche - Erreur d'indication contact sur surface limitée - Erreur d'indication de contact linéaire - Erreur de fidélité <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs - Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux <p><i>NF E 11-091 (03/2013)</i></p> | $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ - $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 1\,000 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-091 (03/2013) Procédure PVF-0029 | Cales étalons de travail Bagues lisses étalons Piges étalon | En labo |
| <u>Pied à coulisse</u> $q = 10, 20$ et $50 \mu\text{m}$ | <p>Mesurages d'extérieur avec les becs principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur d'indication contact pleine touche - Erreur d'indication contact sur surface limitée - Erreur d'indication de contact linéaire - Erreur de fidélité <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs - Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux <p><i>NF E 11-091 (03/2013)</i></p> | $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ - $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 14 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 500 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-091 (03/2013) Procédure PVF-0029 | Cales étalons de travail Bagues lisses étalons Piges étalon | Sur site |

q : pas de quantification

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite) | | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------|------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $30 \mu\text{m} + 12 \times 10^{-6} \times L$ - $11 \mu\text{m}$ | $L \leq 600 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-096 (10/2013) Procédure PVF-0030 | Cales étalons de travail Marbre de référence | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 20 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $30 \mu\text{m} + 11 \times 10^{-6} \times L$ - $17 \mu\text{m}$ | | | | | |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 50 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $60 \mu\text{m} + 9 \times 10^{-6} \times L$ - $41 \mu\text{m}$ | | | | | |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $30 \mu\text{m} + 12 \times 10^{-6} \times L$ - $11 \mu\text{m}$ | $L \leq 500 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-096 (10/2013) Procédure PVF-0030 | Cales étalons de travail Marbre de référence | Sur site |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 20 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $30 \mu\text{m} + 11 \times 10^{-6} \times L$ - $17 \mu\text{m}$ | | | | | |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 50 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $60 \mu\text{m} + 9 \times 10^{-6} \times L$ - $41 \mu\text{m}$ | | | | | |

q : pas de quantification

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite) | | | | | | | |
|---|---|---|-------------------------|------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 1$ et $2 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $3,3 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ $3,3 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 200 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-095 (10/2013) Procédure PVF-0031 | Cales étalons de travail | En labo |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface* Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $3,6 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ $3,6 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 500 \text{ mm}$ | | | | |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 1$ et $2 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $3,3 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ $3,3 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 200 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-095 (10/2013) Procédure PVF-0031 | Cales étalons de travail | Sur site |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface* Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $3,6 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ $3,6 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 200 \text{ mm}$ | | | | |
| <u>Comparateur à affichage numérique à tige rentrante radiale</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E11-056 (04/2016)</i> | $4 \mu\text{m}$ - | $L \leq 50 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-056 (04/2016) Procédure PVF-0039 | Butée micrométrique avec comparateur électronique | En labo |
| <u>Comparateur à affichage numérique à tige rentrante radiale</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E11-056 (04/2016)</i> | $12 \mu\text{m}$ - | | | | | |
| <u>Comparateur à affichage numérique à tige rentrante radiale</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E11-056 (04/2016)</i> | $4 \mu\text{m}$ - | $L \leq 25 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-056 (04/2016) Procédure PVF-0039 | Butée micrométrique avec comparateur électronique | Sur site |
| <u>Comparateur à affichage numérique à tige rentrante radiale</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E11-056 (04/2016)</i> | $14 \mu\text{m}$ - | | | | | |

q : pas de quantification

* $L \leq 300 \text{ mm}$

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite) | | | | | | | |
|---|--|--|------------------------|------------------------|--|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-057 (04/2016)</i> | 2,5 μm 2,5 μm 2,5 μm - | $L \leq 50 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-057 (04/2016) Procédure PVF-0034 | Butée micrométrique avec comparateur électronique | En labo |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-057 (04/2016)</i> | 5 μm 4 μm 4 μm - | | | | | |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-057 (04/2016)</i> | 3,5 μm 3,5 μm 2,5 μm - | $L \leq 25 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-057 (04/2016) Procédure PVF-0034 | Butée micrométrique avec comparateur électronique | Sur site |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-057 (04/2016)</i> | 5 μm 4 μm 4 μm - | | | | | |

q : pas de quantification

* $L \leq 300 \text{ mm}$

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite) | | | | | | | |
|---|---|--|---|------------------------|---|---------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> $q = 1$ et $2 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-053 (10/2013)</i> | $3 \mu\text{m}$ $3 \mu\text{m}$ $3 \mu\text{m}$ - | $L \leq 3 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-053 (10/2013) Procédure PVF-0040 | Banc de mesure de comparateur | En labo |
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-053 (10/2013)</i> | $4 \mu\text{m}$ $4 \mu\text{m}$ $4 \mu\text{m}$ - | | | | | |
| <u>Micromètre d'intérieur à 2 ou 3 touches dit "alésomètre"</u> $q = 1, 2, 5$ et $10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication <i>NF E 11-099 (12/1993)</i> | $6,3 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-6} \times L$ | $2 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-099 (12/1993) Procédure PVF-0033 | Bagues lisses étalon de travail | En labo |
| <u>Mesureur d'épaisseur à cadran et numérique</u> $q = 10, 20 \mu\text{m}$ et $q = 100 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication | $20 \mu\text{m}$ | $L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0058 | Cales étalons de travail | En labo |
| <u>Trusquin de mesure avec palpeur</u> $q = 10$ et $q = 20 \mu\text{m}$ | Erreur de justesse | $27 \mu\text{m} + 12 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 700 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0047 | Cales étalons de travail | En labo |
| <u>Trusquin de mesure avec palpeur</u> $q = 50 \mu\text{m}$ | Erreur de justesse | $45 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-6} \times L$ | | | | | |

q : pas de quantification

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Pour les méthodes internes, les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| FORCE ET COUPLE / Couple | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Instruments de mesure de couple | Moment d'une force (couple) | 0,5 à 50 N · m | $0,050 \text{ N} \cdot \text{m} + 0,0040 \times C$ | Méthode interne n° PCCP-BOL-0001-A | Couple engendré par un bras de levier associé à des masses étalons | En laboratoire |
| | | 10 à 100 N · m | $0,080 \text{ N} \cdot \text{m} + 0,0020 \times C$ | | | |
| | | 100 à 1 000 N · m | $0,20 \text{ N} \cdot \text{m} + 0,0020 \times C$ | | | |
| | | 100 à 5 000 N · m | $0,50 \text{ N} \cdot \text{m} + 0,0020 \times C$ | | | |

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative gaz | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|--|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre métallique, manomètre numérique | Erreur d'indication | 20 à 700 kPa | $8,0 \text{ Pa} + 1,4 \times 10^{-4} \times P_r$ | Méthode interne n° PCPV-BOL-0004 | Comparaison à une balance de pression | En laboratoire |
| | | 100 à 7 000 kPa | $26 \text{ Pa} + 2,6 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative liquide | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|--|----------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre métallique, manomètre numérique | Erreur d'indication | 0,4 à 6 MPa | $120 \text{ Pa} + 1,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | Méthode interne n° PCPV-BOL-0004 | Comparaison à une balance de pression Fluide : huile | En laboratoire |
| | | 6 à 120 MPa | $650 \text{ Pa} + 1,8 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |

Avec P_r = Pression relative

| PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue gaz | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|---|----------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre métallique, manomètre numérique | Erreur d'indication | 80 à 115 kPa | $15 \text{ Pa} + 2,2 \times 10^{-5} \times P$ | Méthode interne n° PCPV-BOL-0004 | Comparaison à un manomètre absolu | En laboratoire |
| | | 120 à 800 kPa | $24 \text{ Pa} + 1,4 \times 10^{-4} \times P$ | | Comparaison à une balance manométrique associée au manomètre absolu | |
| | | 200 à 7 100 kPa | $30 \text{ Pa} + 2,6 \times 10^{-4} \times P$ | | | |

| PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue liquide | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|--|----------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Manomètre métallique, manomètre numérique | Erreur d'indication | 0,5 à 6,1 MPa | $122 \text{ Pa} + 1,6 \times 10^{-4} \times P$ | Méthode interne n° PCPV-BOL-0004 | Comparaison à une balance manométrique associée au manomètre absolu | En laboratoire |
| | | 6,1 à 120,1 MPa | $651 \text{ Pa} + 1,9 \times 10^{-4} \times P$ | | Fluide : huile | |

Avec P = Pression absolue

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres à bouts | | | | | | | |
|---|---|--|---|--------------------------|--|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Cale étalon à bouts plans parallèles</u> en acier | Longueur au centre Ecart de longueur Variation de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,13 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-6} \times L$ $0,13 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-6} \times L$ $0,09 \mu\text{m}$ | $0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0060 | Comparateur de cales étalons Cales étalons de référence | En labo |
| | Longueur au centre Ecart de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,9 \mu\text{m} + 2,5 \times 10^{-6} \times L$ $0,9 \mu\text{m} + 2,5 \times 10^{-6} \times L$ | $100 \text{ mm} \leq L \leq 275 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0080 | Banc de mesure unidirectionnel Cales étalons de référence | |
| <u>Broche à bouts sphériques</u> en acier | Longueur maximale <i>NF E 11-015 (08/2009)</i> <i>Norme annulée</i> | $1,3 \mu\text{m} + 1,7 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-015 (08/2009) Norme annulée Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Broches à bouts sphériques de référence | En labo |
| <u>Broche à bouts plans parallèles</u> en acier | Longueur au centre | $1,1 \mu\text{m} + 1,7 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 275 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Cales étalons de référence | En labo |

DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres matérialisant un diamètre

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|--|---|--|--|--|---|---------------------|
| Pige cylindrique lisse en acier | Diamètre repéré NF E 11-017 (12/1996) | 0,9 μm | $0,1 \text{ mm} \leq D \leq 20 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-017 (12/1996) Procédure PVF-0066 | Banc de mesure unidirectionnel Piges étalons de référence | En labo |
| Tampon et jauge plate cylindrique lisse en acier | Diamètre local NF E 11-012 (12/1992) Norme annulée | $0,9 \mu\text{m} + 2 \times 10^{-6} \times D$ | $1 \text{ mm} \leq D \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-012 (12/1992) Norme annulée Procédures PVF-0069, PVF-0070 et PVF-0082 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence | En labo |
| Bague cylindrique lisse en acier | Diamètre local NF E 11-011 (12/1992) Norme annulée | 1,3 μm | $2 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique avec palpeur oscillant | NF E 11-011 (12/1992) Norme annulée Procédures PVF-0067 et PVF-0068 | Banc de mesure unidirectionnel Bagues lisses étalons de référence | En labo |
| | | $1,1 \mu\text{m} + 1,6 \times 10^{-6} \times D$ | $10 \text{ mm} \leq D \leq 200 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique avec palpeurs coudés | | | |

DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres filetés

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|---|---|---|------------------------|---|--|---------------------|
| Tampon fileté cylindrique Profils triangulaires symétriques $\alpha = 55^\circ$ et 60° | Diamètre sur flancs simple XP E 03-110 (12/2003) | $2,3 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-6} \times D$ | $1 \text{ mm} \leq D \leq 250 \text{ mm}$ $0,25 \text{ mm} \leq P \leq 7,257 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0072 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence Jeux de 3 piges cylindriques lisses | En labo |
| Bague filetée cylindrique Profil triangulaire symétrique $\alpha = 55^\circ$ | Diamètre sur flancs simple XP E 03-110 (12/2003) | $3 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-6} \times D$ | $3 \text{ mm} \leq D \leq 125 \text{ mm}$ $0,5 \text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 6 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0071 | Banc de mesure unidirectionnel Cylindres à rainures $\alpha = 55^\circ$ | En labo |
| Bague filetée cylindrique Profil triangulaire symétrique $\alpha = 60^\circ$ | | $2,9 \mu\text{m} + 1,2 \times 10^{-6} \times D$ | | | | Banc de mesure unidirectionnel Cylindres à rainures $\alpha = 60^\circ$ | |

 α : angle du triangle générateur

DIMENSIONNEL / Instruments de mesure de longueurs

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|---|---|--|----------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------|
| <u>Comparateur électronique</u> $q = 0,1 \mu\text{m}$ | Erreur de justesse Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-068 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | 1 μm 1 μm - | $L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-068 (12/1992) Norme annulée Procédure PVF-0054 | Banc de mesure unidirectionnel | En labo |
| <u>Comparateur électronique</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur de justesse Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-068 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | 2,5 μm 2 μm - | | | | Banc d'étalonnage de comparateur | |
| <u>Indicateur de position de machine à mesurer</u> $q = 0,1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication | $0,2 \mu\text{m} + 1,8 \times 10^{-6} \times L(*)$ | $L \leq 1\,000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | Procédure PCDI-NAI-0096 | Interféromètre laser | En labo et sur site (*) |
| <u>Indicateur de position de machine à mesurer</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | | $1,3 \mu\text{m} + 1,1 \times 10^{-6} \times L(*)$ | | | | | |

q : pas de quantification

(*) Etalonnages pouvant être réalisés sur site avec dégradation des incertitudes suivant l'appareil à étalonner et selon les conditions d'environnement.

DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|--|---|--------------------------|------------------------|---|--|---------------------|
| Pied à coulisse $q = 10, 20$ et $50 \mu\text{m}$ | <p>Mesurages d'extérieur avec les becs principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur d'indication contact pleine touche - Erreur d'indication contact sur surface limitée - Erreur d'indication de contact linéaire - Erreur de fidélité <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs - Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux <p><i>NF E 11-091 (03/2013)</i></p> | $8 \mu\text{m} + q + 10 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 10 \times 10^{-6} \times L$ $15 \mu\text{m} + q$ - $15 \mu\text{m} + q$ $15 \mu\text{m} + q$ | $L \leq 1000 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-091 (03/2013) Procédure PVF-0029 | Cales étalons de travail Bagues lisses étalons Piges étalons | En labo |
| Jauge de profondeur à coulisseau $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $20 \mu\text{m} + 5 \times 10^{-6} \times L$ - $10 \mu\text{m}$ | $L \leq 600 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-096 (10/2013) Procédure PVF-0030 | Cales étalons de travail Marbre de référence | En labo |
| Jauge de profondeur à coulisseau $q = 20 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $20 \mu\text{m} + 5 \times 10^{-6} \times L$ - $20 \mu\text{m}$ | | | | | |
| Jauge de profondeur à coulisseau $q = 50 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité Effet de blocage du coulisseau <i>NF E 11-096 (10/2013)</i> | $40 \mu\text{m} + 3 \times 10^{-6} \times L$ - $50 \mu\text{m}$ | | | | | |

q : pas de quantification

DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|---|---|---|------------------------|---|---|---------------------|
| <u>Jauge de profondeur à vis micrométrique</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication <i>NF E 11-097 (02/1998)</i> | $7 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-097 (02/1998) Procédure PVF-0041 | Cales étalons de travail Marbre de référence | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à vis micrométrique</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | | $8 \mu\text{m} + 11 \times 10^{-6} \times L$ | | | | | |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 1 \text{ et } 2 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface* Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $3 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 500 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-095 (10/2013) Procédure PVF-0031 | Cales étalons de travail | En labo |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | | $3 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ - | | | | | |
| <u>Micromètre d'intérieur à 3 touches dit « alésomètre »</u> $q = 1 \text{ et } 2 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication <i>NF E 11-099 (12/1993)</i> | $6 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times D$ | $3,5 \text{ mm} \leq L \leq 200 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-099 (12/1993) Procédure PVF-0033 | Bagues lisses étalons de travail | En labo |
| <u>Micromètre d'intérieur à 3 touches dit « alésomètre »</u> $q = 5 \text{ et } 10 \mu\text{m}$ | | $8 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times D$ | $3,5 \text{ mm} \leq L \leq 300 \text{ mm}$ | | | | |
| <u>Micromètre d'intérieur à 2 touches dit « alésomètre »</u> $q = 1 \text{ et } 2 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication | $6 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times D$ | $3,5 \text{ mm} \leq L \leq 40 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0033 | Bagues lisses étalons de travail | En labo |
| <u>Micromètre d'intérieur à 2 touches dit « alésomètre »</u> $q = 5 \text{ et } 10 \mu\text{m}$ | | $8 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times D$ | | | | | |

 q : pas de quantification* $L \leq 300 \text{ mm}$

DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|---|--|--|-------------------------|------------------------|---|---|---------------------|
| <u>Micromètre d'intérieur à 2 touches dit « jauge micrométrique »</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication <i>XP E 11-098 (12/2000)</i> (Norme annulée) | $4 \mu\text{m} + 14 \times 10^{-6} \times D$ | $L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | <i>XP E 11-098 (12/2000)</i> (Norme annulée) Procédure PVF-0055 | Banc de mesure unidirectionnel Broches à bouts sphériques de référence | En labo |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 1$ et $2 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-057 (04/2016)</i> | 2,6 μm 2,6 μm 1,6 μm - | $L \leq 10 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | <i>NF E11-057 (04/2016)</i> Procédure PVF-0034 | Banc d'étalonnage de comparateurs | En labo |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-057 (04/2016)</i> | 3,5 μm 3,5 μm 2,5 μm - | $L \leq 25 \text{ mm}$ | | | | |
| | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-057 (04/2016)</i> | 5 μm 5 μm 3,5 μm - | $L \leq 100 \text{ mm}$ | | | | |

 q : pas de quantification

DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|---|--|-------------------------|------------------------|---|--------------------------------------|---------------------|
| <u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E11-056 (04/2016)</i> | 4 μm - | $L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-056 (04/2016) Procédure PVF-0039 | Bancs d'étalonnage de comparateurs | En labo |
| <u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E11-056 (04/2016)</i> | 11 μm - | | | | | |
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> $q = 1 \text{ et } 2 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-053 (10/2013)</i> | 3,5 μm 3,5 μm 2 μm - | $L \leq 3,5 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-053 (10/2013) Procédure PVF-0040 | Banc de mesure SYLVAC Palpeur P25 | En labo |
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-053 (10/2013)</i> | 4 μm 4 μm 3 μm - | | | | | |
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> à affichage numérique $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-053 (10/2013)</i> | 3 μm 3 μm 3 μm - | $L \leq 0,8 \text{ mm}$ | | | | |

q : pas de quantification

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Pour les méthodes internes, les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

Site : Agence de Cherbourg - LE SEXTANT, PA DES FOURCHES - RUE DES VINDITS - 50130 CHERBOURG-EN-COTENTIN

| FLUIDES EN ECOULEMENT / Débitmétrie gazeuse / Mesurage massique | | | | | | | |
|---|--|--|--|---------------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Fluide | Etendue de mesure* | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Débitmètres à flotteur, à turbine, massiques à effet thermique Compteurs à soufflets, à roues ovales | Erreur d'indication et/ou sortie courant, tension, fréquence | Air reconstitué | $4,3 \times 10^{-7}$ à $2,15 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ | $4,5 \times 10^{-3} \times Q_m$ | Méthodes internes PT.08QG.05 PT.08QG.07 | Par comparaison à un système étalon : Molbloc en régime laminaire avec une pression amont de 250 kPa, sonde de température, capteurs de pression, chronomètre | En laboratoire |
| | | (20,9 % O ₂ + 79,1 % N ₂) | $2,15 \times 10^{-5}$ à $2,15 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ | $2,5 \times 10^{-3} \times Q_m$ | | | |
| | | Air reconstitué (20 % O ₂ + 80 % N ₂) | $2,15 \times 10^{-4}$ à $2,15 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ | $6,0 \times 10^{-3} \times Q_m$ | | Par comparaison à un système étalon : Molbloc en régime laminaire avec une pression amont de 250 kPa, sonde de température, capteurs de pression, chronomètre | |
| | | Air comprimé | $2,15 \times 10^{-3}$ à $1,08 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ | $4,5 \times 10^{-3} \times Q_m$ | | Par comparaison à un système étalon : Molbloc en régime sonique avec une pression amont comprise entre 50kPa et 500kPa, sonde de température, capteurs de pression, chronomètre | |

(*) dans les limites des pressions de service appliquées à l'étalon et des pertes de charge de l'appareil à étalonner.

 Q_m est le débit massique exprimé en unité du système international.

| FLUIDES EN ECOULEMENT / Débitmétrie gazeuse / Mesurage volumique | | | | | | | |
|---|--|---|-------------------------------------|------------------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Fluide | Etendue de mesure* | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Débitmètres à flotteur, à turbine, massiques à effet thermique Compteurs à soufflets, à roues ovales | Erreur d'indication et/ou sortie courant, tension, fréquence | Air reconstitué (20,9 % O ₂ + 79,1 % N ₂) | 0,02 à 1,0 l(n) · min ⁻¹ | $4,5 \times 10^{-3} \times Q_{Vn}$ | Méthodes internes PT.08QG.05 PT.08QG.07 | Par comparaison à un système étalon : Molbloc en régime laminaire avec une pression amont de 250 kPa, sonde de température, capteurs de pression, chronomètre | En laboratoire |
| | | | 1,0 à 10 l(n) · min ⁻¹ | $2,5 \times 10^{-3} \times Q_{Vn}$ | | | |
| | | Air reconstitué (20 % O ₂ + 80 % N ₂) | 10 à 100 l(n) · min ⁻¹ | $6,0 \times 10^{-3} \times Q_V$ | | Par comparaison à un système étalon : Molbloc en régime laminaire avec une pression amont de 250 kPa, sonde de température, capteurs de pression, chronomètre | |
| | | Air comprimé | 100 à 850 l(n) · min ⁻¹ | $4,5 \times 10^{-3} \times Q_V$ | | Par comparaison à un système étalon : Molbloc en régime sonique avec une pression amont comprise entre 50kPa et 500kPa, sonde de température, capteurs de pression, chronomètre | |

(*) dans les limites des pressions de service appliquées à l'étalon et des pertes de charge de l'appareil à étalonner.

Q_V est le débit volumique exprimé en unité du système international.

Q_{Vn} est le débit volumique exprimé dans les conditions normales de température et pression (273 K et 101 325 Pa).

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

FLUIDES EN ECOULEMENT / DEBITMETRIE LIQUIDE / MESURAGE VOLUMIQUE

| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
|---------------------------------------|-----------------|---|---------------------------------|----------------------------------|---|---------------------|
| Mesureurs de Débit $DN \leq 50$ mm | Débit volumique | $0,01 \leq Q \leq 0,05$ m ³ /h | $1,1 \times 10^{-3} \times q_v$ | Méthode interne PCQL-CHB-0001 | Méthode par Jaugeage et mesure du temps de remplissage | En laboratoire |
| | | $0,05 \leq Q \leq 1,00$ m ³ /h | $7,5 \times 10^{-4} \times q_v$ | | | |
| | | $1,00 \leq Q \leq 15,00$ m ³ /h | $8,0 \times 10^{-4} \times q_v$ | | | |
| | | $15,00 \leq Q \leq 35,00$ m ³ /h | $9,0 \times 10^{-4} \times q_v$ | | | |
| Mesureur de débit $DN < 50$ mm | Débit volumique | $0,01 \leq Q_v \leq 0,15$ m ³ /h | $3,0 \times 10^{-3} \times q_v$ | Méthode interne PC-QL-CHB-02 | Méthode par comparaisons à des débitmètre Coriolis associés à des compteurs d'impulsions et des chronomètres | En laboratoire |
| | | $0,15 \leq Q_v \leq 2,00$ m ³ /h | $3,0 \times 10^{-3} \times q_v$ | | | |
| | | $2,0 \leq Q_v \leq 35,00$ m ³ /h | $3,0 \times 10^{-3} \times q_v$ | | | |

Q est une indication du débit exprimé en m³/h.

q_v est le débit volumique exprimé en unités du Système International.

DN est le diamètre nominal de l'objet soumis à étalonnage, exprimé en mm.

| FLUIDES EN ECOULEMENT / DEBITMETRIE LIQUIDE / MESURAGE VOLUMIQUE | | | | | | |
|--|------------------|---|-------------------------------|----------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Mesureurs de Volume Compteurs volumétriques sans ou avec sortie impulsions $DN \leq 50$ mm | Volume dynamique | $0,01 \leq Q \leq 0,05$ m ³ /h | $1,0 \times 10^{-3} \times V$ | Méthode interne PCQL-CHB-0001 | Méthode par Jaugeage | En laboratoire |
| | | $0,05 \leq Q \leq 1,00$ m ³ /h | $7,5 \times 10^{-4} \times V$ | | | |
| | | $1,00 \leq Q \leq 15,00$ m ³ /h | $8,0 \times 10^{-4} \times V$ | | | |
| | | $15,00 \leq Q \leq 35,00$ m ³ /h | $8,0 \times 10^{-4} \times V$ | | | |
| Mesureur de volume Compteurs volumétriques sans ou avec sortie impulsions $DN < 50$ mm | Volume Dynamique | $0,01 \leq Q_v \leq 0,05$ m ³ /h | $3,0 \times 10^{-3} \times V$ | Méthode interne PC-QL-CHB-02 | Méthode par comparaisons à des débitmètre Coriolis associés à des compteurs d'impulsions et des chronomètres | |
| | | $0,05 \leq Q_v \leq 1,00$ m ³ /h | $3,0 \times 10^{-3} \times V$ | | | |
| | | $0,05 \leq Q_v \leq 1,00$ m ³ /h | $3,0 \times 10^{-3} \times V$ | | | |

Q est une indication du débit exprimé en m³/h.

V est le volume de liquide ayant traversé le mesureur, en unités du Système International.

DN est le diamètre nominal de l'objet soumis à étalonnage, exprimé en mm.

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Différence de potentiel

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Référence de tension Multimètres Calibrateurs Voltmètres Nanovoltmètres Centrales d'acquisition Enregistreur Oscilloscope | Différence de potentiel | Courant continu | 0,01 mV à 100 mV | $2,2 \times 10^{-6} \times U + 0,8 \mu\text{V}$ | Méthode par comparaison directe | Référence Zéner avec un diviseur | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| | | | 100 mV à 1 V | $2,2 \times 10^{-6} \times U + 1 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 1 V à 10 V | $1,5 \times 10^{-6} \times U + 3,5 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 10 V à 100 V | $2 \times 10^{-6} \times U + 40 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 100 V à 1 000 V | $3,6 \times 10^{-6} \times U + 0,4 \text{ mV}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|---------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Multimètres Calibrateurs Voltmètres Centrales d'acquisition Enregistreur Oscilloscope | Différence de potentiel | 40 Hz à 400 Hz | 1 mV à 2 mV | $4 \times 10^{-4} \times U + 6 \mu V$ | Méthode par comparaison directe | Mesure au moyen d'un transfert thermique | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| | | | 2 mV à 20 mV | $3 \times 10^{-4} \times U + 6 \mu V$ | | | | |
| | | | 20 mV à 70 mV | $3 \times 10^{-4} \times U + 20 \mu V$ | | | | |
| | | | 70 mV à 200 mV | $3 \times 10^{-4} \times U + 30 \mu V$ | | | | |
| | | 400 Hz à 10 kHz | 1 mV à 2 mV | $1 \times 10^{-3} \times U + 5 \mu V$ | | | | |
| | | | 2 mV à 20 mV | $7 \times 10^{-4} \times U + 10 \mu V$ | | | | |
| | | | 20 mV à 70 mV | $7 \times 10^{-4} \times U + 17 \mu V$ | | | | |
| | | | 70 mV à 200 mV | $7 \times 10^{-4} \times U + 22 \mu V$ | | | | |
| | | 40 Hz à 10 kHz | 200 mV à 10 V | $1 \times 10^{-4} \times U + 6 \mu V$ | | | | |
| | | | 10 V à 20 V | $0,85 \times 10^{-4} \times U + 50 \mu V$ | | | | |
| | | | 20 V à 200 V | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 460 \mu V$ | | | | |
| | | | 200 V à 1 kV | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 610 \mu V$ | | | | |
| | | 10 kHz à 100 kHz | 200 mV à 10 V | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 6 \mu V$ | | | | |
| | | | 10 V à 20 V | $0,8 \times 10^{-4} \times U + 50 \mu V$ | | | | |
| | | | 20 V à 200 V | $3,5 \times 10^{-4} \times U + 460 \mu V$ | | | | |
| | | | 200 V à 1 kV | $3,5 \times 10^{-4} \times U + 610 \mu V$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Intensité de courant électrique | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|--------------------------|---|---------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Multimètres Calibrateurs Ampèremètres Micro-ampèremètres Centrales d'acquisition Enregistreur | Intensité | Courant continu | 1 μ A à 10 μ A | $14 \times 10^{-6} \times I + 70 \text{ pA}$ | Méthode par comparaison directe | Mesure de la tension aux bornes de résistance | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| | | | 10 μ A à 100 μ A | $11 \times 10^{-6} \times I + 0,6 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 100 μ A à 1 mA | $8 \times 10^{-6} \times I + 6 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 1 mA à 10 mA | $6 \times 10^{-6} \times I + 60 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 10 mA à 100 mA | $8 \times 10^{-6} \times I + 0,6 \text{ }\mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 100 mA à 500 mA | $85 \times 10^{-6} \times I + 6 \text{ }\mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 500 mA à 2 A | $5 \times 10^{-5} \times I + 55 \text{ }\mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2 A à 10 A | $5 \times 10^{-5} \times I + 0,2 \text{ mA}$ | | | | |
| 10 A à 20 A | $7 \times 10^{-5} \times I + 2 \text{ mA}$ | | | | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Intensité de courant électrique | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|---------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Multimètres Calibrateurs Ampèremètres Centrales d'acquisition Enregistreur | Intensité | 50 Hz à 5 kHz | 5 mA à 10 mA | $2 \times 10^{-4} \times I + 1 \text{ }\mu\text{A}$ | Méthode par comparaison directe | Mesure au moyen d'un transfert thermique + shunt | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| | | | 10 mA à 100 mA | $2,1 \times 10^{-4} \times I + 6 \text{ }\mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 100 mA à 1 A | $3 \times 10^{-4} \times I + 50 \text{ }\mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 1 A à 2 A | $4 \times 10^{-4} \times I + 1,6 \text{ mA}$ | | | | |
| | | | 2 A à 10 A | $4 \times 10^{-4} \times I + 2 \text{ mA}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------|
| Résistances étalon Simulateurs de résistances Multimètres**** Calibrateurs Ohmmètres**** Milliohmmètres*** Centrales d'acquisition**** Enregistreur**** | Résistance électrique | Courant continu | 1 mΩ à 10 mΩ | $15 \times 10^{-4} \times R$ | Méthode par comparaison directe | Comparaison à des résistances étalons avec un voltmètre | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| | | | 10 mΩ à 100 mΩ | $4 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 100 mΩ à 1 Ω | $3 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 1 Ω à 10 Ω | $2 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 10 Ω à 100 Ω | $1,4 \times 10^{-5} \times R$ | | Comparaison à des résistances étalons avec un pont diviseur | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| | | | 100 Ω à 1 kΩ | $1 \times 10^{-5} \times R$ | | | | |
| | | | 1 kΩ à 10 kΩ | $0,9 \times 10^{-5} \times R$ | | | | |
| | | | 10 kΩ à 100 kΩ | $0,8 \times 10^{-5} \times R$ | | | | |
| | | | 100 kΩ à 1 MΩ | $0,9 \times 10^{-5} \times R$ | | | | |
| | | | 1 MΩ à 10 MΩ* | $0,5 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 10 MΩ à 100 MΩ** | $1 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 100 MΩ à 1 GΩ** | $3 \times 10^{-4} \times R$ | | Comparaison à des résistances étalons avec un pont à deux générateurs | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| | | | 1 GΩ à 10 GΩ*** | $20 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 10 GΩ à 100 GΩ*** | $4 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |

* Sous une différence de potentiel de 1 V à 100 V

** Sous une différence de potentiel de 10 V à 1 kV

*** Sous une différence de potentiel de 100 V à 1 kV

**** Pour les appareils mesureurs, les valeurs sont obtenues par mesure directe (PCEM-CHE-00.02) de résistances étalons ou préalablement étalonnées avec les meilleures méthodes.

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Température par simulation électrique | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|--|---------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure* | Incertitude élargie** | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Indicateur pour Pt 100 (mode récepteur) | Température par simulation électrique | / | 1 Ω à 390 Ω | 3 m Ω à 10,4 m Ω | Mesure directe | Résistance étalon | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| Simulateur de Pt 100 (mode générateur) | | | 1 Ω à 390 Ω | 5 m Ω à 20 m Ω | | Multimètre étalon | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| Indicateur pour couple thermoélectrique (mode récepteur) | Température par simulation électrique | Sans compensation de soudure froide | -10 mV à 100 mV | 2,5 μ V | Mesure directe | Calibrateur étalon | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| Simulateur pour couple thermoélectrique (mode générateur) | | | -10 mV à 100 mV | 2,2 μ V | | Multimètre étalon | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| Indicateur pour couple thermoélectrique (mode récepteur) | Température par simulation électrique | Avec compensation de soudure froide | -10 mV à 77 mV | 3,4 μ V à 8,4 μ V | Mesure directe | Calibrateur étalon Câbles d'extension Bain de glace fondante | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |
| Simulateur pour couple thermoélectrique (mode générateur) | | | -10 mV à 77 mV | 3,2 μ V à 8,3 μ V | | Multimètre étalon Câbles d'extension Bain de glace fondante | Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01 | En laboratoire |

(*) Les domaines de température équivalents sont, pour chaque thermorésistance, déterminés conformément aux normes en vigueur.

(**) Afin d'obtenir l'incertitude globale d'étalonnage, l'incertitude de cette colonne sera convertie en °C et combinée avec la résolution, la stabilité, ... propres à l'instrument. L'incertitude propre à la table de conversion utilisée devra également être prise en compte.

Portée flexible FLEX2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation. La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative gaz | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|--|------------------------------|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication | -5 à -95 kPa | $9,5 \text{ Pa} + 1,4 \times 10^{-4} \times P_r $ | Méthode interne n° PT-08P-01 | Comparaison à une balance de pression | En laboratoire |
| | | 0 à -95 kPa | $65 \text{ Pa} + 9,0 \times 10^{-5} \times P_r $ | | Comparaison à un mesureur numérique | |
| | | 5 à 400 kPa | $0,85 \text{ Pa} + 1,8 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression | |
| | | 100 à 8 000 kPa | $11 \text{ Pa} + 2,7 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 2 à 100 kPa | $0,90 \text{ Pa} + 1,2 \times 10^{-4} \times P_r$ | Méthode interne n° PT-08P-19 | Comparaison à un manomètre numérique | |
| | | -95 à 2 000 kPa | $150 \text{ Pa} + 5,5 \times 10^{-5} \times P_r $ | | Comparaison à une balance de pression associée à un séparateur huile/gaz | |
| | | 0,5 à 21 MPa | $1500 \text{ Pa} + 8,5 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 0,5 à 21 MPa | $100 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | Méthode interne n° PT-08P-01 | Comparaison à un mesureur numérique | |
| | | 0 à 1 000 kPa | $65 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 0 à 40 kPa | $1,6 \text{ Pa} + 5,5 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 0 à 200 kPa | $6,5 \text{ Pa} + 3,2 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |

| PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue gaz | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|--|------------------------------|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication | 5 à 115 kPa | 20 Pa | Méthode interne n° PT-08P-01 | Comparaison à un baromètre numérique absolu | En laboratoire |
| | | 5 à 400 kPa | $2,5 \text{ Pa} + 2,1 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression et ensemble piston-cylindre | |
| | | 100 à 200 kPa | $21 \text{ Pa} + 1,2 \times 10^{-4} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un baromètre | |
| | | 100 à 1 100 kPa | $68 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à un mesureur numérique associé à un baromètre | |
| | | 100 à 2 100 kPa | $150 \text{ Pa} + 5,5 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à un manomètre numérique associé à un baromètre | |
| | | 0,6 à 21 MPa | $1 500 \text{ Pa} + 8,5 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un séparateur huile/gaz et à un baromètre | |
| | | 0,6 à 21 MPa | $100 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un baromètre | |
| | | 200 à 8 100 kPa | $23 \text{ Pa} + 2,7 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à un mesureur numérique associé à un baromètre | |
| | | 100 à 300 kPa | $21 \text{ Pa} + 3,2 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un baromètre | |
| | | 105 à 500 kPa | $20 \text{ Pa} + 1,8 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un baromètre | |

| PRESSION ET VIDE / Pression différentielle / Pression différentielle gaz | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|---|------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication | 0 à 15 kPa | $0,040 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times \Delta P$ | Méthode interne n° PT-08P-15 | Comparaison à un manomètre numérique à piston non rotatif FPG Fluide : azote | En laboratoire |

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative liquide | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|---|------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication | 0,3 à 6 MPa | $170 \text{ Pa} + 1,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | Méthode interne n° PT-08P-01 | Comparaison à une balance de pression associée ou non à un séparateur huile/eau Fluide : huile ou eau | En laboratoire |
| | | 0,5 à 30 MPa | $70 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression Fluide : huile | |
| | | 0,5 à 30 MPa | $95 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un séparateur huile/eau à niveau visible Fluide : eau | |
| | | 6 à 60 MPa | $170 \text{ Pa} + 1,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression associée ou non à un séparateur huile/eau Fluide : huile ou eau | |
| | | 2 à 120 MPa | $160 \text{ Pa} + 6,5 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression Fluide : huile | |
| | | 2 à 100 MPa | $170 \text{ Pa} + 6,5 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un séparateur huile/eau Fluide : eau | |
| | | 0,5 à 50 MPa | $200 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression | |
| | | 5 à 500 MPa | $1\,200 \text{ Pa} + 1,7 \times 10^{-4} \times P_r$ | | Fluide : huile | |

| PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue liquide | | | | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------|--|------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication | 0,5 à 30,1 MPa (huile) | $73 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-5} \times P$ | Méthode interne n° PT-08P-01 | Comparaison à une balance de pression associée à un baromètre Fluide : huile | En laboratoire |
| | | 0,5 à 30,1 MPa (eau) | $97 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un séparateur huile/eau à niveau visible et un baromètre Fluide : eau | |
| | | 2 à 120,1 MPa (huile) | $161 \text{ Pa} + 6,5 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un baromètre Fluide : huile | |
| | | 2 à 100,1 MPa (eau) | $171 \text{ Pa} + 6,5 \cdot 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un séparateur huile/eau à niveau visible et un baromètre Fluide : eau | |

Avec :

P = pression absolue

P_r = pression relative

ΔP = pression différentielle

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| TEMPERATURE / Thermomètres à résistance, Thermocouples, Chaînes de mesures de température | | | | | | |
|--|------------------|--------------------------|----------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Sonde à résistance de platine, chaîne de mesure de température | Température | -30 °C à 0 °C | 0,08 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine dans un bain à huile muni d'un bloc d'égalisation | Méthode interne PT-08T-01 | En laboratoire |
| | | 0 °C à 50 °C | 0,06 °C | | | |
| | | 50 °C à 250 °C | 0,10 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine dans un four tubulaire | | |
| | | 250 °C à 400 °C | 1,3 °C | | | |
| Couple thermoélectrique, chaîne de mesure de température | Température | 0 °C à 250 °C | 0,25 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine dans un bain à huile muni d'un bloc d'égalisation | Méthode interne PT-08T-02 | En laboratoire |
| | | 250 °C à 400 °C | 1,3 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine dans un four tubulaire | | |
| | | 400 °C à 800 °C | 1,5 °C | Méthode par comparaison à un couple thermoélectrique de type S dans un four tubulaire trois zones | | |
| | | 800 °C à 1 100 °C | 1,7 °C | | | |

| TEMPERATURE / Thermomètres à résistance, Thermocouples, Chaînes de mesures de température | | | | | | |
|--|------------------|--------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Sonde à résistance de platine, chaîne de mesure de température | Température | 0 °C | 0,03 °C | Etalonnage au point fixe de l'eau dans un bain de glace fondante | Méthode interne PT-08T-01 | En laboratoire |
| Sonde à résistance de platine, chaîne de mesure de température | Température | 29,7646 °C | 0,01 °C | Etalonnage au point fixe de fusion du gallium | Méthode interne PT-08T-01 | En laboratoire |
| Couple thermoélectrique, chaîne de mesure de température | Température | 0 °C | 0,25 °C | Etalonnage au point fixe de l'eau dans un bain de glace fondante | Méthode interne PT-08T-02 | En laboratoire |

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Vide | | | | | | |
|---|---------------------------------------|--|--|---|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre à vide : numérique, analogique ou à sortie électrique | Erreur d'indication | 1,0 × 10 ⁻⁵ à 1,0 × 10 ⁻² Pa | 6,0 × 10 ⁻⁶ Pa + 0,20 × <i>P</i> | Méthodes internes PCPV-GIE-0003 PCPV-GIE-0004 | Comparaison à un manomètre à ionisation sur banc de vide Fluide : azote | En laboratoire |
| | | 1,0 × 10 ⁻⁴ à ,05 Pa | 7,0 × 10 ⁻⁵ Pa + 0,050 × <i>P</i> | | Comparaison à un manomètre à viscosité sur banc de vide Fluide : azote | |
| | | 0,10 à 105 Pa | 0,035 Pa + 0,0050 × <i>P</i> | | Comparaison à un manomètre capacitif sur banc de vide Fluide : azote | |
| | | 1,0 × 10 ⁻⁴ à 1,0 Pa | 5,0 × 10 ⁻⁵ Pa + 0,40 × <i>P</i> | | Comparaison à un manomètre à ionisation sur banc de vide Fluide : azote | |
| | | 100 à 1 300 Pa | 1,0 Pa + 0,010 × <i>P</i> | | Comparaison à un manomètre capacitif sur banc de vide Fluide : azote | |

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative gaz | | | | | | |
|--|---|-------------------|--|--|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique Balance de pression | Erreur d'indication | -950 à 100 hPa | $15 \text{ Pa} + 5,0 \times 10^{-5} \times (P_{atm} + P_r)$ | Méthodes internes PCPV-GIE-0002 PCPV-GIE-0005 PCPV-GIE-0006 | Comparaison à un manomètre numérique Fluide : azote | En laboratoire |
| | | 7 kPa à 1 MPa | $5 \text{ Pa} + 4,5 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression Fluide : azote | |
| | | 0,5 à 40,5 MPa | $70 \text{ Pa} + 5,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression et un séparateur huile/gaz Fluide : azote | |
| | | 2 à 40,5 MPa | $650 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | -90 à 0* kPa | $40 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times (P_{atm} + P_r)$ | | | |
| | | -90 à 100 kPa | $50 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times (P_{atm} + P_r)$ | | | |
| | | -90 à 250 kPa | $60 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times (P_{atm} + P_r)$ | | | |
| | | 0* à 2 MPa | $210 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times (P_{atm} + P_r)$ | | | |
| | | 0* à 4 MPa | $370 \text{ Pa} + 7,0 \times 10^{-5} \times (P_{atm} + P_r)$ | | | |
| | | 0* à 7 MPa | $400 \text{ Pa} + 6,5 \times 10^{-5} \times (P_{atm} + P_r)$ | | | |
| | | -100 à 100 kPa | $10 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 1 Mpa | $30 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 2 MPa | $100 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 5 MPa | $200 \text{ Pa} + 1,3 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| 0* à 10 MPa | $350 \text{ Pa} + 1,2 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | | | |
| 0 à 40 MPa | $2\,500 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | Comparaison à un générateur mesureur Fluide : azote | | | |

* L'incertitude de mesure ne s'applique pas à la valeur zéro

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative liquide | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|--|--|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique | Erreur d'indication | 0,5 à 40,5 MPa | $70 \text{ Pa} + 5,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | Méthodes internes PCPV-GIE-0002 PCPV-GIE-0005 PCPV-GIE-0006 | Comparaison à une balance de pression et un séparateur huile/gaz ou huile/eau Fluide : huile sébacate ou eau | En laboratoire |
| Manomètre numérique | | 2 à 100 MPa | $650 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression et un séparateur huile/eau Fluide : eau | |
| Capteur/Transmetteur à sortie électrique | | 2 à 160 MPa | $650 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | Comparaison à une balance de pression Fluide : huile sébacate | |
| Balance de pression | | | | | | |

PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue gaz

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
|---|---|-------------------|--|-----------------------------------|---|---------------------|
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication | 0,1 à 110 kPa | $8 \text{ Pa} + 6,5 \times 10^{-5} \times P$ | Méthode interne PCPV-GIE-0002L | Comparaison à un manomètre numérique | En laboratoire |
| | | 0,107 à 1,1 MPa | $16 \text{ Pa} + 4,0 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un manomètre numérique Fluide : azote | |
| | | 0,6 à 40,6 MPa | $70 \text{ Pa} + 5,0 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 2 à 40,6 MPa | $650 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 8 à 100 kPa | $40 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 10 à 200 kPa | $50 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 10 à 350 kPa | $60 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 2,1 MPa | $210 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 4,1 MPa | $370 \text{ Pa} + 7,0 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 7,1 MPa | $400 \text{ Pa} + 6,5 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 0 à 200 kPa | $30 \text{ Pa} + 1,2 \times 10^{-4} \times P - P_{atm} $ | | | |
| | | 0,1 à 1,1 MPa | $45 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P - P_{atm} $ | | | |
| | | 0,1 à 2,1 MPa | $100 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P - P_{atm} $ | | | |
| | | 0,1 à 5,1 MPa | $200 \text{ Pa} + 1,3 \times 10^{-4} \times P - P_{atm} $ | | | |
| | | 0,1 à 10,1 MPa | $350 \text{ Pa} + 1,2 \times 10^{-4} \times P - P_{atm} $ | | | |
| 0 à 40,1 MPa | $2\,500 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P$ | | | | | |

PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue liquide

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-------------------|--|----------------------------------|---|---------------------|
| Manomètre analogique | Erreur d'indication | 0,6 à 40,6 MPa | $70 \text{ Pa} + 5,0 \times 10^{-5} \times P$ | Méthode interne PCPV-GIE-0002 | Comparaison à une balance de pression associée à un manomètre numérique et un séparateur huile/gaz ou huile/eau Fluide : huile sébacate ou eau | En laboratoire |
| Manomètre numérique | | 2,1 à 100 MPa | $650 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un manomètre numérique et un séparateur huile/eau Fluide : eau | |
| Capteur/Transmetteur à sortie électrique | | 2,1 à 160 MPa | $650 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | | Comparaison à une balance de pression associée à un manomètre numérique Fluide : huile sébacate | |

Avec :

 P_r : Pression relative P : Pression absolue P_{atm} : Pression atmosphérique

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

Site : Agence de Lyon - 7 RUE DE LOMBARDIE - 69800 SAINT-PRIEST

Les incertitudes élargies correspondent aux aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) du laboratoire pour une probabilité de couverture de 95 %.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / DIFFERENCE DE POTENTIEL | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|----------------------|---|--|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Piles Référence à diode zéner | Différence de potentiel | Courant continu | 1,018 V ■ | 3 μ V | Méthode d'opposition et de substitution | Référence de tension | Procédure d'étalonnage PT-07E-01 | En laboratoire |
| Multimètres Calibrateurs Voltmètres Nanovoltmètres | | | 0,5 μ V à 200 mV | $4,4 \times 10^{-6} \times U + 0,6 \mu$ V | Mesure directe | Voltmètre | Procédure d'étalonnage PC-EM-LYN-0021 | En laboratoire |
| | | | 200 mV à 2 V | $2,6 \times 10^{-6} \times U + 1,8 \mu$ V | | | | |
| | | | 2 V à 20 V | $2,9 \times 10^{-6} \times U + 8,3 \mu$ V | Méthode de comparaison | | | |
| | | | 20 V à 200 V | $4,4 \times 10^{-6} \times U + 0,11$ mV | | | | |
| | | | 200 V à 1 000 V | $3,3 \times 10^{-6} \times U + 1,3$ mV | | | | |
| Kilovoltmètres Sondes hautes tensions Diélectrimètres Générateurs hautes tensions | | | 1 kV à 60 kV | $6,3 \times 10^{-4} \times U + 1,0$ V | Mesure directe d'une tension réduite Méthode de comparaison | Diviseur haute tension et voltmètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-67 | En laboratoire |

■ Valeurs ponctuelles

 U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / DIFFERENCE DE POTENTIEL | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---|--|---|----------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF | Différence de potentiel | 50 Hz à 1 kHz | 1 mV à 5 mV | $1,0 \times 10^{-3} \times U + 3,0 \mu\text{V}$ | Mesure directe Méthode de comparaison | Voltmètre à transfert thermique | Procédure d'étalonnage PT-07E-04 | En laboratoire |
| | | | 5 mV à 50 mV | $3,0 \times 10^{-4} \times U + 2,0 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 50 mV à 100 mV | $2,0 \times 10^{-4} \times U$ | | | | |
| | | | 100 mV à 220 mV | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 2,9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | 50 Hz à 10 kHz | 220 mV à 700 V | $1,2 \times 10^{-4} \times U$ | Transposition thermique Méthode de comparaison | Générateur de tension continue, Transfert thermique | Procédure d'étalonnage PT-07E-04 | En laboratoire |
| | | 50 Hz à 10 kHz | 700 V à 1 kV | $2,0 \times 10^{-4} \times U$ | | | | |
| | | 10 kHz à 100 kHz | 220 mV à 70 V | $1,5 \times 10^{-4} \times U$ | | | | |
| | | 10 kHz à 100 kHz | 70 V à 700 V | $2,5 \times 10^{-4} \times U$ | | | | |
| 10 kHz à 50 kHz | 700 V à 1 kV | $3,0 \times 10^{-4} \times U$ | | | | | | |
| Kilovoltmètres Sondes hautes tensions Diélectrimètres Générateurs hautes tensions | | 50 Hz ■ | 1 kV à 40 kV | $3,6 \times 10^{-3} \times U + 15 \text{ V}$ | Mesure directe d'une tension réduite Méthode de comparaison | Diviseur haute tension et voltmètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-68 | En laboratoire |

■ Valeurs ponctuelles

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / INTENSITE DE COURANT ELECTRIQUE | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|--|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Multimètres Calibrateurs Ampèremètres | Intensité de courant électrique | Courant continu | 2 pA à 20 pA | $4,4 \times 10^{-3} \times I + 11 \text{ fA}$ | Mesure directe | Pico-ampèremètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-75 | En laboratoire |
| | | | 20 pA à 200 pA | $4,4 \times 10^{-3} \times I + 90 \text{ fA}$ | | | | |
| | | | 200 pA à 2 nA | $4,4 \times 10^{-3} \times I + 0,90 \text{ pA}$ | | | | |
| | | | 2 nA à 20 nA | $2,0 \times 10^{-3} \times I + 9,0 \text{ pA}$ | | | | |
| | | | 20 nA à 200 nA | $2,0 \times 10^{-3} \times I + 90 \text{ pA}$ | | | | |
| | | | 200 nA à 1 µA | $2,0 \times 10^{-3} \times I + 0,90 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 1 µA à 200 µA | $5,8 \times 10^{-6} \times I + 0,34 \text{ nA}$ | Méthode de comparaison | Ampèremètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-72 | En laboratoire |
| | | | 200 µA à 2 mA | $7,8 \times 10^{-6} \times I + 3,9 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 2 mA à 20 mA | $1,0 \times 10^{-5} \times I + 90 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 20 mA à 200 mA | $2,4 \times 10^{-5} \times I + 0,9 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 200 mA à 2 A | $7,5 \times 10^{-5} \times I + 59 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 2 A à 11 A | $2,1 \times 10^{-4} \times I + 0,11 \text{ mA}$ | | | | |
| | | | 11 A à 20 A | $3,0 \times 10^{-4} \times I$ | | | | |
| Générateurs de forts courants Pincés ampèremétriques | | | 20 A à 100 A | $3,3 \times 10^{-4} \times I$ | Mesure de la tension aux bornes d'une résistance | Résistance et voltmètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-09 | En laboratoire |
| 100 A à 200 A | | | $6,0 \times 10^{-4} \times I$ | | | | | |
| 200 A à 1 kA | | | $6,5 \times 10^{-4} \times I$ | | | | | |
| | | | | | Méthode de comparaison | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / INTENSITE DE COURANT ELECTRIQUE | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--|--|---|----------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Multimètres Calibrateurs Ampèremètres | Intensité de courant électrique | 50 Hz à 1 kHz | 10 µA à 200 µA | $6,6 \times 10^{-4} \times I + 18 \text{ nA}$ | Mesure directe Méthode de comparaison | Ampèremètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-73 | En laboratoire |
| | | | 200 µA à 2 mA | $6,9 \times 10^{-4} \times I + 79 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 2 mA à 20 mA | $2,2 \times 10^{-4} \times I + 1,4 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 20 mA à 200 mA | $2,3 \times 10^{-4} \times I + 5,7 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 200 mA à 2 A | $2,7 \times 10^{-4} \times I + 67 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 2 A à 11 A | $5,5 \times 10^{-4} \times I + 3,0 \text{ mA}$ | | | | |
| Multimètres Calibrateurs Ampèremètres Pincés ampèremétriques | | 11 A à 20 A | $1,2 \times 10^{-3} \times I$ | Mesure de la tension aux bornes d'une résistance | Shunts et voltmètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-10 | En laboratoire | |
| | | 20 A à 100 A | $1,5 \times 10^{-3} \times I$ | Méthode de comparaison | | | | |
| Générateurs de forts courants Pincés ampèremétriques | | 50 Hz ■ | 100 A à 2 kA | $2,2 \times 10^{-3} \times I$ | Mesure d'une intensité réduite Méthode de comparaison | Transformateur d'intensité et ampèremètre | | |

■ Valeurs ponctuelles

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / RESISTANCE ELECTRIQUE | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|-------------------|---|-----------------------------|--|----------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation | | | | |
| Résistances fixes ou à décades Boîte de résistances Calibrateurs | Résistance électrique | Courant continu (avec une puissance dissipée dans la résistance ≤ 20 mW) | 10 mΩ à 2 Ω | $1,1 \times 10^{-5} \times R + 8,1 \mu\Omega$ | Mesure directe | Ohmmètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-69 | En laboratoire | | | | |
| | | | 2 Ω à 20 Ω | $6,6 \times 10^{-6} \times R + 48 \mu\Omega$ | | | | | | | | |
| | | | 20 Ω à 200 Ω | $5,9 \times 10^{-6} \times R + 78 \mu\Omega$ | | | | | | | | |
| | | | 200 Ω à 2 kΩ | $5,0 \times 10^{-6} \times R + 1,3$ mΩ | | | | | | | | |
| | | | 2 kΩ à 20 kΩ | $4,6 \times 10^{-6} \times R + 14$ mΩ | | | | | | | | |
| | | | 20 kΩ à 200 kΩ | $5,8 \times 10^{-6} \times R + 0,10$ Ω | | | | | | | | |
| | | | 200 kΩ à 2 MΩ | $5,7 \times 10^{-6} \times R + 1,3$ Ω | | | | | | | | |
| | | | 2 MΩ à 20 MΩ | $2,2 \times 10^{-5} \times R + 22$ Ω | | | | | | | | |
| | | | 20 MΩ à 200 MΩ | $1,4 \times 10^{-4} \times R + 0,50$ kΩ | | | | | | | | |
| | | | 200 MΩ à 2 GΩ | $8,1 \times 10^{-4} \times R + 39$ kΩ | | | | | | | | |
| | | | 2 GΩ à 10 GΩ | $2,4 \times 10^{-3} \times R + 0,41$ MΩ | | | | | | | | |
| | | | 1 mΩ à 10 mΩ | $1,0 \times 10^{-3} \times R$ | | | | | Méthode de comparaison | Résistances et pont de mesure | Procédure d'étalonnage PT-07E-06 | En laboratoire |
| | | | 0,1 mΩ ■ | 45 nΩ | | | | | | | | |
| 1 mΩ ■ | 0,25 μΩ | | | | | | | | | | | |
| 10 mΩ ■ | 1,5 μΩ | | | | | | | | | | | |
| 20 mΩ ■ | 3,0 μΩ | | | | | | | | | | | |
| 50 mΩ ■ | 7,5 μΩ | | | | | | | | | | | |
| 100 mΩ ■ | 5 μΩ | | | | | | | | | | | |
| Résistances de hautes valeurs | | Courant continu (sous une tension comprise entre 10 V à 1 kV) | 1 MΩ à 100 GΩ | $7,3 \times 10^{-3} \times R$ | Application de la loi d'Ohm | Générateur de tension et mesureur de courant | Procédure d'étalonnage PT-07E-08 | En laboratoire | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / RESISTANCE ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Ponts de mesures Ohmmètres Mesureurs de terre Telluromètres Testeurs de continuité Multimètres Pont de résistances | Résistance électrique | Courant continu | 100 μΩ ■ | 5,3 nΩ | Mesure directe | Résistances | Procédure d'étalonnage PT-07E-71 | En laboratoire |
| | | | 1 mΩ ■ | 40 nΩ | | | | |
| | | | 2 mΩ ■ | 70 nΩ | | | | |
| | | | 5 mΩ ■ | 0,17 μΩ | | | | |
| | | | 10 mΩ ■ | 0,17 μΩ | | | | |
| | | | 20 mΩ ■ | 0,28 μΩ | | | | |
| | | | 50 mΩ ■ | 1,3 μΩ | | | | |
| | | | 100 mΩ ■ | 0,60 μΩ | | | | |
| | | | 200 mΩ ■ | 6,8 μΩ | | | | |
| | | | 500 mΩ ■ | 16 μΩ | | | | |
| | | | 1 Ω ■ | 4,3 μΩ | | | | |
| | | | 10 Ω ■ | 40 μΩ | | | | |
| | | | 100 Ω ■ | 0,64 mΩ | | | | |
| | | | 1 kΩ ■ | 2,1 mΩ | | | | |
| | | | 10 kΩ ■ | 40 mΩ | | | | |
| | | | 100 kΩ ■ | 0,37 Ω | | | | |
| | | | 1 MΩ ■ | 5,2 Ω | | | | |
| 10 MΩ ■ | 0,11 kΩ | | | | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / RESISTANCE ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|---|-------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Ohmmètres Multimètres Mégohmmètres Ponts de résistances | Résistance électrique | Courant continu Mesures sous 10 V, 100 V, 500 V et 1kV | 1 MΩ ■ | 0,30 kΩ | Mesure directe | Résistances | Procédure d'étalonnage PT-07E-70 | En laboratoire |
| | | | 100 MΩ ■ | 18 kΩ | | | | |
| | | | 1 GΩ ■ | 0,66 MΩ | | | | |
| | | | 10 GΩ ■ | 7,4 MΩ | | | | |
| | | | 100 GΩ ■ | 0,17 GΩ | | | | |
| | | Courant continu Tension de mesure quelconque inférieure ou égale à 1 kV | 1 MΩ ■ | 0,41 kΩ | | | | |
| | | | 10 MΩ ■ | 2,1 kΩ | | | | |
| | | | 100 MΩ ■ | 19 kΩ | | | | |
| | | | 1 GΩ ■ | 0,92 MΩ | | | | |
| | | | 10 GΩ ■ | 7,9 MΩ | | | | |
| | | Courant continu Mesures sous 500 V et 1kV | 2 MΩ à 10 MΩ | $4,7 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 10 MΩ à 100 MΩ | $5,0 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 100 MΩ à 1 GΩ | $1,5 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |
| | | Courant continu Tension de mesure quelconque inférieure ou égale à 1 kV | 2 MΩ à 10 MΩ | $9,4 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 10 MΩ à 100 MΩ | $6,1 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | | 100 MΩ à 1 GΩ | $1,5 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |
| | | Courant continu Mesures sous 1 kV ; 2,5 kV et 5 kV | 50 MΩ ■ | 90 kΩ | | | | |
| | | | 10 MΩ ■ | 13 kΩ | | | | |
| | | Courant continu Tension de mesure quelconque comprise entre 1 kV et 5 kV | 50 MΩ ■ | 0,13 MΩ | | | | |
| | | | 100 MΩ ■ | 0,14 MΩ | | | | |
| 250 MΩ ■ | 0,31 MΩ | | | | | | | |
| 500 MΩ ■ | 1,9 MΩ | | | | | | | |
| 1 GΩ ■ | 5,6 MΩ | | | | | | | |
| 10 GΩ ■ | 0,34 GΩ | | | | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

 R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / RESISTANCE ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Ponts de mesure Ohmmètres Mesureurs de terre Telluromètres Testeurs de continuité | Résistance électrique | 50 Hz à 1 kHz | 1 mΩ ■ | 1,5 μΩ | Mesure directe | Résistances | Procédure d'étalonnage PT-07E-21 | En laboratoire |
| | | | 10 mΩ ■ | 11 μΩ | | | | |
| | | 1 kHz ■ | 100 mΩ ■ | 54 μΩ | | | | |
| | | | 1 Ω ■ | 0,52 mΩ | | | | |
| | | | 10 Ω ■ | 5,1 mΩ | | | | |
| | | | 100 Ω ■ | 51 mΩ | | | | |
| | | | 1 kΩ ■ | 200 mΩ | | | | |
| | | | 10 kΩ ■ | 2 Ω | | | | |
| | | | 100 kΩ ■ | 22 Ω | | | | |
| | | | 1 MΩ ■ | 1,2 kΩ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / CAPACITE ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Condensateurs fixes ou à décades Condensateurs variables | Capacité électrique | 1 kHz ■ | 1 pF à 10 pF | 6 fF à 10 fF | Mesure directe | Pont de mesure RLC | Procédure d'étalonnage PT-07E-15 | En laboratoire |
| | | | 10 pF à 100 pF | 10 fF à 100 fF | | | | |
| | | | 100 pF à 1 nF | 100 fF à 800 fF | | | | |
| | | | 1 nF à 10 µF | $8 \times 10^{-4} \times C$ | | | | |
| | | | 10 µF à 100 µF | 10 nF à 100 nF | | | | |
| | | | 100 µF à 1 mF | 100 nF à 3 µF | | | | |
| Capacimètres, Ponts de mesure | Capacité électrique | 1 kHz ■ | 1 nF à 1 µF | $1 \times 10^{-3} \times C + 2 \text{ pF}$ | Mesure directe | Condensateurs | Procédure d'étalonnage PT-07E-74 | En laboratoire |
| | | | 10 pF ■ | 1,3 fF | | | | |
| | | | 100 pF ■ | 40 fF | | | | |
| | | | 1 nF ■ | 0,40 pF | | | | |
| | | | 10 nF ■ | 1,3 pF | | | | |
| | | | 100 nF ■ | 13 pF | | | | |
| | | | 1 µF ■ | 0,14 nF | | | | |
| | | | 10 µF ■ | 10 nF | | | | |
| | | | 25 µF ■ | 20 nF | | | | |
| | | | 50 µF ■ | 35 nF | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

C est la valeur de la capacité électrique exprimée en farads.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / INDUCTANCE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Inductances fixes ou à décades | Inductance | 1 kHz ■ | 100 µH à 10 mH | $7,0 \times 10^{-4} \times L + 50 \text{ nH}$ | Mesure directe | Pont de mesure RLC | Procédure d'étalonnage PT-07E-17 | En laboratoire |
| | | | 10 mH à 10 H | $1,5 \times 10^{-3} \times L$ | | | | |
| Inductances fixes | | | 0,1 mH ■ | 90 nH | Méthode de substitution | Inductances, pont de mesure RLC | | |
| | | | 1 mH ■ | 0,5 µH | | | | |
| | | | 10 mH ■ | 4,0 µH | | | | |
| | | | 0,1 H ■ | 40 µH | | | | |
| | | | 1 H ■ | 0,40 mH | | | | |
| | | | 10 H ■ | 10 mH | | | | |
| Pons de mesure Selfmètres | | | 100 µH à 1 H | $2,5 \times 10^{-3} \times L + 1,5 \text{ µH}$ | Mesure directe | Inductances, pont de mesure RLC | | |
| | | | 1 H à 10 H | $3,5 \times 10^{-3} \times L$ | | | | |
| | 0,1 mH ■ | 100 nH | | | | | | |
| | 1 mH ■ | 550 nH | | | | | | |
| | 10 mH ■ | 5 µH | | | | | | |
| | 0,1 H ■ | 50 µH | | | | | | |
| | 1 H ■ | 600 µH | | | | | | |
| 10 H ■ | 15 mH | | | | | | | |

■ Valeurs ponctuelles
 L est la valeur de l'inductance exprimée en henrys.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / PHASE | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|--|---------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Générateurs de signaux déphasés (Tension / Courant) Mesureurs de facteur de puissance | cos φ Tensions et courants d'amplitude différentes et comprises entre les limites indiquées dans le domaine réservé | 50 Hz ■ | 0,2 AV à 0,5 AV (10 V à 600 V) (1 A à 1 000 A) | 0,010 | Mesure directe | Phasemètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-22 | En laboratoire |
| | | | 0,5 AV à 1 (10 V à 600 V) (1 A à 1 000 A) | 0,009 | | | | |
| | | | 0,2 AR à 0,5 AR (10 V à 600 V) (1 A à 1 000 A) | 0,010 | Méthode de comparaison | | | |
| | | | 0,5 AR à 1 (10 V à 600 V) (1 A à 1 000 A) | 0,009 | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

AV : déphasage avant (capacitif)

AR : déphasage arrière (inductif)

cos φ est la valeur du facteur de puissance.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / PUISSANCE | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------|---|--|----------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Wattmètres Générateurs de puissance | Puissance | Courant continu | 1 W à 100 kW (10 V à 1 kV) (0,1 A à 100 A) | $4,0 \times 10^{-4} \times P$ | Génération de tension et de courant continu | Générateur de tension et générateur de courant et (ou) ampèremètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-12 | En laboratoire |

P est la valeur de la puissance électrique exprimée en watts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / PUISSANCE BASSE FREQUENCE | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|--|---|--|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Wattmètres Convertisseurs wattmétriques Générateurs de puissance | Puissance active en monophasé | 50 Hz ■ | 0,25 W à 52 W (10 V à 520 V) (50 mA à 100 mA) (0,5 AR ≤ cos φ ≤ 1) | $5,0 \times 10^{-3} \times P$ à $2,0 \times 10^{-3} \times P$ | Mesure directe Méthode de comparaison | Wattmètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-18 | En laboratoire |
| | | | 0,5 W à 104 W (10 V à 520 V) (0,1 A à 0,2 A) (0,5 AR ≤ cos φ ≤ 1) | $2,0 \times 10^{-3} \times P$ à $1,0 \times 10^{-3} \times P$ | | | | |
| | | | 1 W à 26 kW (10 V à 520 V) (0,2 A à 50 A) (0,5 AR ≤ cos φ ≤ 1) | $1,0 \times 10^{-3} \times P$ | | | | |
| | Puissance active en triphasé | 50 Hz ■ | 0,75 W à 156 W (10 V à 520 V) (50 mA à 100 mA) (0,5 AR ≤ cos φ ≤ 1) | $1,0 \times 10^{-2} \times P$ à $2,0 \times 10^{-3} \times P$ | | | | |
| | | | 1,5 W à 260 W (10 V à 520 V) (0,1 A à 0,5 A) (0,5 AR ≤ cos φ ≤ 1) | $2,0 \times 10^{-3} \times P$ | | | | |
| | | | 7,5 W à 26 kW (10 V à 520 V) (0,5 A à 50 A) (0,5 AR ≤ cos φ ≤ 1) | $1,0 \times 10^{-3} \times P$ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

AR : déphasage arrière (inductif)

cos φ est la valeur du facteur de puissance.

P est la valeur de la puissance électrique active exprimée en watts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / ENERGIE BASSE FREQUENCE | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Compteurs d'énergie électrique Générateurs d'énergie | Energie active en monophasé | 50 Hz ■ | $10 V \leq U \leq 1 kV$ $0,1 A \leq I \leq 10 A$ $0,5 AR \leq \cos \phi \leq 0,8 AR$ | $3,0 \times 10^{-3} \times E$ | Mesure directe Méthode de comparaison | Compteur d'énergie électrique | Procédure d'étalonnage PT-07E-16 | En laboratoire |
| | | | $10 V \leq U \leq 1 kV$ $0,1 A \leq I \leq 10 A$ $0,8 AR \leq \cos \phi \leq 1$ | $2,1 \times 10^{-3} \times P$ | | | | |
| | | | $10 V \leq U \leq 1 kV$ $10 A \leq I \leq 100 A$ $0,5 AR \leq \cos \phi \leq 0,8 AR$ | $3,0 \times 10^{-3} \times E$ | | | | |
| | | | $10 V \leq U \leq 1 kV$ $10 A \leq I \leq 100 A$ $0,8 AR \leq \cos \phi \leq 1$ | $2,3 \times 10^{-3} \times P$ | | | | |
| | Energie active en triphasé | 50 Hz ■ | $10 V \leq U \leq 1 kV$ $0,1 A \leq I \leq 10 A$ $0,5 AR \leq \cos \phi \leq 0,8 AR$ | $3,0 \times 10^{-3} \times E$ | | Compteur d'énergie électrique | | |
| | | | $10 V \leq U \leq 1 kV$ $0,1 A \leq I \leq 10 A$ $0,8 AR \leq \cos \phi \leq 1$ | $2,3 \times 10^{-3} \times P$ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

AR : déphasage arrière (inductif)

cos φ est la valeur du facteur de puissance.

E est la valeur de l'énergie électrique active exprimée en watt heures

P est la valeur de la puissance électrique active exprimée en watts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / CHARGE ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Générateurs de charge électrique Mesureurs de charge électrique | Charge électrique | Courant continu | 50 pC à 100 pC | $9,0 \times 10^{-3} \times Q$ | Mesure directe | Electromètre | Procédure d'étalonnage PT-07E-23 | En laboratoire |
| | | | 100 pC à 200 pC | $3,0 \times 10^{-3} \times Q$ | | | | |
| | | | 200 pC à 1 nC | $7,1 \times 10^{-3} \times Q$ | Mesure par substitution | | | |
| | | | 1 nC à 2 nC | $3,0 \times 10^{-3} \times Q$ | | | | |
| | | | 2 nC à 10 nC | $7,0 \times 10^{-3} \times Q$ | | | | |
| 10 nC à 20 nC | $5,0 \times 10^{-3} \times Q$ | | | | | | | |

Q est la valeur de la charge électrique exprimée en coulombs.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / TEMPERATURE PAR SIMULATION ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure (1) | Incertitude élargie (2) | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|--|--|----------------------------------|---------------------|
| Indicateurs de température par thermocouple de type K, J, T, E, R, S, B, N et W5 | Température par simulation électrique | Sans compensation de soudure froide | 10 μ V à 200 mV | 2,13 μ V à 18 μ V | Mesure directe de ddp et conversion en °C | Générateur de tension | Procédure d'étalonnage PT-07E-20 | En laboratoire |
| Indicateurs de température par thermocouple de type K, J, T, E, R, S, B, N et W5 | | Avec compensation de soudure froide | 10 μ V à 200 mV | 2,6 μ V à 18 μ V | Mesure directe de ddp avec soudure froide déportée et conversion en °C | Générateur de tension, thermocouple de compensation, bain de glace | | |
| Simulateurs de température par thermocouple de type K, J, T, E, R, S, B, N et W5 | | Sans compensation de soudure froide | 10 μ V à 200 mV | 2,0 μ V à 4,1 μ V | Mesure directe de ddp et conversion en °C | Voltmètre | | |
| Simulateurs de température par thermocouple de type K, J, T, E, R, S, B, N et W5 | | Avec compensation de soudure froide | 10 μ V à 200 mV | 2,5 μ V à 11 μ V | Mesure directe de ddp avec soudure froide déportée et conversion en °C | Voltmètre, thermocouple de compensation, bain de glace | | |
| Indicateurs de température par thermorésistance | | / | 20 Ω à 400 Ω | $2,3 \times 10^{-4} \times R + 10 \text{ m}\Omega$ | Mesure directe de la résistance et conversion en °C | Résistance | | |
| Simulateurs de température par thermorésistance | | / | 20 Ω à 400 Ω | $2,3 \times 10^{-4} \times R + 10 \text{ m}\Omega$ | Mesure directe de la résistance et conversion en °C | Ohmmètre | | |

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

- 1) Les domaines de température équivalents sont, pour chaque couple thermoélectrique et thermorésistances, déterminés conformément aux normes en vigueur.
- 2) Afin d'obtenir l'incertitude globale d'étalonnage, l'incertitude de cette colonne sera convertie en °C et combinée avec la résolution, la stabilité,.... propres à l'instrument. L'incertitude propre à la table de conversion utilisée devra également être prise en compte.

NOTA : Les calculs doivent être effectués en tension et convertis en température à la fin des calculs car la sensibilité d'un thermocouple varie en fonction de la température.

Portée flexible FLEX2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation. La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire

| MASSE ET VOLUME / MASSE / MASSE ETALON | | | | | | |
|--|-----------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Masses Poids | Masse conventionnelle | 1 g ■ | 66 µg | Méthode interne : PCMA-LYN-0001 | Masses de travail du laboratoire Comparateur de portée 210 g, avec une résolution de 0,01 mg 1 comparaison EMME | En laboratoire |
| | | 2 g ■ | 68 µg | | | |
| | | 5 g ■ | 73 µg | | | |
| | | 10 g ■ | 79 µg | | | |
| | | 20 g ■ | 0,14 mg | | | |
| | | 50 g ■ | 0,22 mg | | | |
| | | 100 g ■ | 0,31 mg | | Masses de travail du laboratoire Comparateur de portée 5 kg avec une résolution de 0,001 g 1 comparaison EMME | |
| | | 200 g ■ | 0,55 mg | | | |
| | | 500 g ■ | 3,0 mg | | | |
| | | 1 kg ■ | 3,8 mg | | Masses de travail du laboratoire Comparateur de portée 20 kg avec une résolution de 0,01 g 1 comparaison EMME | |
| | | 2 kg ■ | 6,1 mg | | | |
| | | 5 kg ■ | 14 mg | | | |
| | | 10 kg ■ | 100 mg | | | |
| | | | | | 20 kg ■ | |

■ valeur ponctuelle

Ces incertitudes sont valables sur la masse conventionnelle à condition que la masse volumique de la masse à étalonner (ρ_M en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) soit comprise dans les limites indiquées ci-dessous pour la masse de valeur nominale M donnée, et que la masse volumique de l'air ne s'écarte pas de plus de 10 % autour de $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

$$7\,500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \leq \rho_M \leq 8\,500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{si} \quad M \leq 200 \text{ g}$$

$$7\,900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \leq \rho_M \leq 8\,100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{si} \quad 500 \text{ g} \leq M \leq 20 \text{ kg}$$

Pour les masses ayant une valeur nominale intermédiaire aux valeurs citées dans le tableau, l'incertitude est celle de la masse immédiatement supérieure.

| TEMPERATURE / Chaîne de mesure de température et autres thermomètres | | | | | | |
|---|-------------|-------------------|---------------------|---|-------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Chaîne de mesure de température (hors association avec un thermocouple) | Température | -80 à 0 °C | 0,06 °C | Méthode par comparaison à une chaîne étalon dans des bains à débordement, un bain d'alumine ou un bain de glace | PCTE-LYN-0006 | Laboratoire |
| | | 0 °C | | | | |
| | | 0 à 80 °C | | | | |
| | | 80 à 250 °C | | | | |
| | | 250 à 400 °C | 0,37 °C | | | |

Portée FIXE : le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Différence de potentiel | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|------------------------------|---|--|---|-------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Piles Références à diodes zeners | Différence de potentiel | Valeurs ponctuelles | ■ 1 V ■ 10 V | 3 μ V 21 μ V | Méthode d'opposition | Référence de tension, Nanovoltmètre | PCEM-FLO-0001 | Laboratoire |
| Calibrateurs Millivoltmètres Nanovoltmètres | Différence de potentiel | / | < 2 mV | $1,5 \times 10^{-4} \times U + 150$ nV | Méthode d'opposition, diviseur de tension | Calibrateur, diviseur résistif, nanovoltmètre | PCEM-FLO-0001 | Laboratoire |
| Multimètres Calibrateurs Voltmètres | Différence de potentiel | / | 0,2 mV à 20 V 20 V à 1 kV | $1,5 \times 10^{-5} \times U + 400$ nV $2 \times 10^{-5} \times U$ | Mesure directe | Voltmètre | PCEM-FLO-0001 | Laboratoire |
| Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres | Différence de potentiel | / | 0 mV à 220 mV | $1 \times 10^{-5} \times U + 1,1$ μ V | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN-0023 | Laboratoire |
| | | | 220 mV à 2,2V | $4,6 \times 10^{-6} \times U + 2,6$ μ V | | | | |
| | | | 2,2V à 11 V | $3,5 \times 10^{-6} \times U + 10$ μ V | | | | |
| | | | 11 V à 22 V | $3,5 \times 10^{-6} \times U + 50$ μ V | | | | |
| | | | 22 V à 220 V | $5 \times 10^{-6} \times U + 0,27$ mV | | | | |
| | | | 220 V à 1 000 V | $6 \times 10^{-6} \times U + 1,8$ mV | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

■ Valeurs ponctuelles

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Multimètres Calibrateurs Voltmètres | Différence de potentiel | 40 Hz à 5 kHz 40 Hz à 20 kHz | 1 mV à 100 mV 0,1 V à 1 kV | $3,5 \times 10^{-4} \times U + 10 \mu\text{V}$ $3,5 \times 10^{-4} \times U + 10 \mu\text{V}$ | Mesure directe ou comparaison | Voltmètre | PCEM-FLO-0015 | Laboratoire |
| Voltmètres Multimètres | Différence de potentiel | 10 Hz à 20 Hz | 1 mV à 2,2mV | $2,9 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN-0024 | Laboratoire |
| | | | 2,2 mV à 22mV | $2,7 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220mV | $2,6 \times 10^{-4} \times U + 17 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $2,9 \times 10^{-4} \times U + 0,09 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $3 \times 10^{-4} \times U + 0,9 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 22 V à 220V | $3 \times 10^{-4} \times U + 8 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 20 Hz à 40 Hz | 1 mV à 2,2mV | $1,7 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22mV | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220mV | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,07 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,7 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 22 V à 220V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 6 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 20 kHz | 1 mV à 2,2mV | $1,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22mV | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220mV | $1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $5,2 \times 10^{-5} \times U + 0,07 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $5,4 \times 10^{-5} \times U + 0,7 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 22 V à 220V | $6,2 \times 10^{-5} \times U + 6 \text{ mV}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|--|-------------------|---|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Voltmètres Multimètres | Différence de potentiel | 20 kHz à 50 kHz | 1 mV à 2,2mV | $2,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN-0024 | Laboratoire |
| | | | 2,2 mV à 22mV | $2,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220mV | $2,2 \times 10^{-4} \times U + 14 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,07 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,7 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 22 V à 220V | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 6 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | 1 mV à 2,2mV | $6,5 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22mV | $6,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220mV | $5,7 \times 10^{-4} \times U + 25 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $2,8 \times 10^{-4} \times U + 0,09 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $2,0 \times 10^{-4} \times U + 0,8 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 22 V à 220V | $2,3 \times 10^{-5} \times U + 9 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 100 kHz à 300 kHz | 1 mV à 2,2mV | $1,9 \times 10^{-3} \times U + 14 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22mV | $1,8 \times 10^{-3} \times U + 14 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220mV | $1,7 \times 10^{-3} \times U + 29 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $7,6 \times 10^{-4} \times U + 0,13 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $4,3 \times 10^{-4} \times U + 1,8 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 300 kHz à 500 kHz | 22 mV à 220mV | $2,3 \times 10^{-3} \times U + 35 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | 300 kHz à 500 kHz | 0,22 V à 2,2 V | $1,7 \times 10^{-3} \times U + 0,27 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 300 kHz à 500 kHz | 2,2 V à 22 V | $1,2 \times 10^{-3} \times U + 3,4 \text{ mV}$ | | | | |
| 500 kHz à 1 MHz | 0,22 V à 2,2 V | $3,0 \times 10^{-3} \times U + 0,5 \text{ mV}$ | | | | | | |
| 500 kHz à 1 MHz | 2,2 V à 22 V | $2 \times 10^{-3} \times U + 8 \text{ mV}$ | | | | | | |
| 40 Hz à 1 kHz | 220 V à 1100 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 20 \text{ mV}$ | | | | | | |
| 1 kHz à 20 kHz | 220 V à 750 V | $2,4 \times 10^{-4} \times U + 24 \text{ mV}$ | | | | | | |
| 20 kHz à 50 kHz | 220V à 750 V | $7 \times 10^{-4} \times U + 32 \text{ mV}$ | | | | | | |
| 50 kHz à 100 kHz | 220V à 750 V | $1,8 \times 10^{-3} \times U + 90 \text{ mV}$ | | | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Intensité de courant électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|--|-----------------------|---|---|--|--|-------------------------|---------------------|
| Multimètres Calibrateurs Ampèremètres Pincès ampèremétriques | Intensité de courant électrique | / | < 200 μ A 0,2 mA à 1 A 1 A à 10 A 10 A à 100 A | $4 \times 10^{-5} \times I + 200 \text{ pA}$ $3 \times 10^{-5} \times I$ $1,2 \times 10^{-4} \times I$ $1,5 \times 10^{-4} \times I$ | Mesure de la tension aux bornes d'une résistance | Générateur de courant, résistance, voltmètre | PCEM-FLO-0003 | Laboratoire |
| Pincès ampèremétriques | Intensité de courant électrique | / | 100 A à 1 kA | $1,5 \times 10^{-3} \times I$ | Comparaison à un mesureur de courant | Générateur de courant, résistance, voltmètre, bobine multi-tours | PCEM-FLO-0003 | Laboratoire |
| Nanoampèremètres Ampermètres Multimètres | Intensité de courant électrique | / | 10 μ A à 220 μ A | $4,2 \times 10^{-5} \times I + 7,2 \text{ nA}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN-0025 | Laboratoire |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $3,6 \times 10^{-5} \times I + 12 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 2,2 mA à 22 mA | $3,6 \times 10^{-5} \times I + 110 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 22 mA à 220 mA | $4,8 \times 10^{-5} \times I + 2,2 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 220 mA à 2,2 A | $7,2 \times 10^{-5} \times I + 34 \mu\text{A}$ | | | | |
| 2,2 A à 11 A | $4 \times 10^{-4} \times I + 2,7 \text{ mA}$ | | | | | | | |

I est la valeur de l'intensité exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Intensité de courant électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|---|--|---|--|--|-------------------------|---------------------|
| Multimètres Calibrateurs Ampèremètres Pincès ampèremétrique Transformateurs d'intensité | Intensité de courant électrique | 40 Hz à 1 kHz 40 Hz à 1 kHz 50 Hz | 10 μ A à 10 mA 10 mA à 10 A 10 A à 100 A | $5 \times 10^{-4} \times I + 50 \text{ nA}$ $5 \times 10^{-4} \times I$ $1,5 \times 10^{-3} \times I$ | Mesure de la tension aux bornes d'une résistance | Générateur de courant, résistance, voltmètre | PCEM-FLO-0016 | Laboratoire |
| Pincès ampèremétriques Transformateurs d'intensité | Intensité de courant électrique | 50 Hz | 100 A à 1 kA | $1,5 \times 10^{-3} \times I$ | Comparaison à un mesureur de courant | Générateur de courant, résistance, voltmètre, bobine multi-tours | PCEM-FLO-0017 | Laboratoire |

I est la valeur de l'intensité exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Intensité de courant électrique (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|-----------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|---|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Multimètres Ampèremètres | Intensité de courant électrique | 10 Hz à 20 Hz | 9 µA à 220 µA | $3,2 \times 10^{-4} \times I + 0,025 \mu\text{A}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN-0026 | Laboratoire |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $3,1 \times 10^{-4} \times I + 0,08 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2,2 mA à 22 mA | $3,1 \times 10^{-4} \times I + 0,9 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 22 mA à 220 mA | $3,1 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 20 Hz à 40 Hz | 9 µA à 220 µA | $2 \times 10^{-4} \times I + 0,021 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $1,8 \times 10^{-4} \times I + 0,08 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2,2 mA à 22 mA | $1,8 \times 10^{-4} \times I + 0,8 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 22 mA à 220 mA | $1,8 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 1 kHz | 9 µA à 220 µA | $7,7 \times 10^{-4} \times I + 0,013 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $2,3 \times 10^{-4} \times I + 0,08 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2,2 mA à 22 mA | $1,5 \times 10^{-4} \times I + 0,8 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 22 mA à 220 mA | $1,4 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 0,22 A à 2,2 A | $2,9 \times 10^{-4} \times I + 60 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2,2 A à 11 A | $4,8 \times 10^{-4} \times I + 3,6 \text{ mA}$ | | | | |
| | | Multimètres Ampèremètres | Intensité de courant électrique | 1 kHz à 5 kHz | | | | |
| 0,22 mA à 2,2 mA | $1,1 \times 10^{-3} \times I + 0,32 \mu\text{A}$ | | | | | | | |
| 2,2 mA à 22 mA | $7 \times 10^{-4} \times I + 1,7 \mu\text{A}$ | | | | | | | |
| 22 mA à 220 mA | $7 \times 10^{-4} \times I + 12 \mu\text{A}$ | | | | | | | |
| 5 kHz à 10 kHz | 9 µA à 220 µA | | | $1,1 \times 10^{-2} \times I + 0,30 \mu\text{A}$ | | | | |
| | 0,22 mA à 2,2 mA | | | $4,4 \times 10^{-3} \times I + 1,4 \mu\text{A}$ | | | | |
| | 2,2 mA à 22 mA | | | $4 \times 10^{-3} \times I + 7 \mu\text{A}$ | | | | |
| | 22 mA à 220 mA | | | $4 \times 10^{-3} \times I + 21 \mu\text{A}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|--------------------------------|--|---|---|---|-------------------------|---------------------|
| Résistances fixes ou à décades Boîtes de résistances Calibrateurs Shunts | Résistance électrique | / | <ul style="list-style-type: none"> ■ 10 Ω ■ 100 Ω ■ 1 kΩ ■ 10 kΩ ■ 100 kΩ | 150 μΩ 1 mΩ 10 mΩ 100 mΩ 1 Ω | Mesure directe Mesure par substitution | Ohmmètre | PCEM-FLO-0002 | Laboratoire |
| Milliohmmètres Ohmmètres | Résistance électrique | / | ■ 1 Ω | 120 μΩ | Mesure directe au moyen d'un calibrateur | Calibrateur | PCEM-RUN-0027 | Laboratoire |
| | | | ■ 1,9 Ω | 200 μΩ | | | | |
| | | | ■ 10 Ω | 0,9 mΩ | | | | |
| | | | ■ 19 Ω | 1,0 mΩ | | | | |
| | | | ■ 100 Ω | 1,8 mΩ | | | | |
| | | | ■ 190 Ω | 3,0 mΩ | | | | |
| | | | ■ 1 kΩ | 17 mΩ | | | | |
| | | | ■ 1,9 kΩ | 30 mΩ | | | | |
| | | | ■ 10 kΩ | 180 mΩ | | | | |
| | | | ■ 19 kΩ | 310 mΩ | | | | |
| | | | ■ 100 kΩ | 2,1 Ω | | | | |
| | | | ■ 190 kΩ | 3,1 Ω | | | | |
| | | | ■ 1 MΩ | 32 Ω | | | | |
| | | | ■ 1,9 MΩ | 52 Ω | | | | |
| Résistances fixes ou à décades Boîtes de résistances Shunts | Résistance électrique | Courant de mesure 100 A | 20 μΩ à 100 μΩ | $5 \times 10^{-4} \times R + 40 \text{ n}\Omega$ | Méthode potentiométrique Mesure par substitution | Générateur de courant, résistance, voltmètre | PCEM-FLO-0002 | Laboratoire |
| | | / | 100 μΩ à 200 mΩ | $2 \times 10^{-4} \times R + 40 \text{ n}\Omega$ | | | | |
| Résistances fixes ou à décades Boîtes de résistances Ohmmètres Calibrateurs Mégohmmètres | Résistance électrique | / | 200 mΩ à 200 kΩ 200 kΩ à 2 MΩ 2 MΩ à 20 MΩ 20 MΩ à 200 MΩ 200 MΩ à 2 GΩ | $2 \times 10^{-5} \times R + 50 \mu\Omega$ $2 \times 10^{-5} \times R + 2 \Omega$ $4 \times 10^{-5} \times R + 150 \Omega$ $5 \times 10^{-4} \times R + 15 \text{ k}\Omega$ $5 \times 10^{-3} \times R + 1 \text{ M}\Omega$ | Mesure par substitution Mesure directe | Ohmmètre | PCEM-FLO-0002 | Laboratoire |
| Résistances de hautes valeurs Calibrateurs Ohmmètres Mégohmmètres | Résistance électrique | Tension de mesure 100 V à 1 kV | 1 MΩ à 2 GΩ | $3 \times 10^{-4} \times R$ | Méthode des 2 générateurs | Générateurs de tension, résistance, voltmètre | PCEM-FLO-0002 | Laboratoire |

■ Valeurs ponctuelles – R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Température par simulation électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|---|--|-------------------------|---------------------|
| Simulateur de température par thermocouple | Température par simulation électrique | Sans compensation de soudure froide | -15 mV à 100 mV | 1 μ V (thermocouples S, R et B) 3 μ V (thermocouples K, J, T, N et E) | Mesure directe de la ddp et conversion en °C | Voltmètre | PCEM-FLO-0006 | Laboratoire |
| Simulateur de température par thermocouple | Température par simulation électrique | Avec compensation de soudure froide | - 10 mV à 77 mV | 5 μ V (thermocouples S, R et B) 10 μ V (thermocouples K, J, T, N et E) | Mesure directe de la ddp avec soudure froide déportée et conversion en °C | Voltmètre, thermocouple de compensation, référence de température | PCEM-FLO-0006 | Laboratoire |
| Simulateur de température par thermorésistance | Température par simulation électrique | Sonde platine 100 Ω à 0°C | 20 Ω à 400 Ω | $2,5 \times 10^{-5} \times R + 2 \text{ m}\Omega$ | Mesure directe de la résistance et conversion en °C | Ohmmètre | PCEM-FLO-0007 | Laboratoire |
| Indicateur de température par thermocouple | Température par simulation électrique | Sans compensation de soudure froide | -15 mV à 100 mV | 1 μ V (thermocouples S, R et B) 3 μ V (thermocouples K, J, T, N et E) | Mesure directe de la ddp et conversion en °C | Générateur de tension + voltmètre | PCEM-FLO-0006 | Laboratoire |
| Indicateur de température par thermocouple | Température par simulation électrique | Avec compensation de soudure froide | - 10 mV à 77 mV | 5 μ V (thermocouples S, R et B) 10 μ V (thermocouples K, J, T, N et E) | Mesure directe de la ddp avec soudure froide déportée et conversion en °C | Générateur de tension + voltmètre thermocouple de compensation, référence de température | PCEM-FLO-0006 | Laboratoire |
| Indicateur de température par thermorésistance | Température par simulation électrique | Sonde platine 100 Ω à 0°C | 20 Ω à 400 Ω | $2,5 \times 10^{-5} \times R + 2 \text{ m}\Omega$ | Mesure par substitution de la résistance et conversion en °C | Boite de résistances à décades + ohmmètre | PCEM-FLO-0007 | Laboratoire |

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms

Portée flexible FLEX2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation. La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative liquide | | | | | | |
|---|--|-------------------|---|--|--|--------------------------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication Sensibilité | 0,2 à 4 MPa | $80 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston-cylindre Fluide : huile | Méthodes internes n° PVF-0010 n°PVF-0111 | En laboratoire |
| | | 0,5 à 25 MPa | $100 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 2 à 100 MPa | $230 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 5 à 250 MPa | $1,5 \text{ kPa} + 2,3 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 500 MPa | 600 kPa | Comparaison à un capteur de pression associé à un indicateur numérique Fluide : huile | | Sur site Température de 5 à 35 °C |
| | | 0* à 7 MPa | $2,1 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-5} \times P_r$ | Comparaison à un manomètre numérique Fluide : huile | | |
| | | 0* à 20 MPa | $16 \text{ kPa} + 2,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 35 MPa | $14 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 60 MPa | $16 \text{ kPa} + 2,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | Comparaison à un capteur de pression associé à un indicateur numérique Fluide : huile | | |
| | | 0* à 70 MPa | $20 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | Comparaison à un manomètre numérique Fluide : huile | | |
| 0* à 100 MPa | $65 \text{ kPa} + 6,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | | | |

* L'incertitude de mesure ne porte pas sur la valeur zéro de l'étendue.

Avec P_r : Pression relative.

PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative liquide

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-------------------|---|---|--|---|
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication Sensibilité | 0,2 à 4 MPa | $80 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston-cylindre associée à un séparateur huile/eau Fluide : eau | Méthodes internes n° PVF-0010 n°PVF-0111 | En laboratoire |
| | | 0,5 à 25 MPa | $100 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 2 à 80 MPa | $230 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 7 MPa | $2,1 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-5} \times P_r$ | Comparaison à un manomètre numérique Fluide : eau | | Sur site <i>Température de 5 à 35 °C</i> |
| | | 0* à 20 MPa | $16 \text{ kPa} + 2,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 35 MPa | $14 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 60 MPa | $16 \text{ kPa} + 2,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | Comparaison à un capteur de pression associé à un indicateur numérique Fluide : eau | | |
| | | 0* à 70 MPa | $20 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | Comparaison à un manomètre numérique Fluide : eau | | |
| | | 0* à 80 MPa | $55 \text{ kPa} + 1,4 \times 10^{-3} \times P_r$ | | | |

* L'incertitude de mesure ne porte pas sur la valeur zéro de l'étendue.

Avec P_r : Pression relative.

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative gaz | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|---|--|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication Sensibilité | -95 à 0* kPa | 30 Pa | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston/cylindre associé à un mesureur de vide et à un manomètre numérique | Méthodes internes n° PVF-0010 n° PVF-0111 | En laboratoire |
| | | 4,3 à 162 kPa | $0,7 \text{ Pa} + 3,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston/cylindre | | |
| | | 23 à 700 kPa | $3 \text{ Pa} + 3,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 200 à 7 150 kPa | $40 \text{ Pa} + 3,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 2* à 21 MPa | $230 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston/cylindre associé à un séparateur huile/gaz | | |
| | | 0,5 à 25 MPa | $70 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | Comparaison à un manomètre numérique | | |
| | | -90 à 0* kPa | 15 Pa | | | |
| | | 0* à 5 MPa | $500 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 10 MPa | $1000 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | Comparaison à un manomètre numérique équipé d'un capteur externe | | |
| | | 0* à 20 kPa | $12 \text{ Pa} + 4,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 35 MPa | $8,0 \text{ kPa} + 4,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 60 MPa | 30 000 Pa | | | |

* L'incertitude de mesure ne porte pas sur la valeur zéro de l'étendue.

Avec P_r : Pression relative

PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative gaz

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Remarques | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-------------------|---|--|---|---|
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication Sensibilité | -90 à 0* kPa | 220 Pa | Comparaison à un manomètre numérique | Méthodes internes n° PVF-0010 n° PVF-0111 | Sur site <i>Température de 5 à 35 °C</i> |
| | | 0* à 350 kPa | $170 \text{ Pa} + 7,0 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 2 MPa | $700 \text{ Pa} + 6 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 7 MPa | $2,1 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-5} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 8 MPa | $3,0 \text{ kPa} + 6,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 20 MPa | $16 \text{ kPa} + 2,5 \times 10^{-4} \times P_r$ | Comparaison à un manomètre numérique équipé d'un capteur externe | | |
| | | 0* à 20 kPa | $22 \text{ Pa} + 4,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 200 kPa | $100 \text{ Pa} + 4,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| | | 0* à 35 MPa | $20 \text{ kPa} + 4,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |
| 0* à 60 MPa | 33 000 Pa | | | | | |

* L'incertitude de mesure ne porte pas sur la valeur zéro de l'étendue.

Avec P_r : Pression relative

PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue gaz

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Remarques | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-------------------|---|--|---|---------------------|
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication Sensibilité | 4,3 à 162 kPa | $6 \text{ Pa} + 2,5 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston/cylindre, associé à un mesureur de vide | Méthodes internes n° PVF-0010 n° PVF-0111 | En laboratoire |
| | | 23 à 700 kPa | $8 \text{ Pa} + 3,0 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 100 à 800 kPa | $55 \text{ Pa} + 3,0 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston/cylindre associé à un manomètre numérique | | |
| | | 300 à 7 250 kPa | $80 \text{ Pa} + 3,0 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 2,1 à 21 MPa | $250 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston/cylindre associé à un manomètre numérique et à un séparateur huile/gaz | | |
| | | 0,6 à 25 MPa | $120 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 5 MPa | $510 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à un manomètre numérique associé à un manomètre numérique | | |
| | | 0,1 à 10 MPa | $1\,000 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 95 à 105 kPa | 15 Pa | Comparaison à un manomètre numérique | | |
| | | 1,5 à 350 kPa | 30 Pa | | | |
| | | 0,1 à 35 MPa | $8 \text{ kPa} + 4,0 \times 10^{-4} \times P$ | Comparaison à un manomètre numérique équipé d'un capteur externe associé à un manomètre numérique | | |
| | | 0,1 à 60 MPa | 30 000 Pa | | | |

Avec P : Pression absolue

| PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue gaz | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|--|---|---|---|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Remarques | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication Sensibilité | 0,1 à 35 MPa | $20 \text{ kPa} + 4,0 \times 10^{-4} \times P$ | Comparaison à un manomètre numérique équipé d'un capteur externe associé à un manomètre numérique | Méthodes internes n° PVF-0010 n° PVF-0111 | Sur site <i>Température de 5 à 35 °C</i> |
| | | 0,1 à 60 MPa | 35 000 Pa | Comparaison à un manomètre numérique équipé d'un capteur externe | | |
| | | 80 à 110 kPa | 65 Pa | Comparaison à un baromètre numérique | | |
| | | 5 à 200 kPa | $340 \text{ Pa} + 5,0 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à un manomètre numérique | | |

Avec P : Pression absolue

PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue liquide

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Remarques | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-------------------|---|--|---|---------------------|
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication Sensibilité | 0,3 à 4 MPa | $120 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston-cylindre associée à un manomètre numérique Fluide : huile | Méthodes internes n° PVF-0010 n° PVF-0111 | En laboratoire |
| | | 0,6 à 25 MPa | $120 \text{ Pa} + 1,0 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 2,1 à 100 MPa | $250 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 5,1 à 250 MPa | $1,5 \text{ kPa} + 2,3 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 500 MPa | 600 kPa | Comparaison à un capteur de pression associé à un indicateur numérique et à un manomètre numérique Fluide : huile | | |
| | | 0,1 à 7 MPa | $2,2 \text{ kPa} + 6,1 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à un manomètre numérique Fluide : huile | | |
| | | 0,1 à 20 MPa | $16 \text{ kPa} + 2,5 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 35 MPa | $14 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 60 MPa | $16 \text{ kPa} + 2,0 \times 10^{-4} \times P$ | Comparaison à un manomètre numérique équipé d'un capteur externe Fluide : huile | | |
| | | 0,1 à 60 MPa | 35 000 Pa | | | |

Avec P : Pression absolue

PRESSION ET VIDE / Pression absolue / Pression absolue liquide

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Remarques | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-------------------|---|--|---|---|
| Manomètre analogique Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique | Erreur d'indication Sensibilité | 0,3 à 4 MPa | $120 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à une balance manométrique équipée d'un ensemble piston-cylindre associée à un manomètre numérique Fluide : eau | Méthodes internes n° PVF-0010 n° PVF-0111 | En laboratoire |
| | | 0,6 à 25 MPa | $120 \text{ Pa} + 1,1 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 2,1 à 80 MPa | $250 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 7 MPa | $2,2 \text{ kPa} + 6,1 \times 10^{-5} \times P$ | Comparaison à un manomètre numérique Fluide : eau | | Sur site <i>Température de 5 à 35 °C</i> |
| | | 0,1 à 20 MPa | $16 \text{ kPa} + 2,5 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 35 MPa | $14 \text{ kPa} + 3,5 \times 10^{-4} \times P$ | | | |
| | | 0,1 à 60 MPa | 35 000 Pa | Comparaison à un manomètre numérique équipé d'un capteur externe Fluide : eau | | |

Avec P : Pression absolue

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres à bouts | | | | | | | |
|--|--|--|--|----------------------------------|--|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| Cale à bouts plans parallèles en acier | Longueur au centre Variation de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,14 \mu\text{m} + 2 \times 10^{-6} \times L$ 0,06 μm | $0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure interne PVF-0060 | Comparateur de cales étalons Cales à bouts plans parallèles en acier | En labo |
| | Longueur au centre <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $2 \mu\text{m} + 4 \times 10^{-6} \times L$ | $125 \text{ mm} \leq L \leq 1000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure interne PVF-0080 | Banc de mesure unidimensionnel Interféromètre laser Cales à bouts plans parallèles en acier | |
| Broche à bouts plans parallèles en acier | Longueur au centre | $3 \mu\text{m} + 3,2 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 1000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | Procédure interne PVF-0052 | Banc de mesure unidimensionnel Interféromètre laser Cales à bouts plans parallèles | En labo |
| Broche à bouts sphériques en acier | Longueur maximale <i>NF E 11-015 (08/2009)</i> <i>Norme annulée</i> | $2 \mu\text{m} + 4,5 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 1000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | NF E 11-015 (08/2009) Norme annulée Procédure interne PVF-0052 | Banc de mesure unidimensionnel Interféromètre laser Broches à bouts sphériques | En labo |

DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|--|--|---|------------------------|---|---|---------------------|
| <u>Pied à coulisse</u> $q = 10, 20$ et $50 \mu\text{m}$ | Mesurages d'extérieur avec les becs principaux : - Erreur d'indication contact pleine touche - Erreur d'indication contact sur surface limitée - Erreur d'indication de contact linéaire Mesurages avec les autres becs : - Erreur de décalage d'échelle <i>NF E11-091 (03/2013)</i> | $8 \mu\text{m} + q + 20 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 20 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 10 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + q + 20 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 2\,000 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-091 (03/2013) Procédure interne PVF-0029 | Cales à bouts plans parallèles en acier Bagues cylindriques lisses | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 10$ et $20 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité <i>NF E11-096 (10/2013)</i> | $8 \mu\text{m} + q + 20 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-096 (10/2013) Procédure interne PVF-0030 | Cales à bouts plans parallèles en acier Marbre en granit | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 50 \mu\text{m}$ | Erreur de contact sur surface limitée Erreur de fidélité <i>NF E11-096 (10/2013)</i> | $8 \mu\text{m} + q + 20 \times 10^{-6} \times L$ - | | | | | |
| <u>Jauge de profondeur à vis micrométrique</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreurs d'indication : - avec la plus petite tige - avec les autres tiges <i>XPE 11-097 (02/1998)</i> | $15 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ $15 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 25 \text{ mm}$ $L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-097 (02/1998) Procédure interne PVF-0041 | Cales à bouts plans parallèles en acier Marbre en granit | En labo |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface Erreur de fidélité <i>NF E11-095 (10/2013)</i> | $5 \mu\text{m} + 30 \times 10^{-6} \times L$ $5 \mu\text{m} + 30 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-095 (10/2013) Procédure interne PVF-0031 | Cales à bouts plans parallèles en acier | En labo |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface Erreur de fidélité <i>NF E11-095 (10/2013)</i> | $8 \mu\text{m} + 25 \times 10^{-6} \times L$ $8 \mu\text{m} + 25 \times 10^{-6} \times L$ - | | | | | |

q : pas de quantification

DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|---|--|------------------------|------------------------|--|----------------------------|---------------------|
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | 5 μm 5 μm 3 μm - | $L \leq 5 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-057 (04/2016) Procédure interne PVF-0034 | Comparateur électronique | En labo |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | 7 μm 7 μm 4 μm - | $L \leq 50 \text{ mm}$ | | | | |
| <u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-056 (04/2016)</i> | 5 μm - - - | $L \leq 5 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-056 (04/2016) Procédure interne PVF-0039 | Comparateur électronique | En labo |
| <u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-056 (04/2016)</i> | 12 μm - - - | $L \leq 50 \text{ mm}$ | | | | |

q : pas de quantification

DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|---|--|--|--------------------------|------------------------|---|----------------------------|---------------------|
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> $q = 1$ et $2 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-053 (10/2013)</i> | $5 \mu\text{m}$ $5 \mu\text{m}$ $3 \mu\text{m}$ - | $L \leq 0,24 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E11-053 (10/2013) Procédure interne PVF-0040 | Comparateur électronique | En labo |
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-053 (10/2013)</i> | $7 \mu\text{m}$ $7 \mu\text{m}$ $4 \mu\text{m}$ - | $L \leq 0,8 \text{ mm}$ | | | | |

q : pas de quantification

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Pour les méthodes internes, les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| PRESSION ET VIDE / Pression relative / Pression relative liquide | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|--|--|--------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Manomètre numérique et métallique Chaîne de mesure de pression | Erreur d'indication | 0,5 à 25 MPa | $160 \text{ Pa} + 6,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | Comparaison à une balance manométrique et ensemble piston-cylindre Fluide : huile | Méthode interne n° PCPV-BROG-0001 | En laboratoire |
| | | 2 à 100 MPa | $400 \text{ Pa} + 5,0 \times 10^{-4} \times P_r$ | | | |

P_r = pression relative

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

Site : Agence de Nantes - PARC ZONE INDUSTRIELLE TOURNEBRIDE - 5 RUE THOMAS EDISON - 44118 LA CHEVROLIERE

Portée FIXE : le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| FORCE ET COUPLE / Couple | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---|---|--|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Instruments de mesure de couple | Moment d'une force (couple) | 1 à 60 N · m | $0,0011 \text{ N} \cdot \text{m} + 2,4 \times 10^{-3} \times C$ | Méthode interne PSR010-INS415 | Couple engendré par un bras de levier étalonné associé à des masses étalons | En laboratoire |
| Instruments de mesure de couple | Moment d'une force (couple) | 10 à 900 N · m | $0,003 \text{ N} \cdot \text{m} + 1,5 \times 10^{-3} \times C$ | Méthode interne PSR010-INS415 | Couple engendré par un bras de levier étalonné associé à des masses étalons | En laboratoire |
| | | 900 à 1 500 N · m | $0,004 \text{ N} \cdot \text{m} + 4,1 \times 10^{-3} \times C$ | | | |
| Instruments de mesure de couple de banc de vérification des outils de vissage | Moment d'une force (couple) | $1 \text{ N} \cdot \text{m} \leq C < 2 \text{ N} \cdot \text{m}$ | $1,0 \times 10^{-2} \times C$ | Méthode interne PSR010-INS415-ETALONNAGE_COUPLEMETRE | Comparaison à des couplemètres étalons associés à un générateur mécanique de couple Sens serrage | Sur site client |
| | | $2 \text{ N} \cdot \text{m} \leq C \leq 100 \text{ N} \cdot \text{m}$ | $0,50 \times 10^{-2} \times C$ | | | |
| | | $100 \text{ N} \cdot \text{m} < C \leq 1\,000 \text{ N} \cdot \text{m}$ | $0,40 \times 10^{-2} \times C$ | | | |

C = couple appliqué en N · m

Portée flexible FLEX1 : le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en suivant les méthodes référencées et leurs révisions ultérieures.

| FORCE ET COUPLE / Outils dynamométriques | | | | | | |
|--|--|-------------------|---------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Outils dynamométriques à commande manuelle | Moment d'une force (couple) mesuré ou seuil de déclenchement | 0,1 à 2 N · m | $0,010 \times C$ | NF EN ISO 6789-2 | Comparaison à un banc d'étalonnage de clés dynamométriques Sens horaire et anti-horaire | En laboratoire Sur site client |
| | | 2 à 20 N · m | $0,0075 \times C$ | | | |
| | | 20 à 400 N · m | $0,0075 \times C$ | | | |
| | | 400 à 1 500 N · m | $0,0075 \times C$ | | | |

C = couple appliqué en N · m

| FORCE ET COUPLE / Outils dynamométriques | | | | | | |
|--|--|-------------------|---------------------|----------------------------|--|---------------------------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Outils dynamométriques à commande manuelle | Moment d'une force (couple) mesuré ou seuil de déclenchement | 0,1 à 2 N · m | $0,010 \times C$ | Méthode interne PVF-036 | Comparaison à un banc d'étalonnage de clés dynamométriques Sens horaire et anti-horaire | En laboratoire Sur site client |
| | | 2 à 20 N · m | $0,0075 \times C$ | | | |
| | | 20 à 400 N · m | $0,0075 \times C$ | | | |
| | | 400 à 1 500 N · m | $0,0075 \times C$ | | | |

C = couple appliqué en N · m

Portée FIXE : le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / DIFFERENCE DE POTENTIEL | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | / | 0 mV à 100 mV | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 5 \mu V$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0031 | Site client |
| | | | 0,10 V à 1,0 V | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 6 \mu V$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 1,0 V à 10 V | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 8 \mu V$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 10 V à 100 V | $20 \times 10^{-6} \times U + 200 \mu V$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 100 V à 1 000 V | $20 \times 10^{-6} \times U + 400 \mu V$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / INTENSITE DE COURANT ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Intensité de courant électrique | / | 1µA à 10 µA | $80 \times 10^{-6} \times I + 6 \text{ nA}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0032 | Site client |
| | | | 10 µA à 100 µA | $90 \times 10^{-6} \times I + 8 \text{ nA}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 0,10 mA à 1,0 mA | $120 \times 10^{-6} \times I + 15 \text{ nA}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 1,0 mA à 10 mA | $120 \times 10^{-6} \times I + 100 \text{ nA}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 10 mA à 100 mA | $180 \times 10^{-6} \times I + 1 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 100 mA à 1000 mA | $180 \times 10^{-6} \times I + 15 \text{ µA}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / DIFFERENCE DE POTENTIEL

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | 40 Hz à 10 kHz | 10 mV à 100 mV | $3,0 \times 10^{-4} \times U + 110 \text{ µV}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0033 | Site client |
| | | | 0,10 V à 1,0 V | $4,2 \times 10^{-4} \times U + 120 \text{ µV}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 1,0 V à 10 V | $3,0 \times 10^{-4} \times U + 150 \text{ µV}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 10 V à 100 V | $3,2 \times 10^{-4} \times U + 550 \text{ µV}$ | | | | |
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | 45 Hz à 1 kHz | 100 V à 700 V | $3,2 \times 10^{-4} \times U + 4 \text{ mV}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0033 | Alimentation électrique 216 V à 253 V |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / INTENSITE DE COURANT ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|------------------------|----------------------------|-------------------------|---|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Intensité de courant électrique | 60 Hz à 400 Hz | 1 mA à 10 mA | $4,5 \times 10^{-4} \times I + 3,5 \mu\text{A}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0034 | Site client |
| | | | 10 mA à 100 mA | $4,5 \times 10^{-4} \times I + 35 \mu\text{A}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 0,1 A à 1 A | $6,0 \times 10^{-4} \times I + 250 \mu\text{A}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Résistance électrique | / | 0,1 Ω à 1 Ω | $90 \times 10^{-6} \times R + 70 \mu\Omega$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0035 | Site client |
| | | | 1 Ω à 10 Ω | $90 \times 10^{-6} \times R + 40 \mu\Omega$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 10 Ω à 100 Ω | $40 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 100 Ω à 1000 Ω | $80 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 1,0 k Ω à 10 k Ω | $50 \times 10^{-6} \times R + 4,5 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 10 k Ω à 100 k Ω | $45 \times 10^{-6} \times R + 140 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 0,10 M Ω à 1,0 M Ω | $65 \times 10^{-6} \times R + 5 \Omega$ | | | | |
| | | | 1,0 M Ω à 10 M Ω | $130 \times 10^{-6} \times R + 900 \Omega$ | | | | |

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / DIFFERENCE DE POTENTIEL (GENERATION)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Multimètres Voltmètres | Différence de potentiel | / | 0 mV à 300 mV | $75 \times 10^{-6} \times U + 7 \mu\text{V}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0026 | Site client |
| | | | 0,30 V à 3,0 V | $65 \times 10^{-6} \times U + 15 \mu\text{V}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 3,0 V à 30 V | $65 \times 10^{-6} \times U + 150 \mu\text{V}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 30 V à 300 V | $80 \times 10^{-6} \times U + 800 \mu\text{V}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 300 V à 1 000 V | $80 \times 10^{-6} \times U + 3 000 \mu\text{V}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Intensité de courant électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------|---|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Multimètres Voltmètres | Intensité de courant électrique | / | 10 μA à 3,0 mA | $25 \times 10^{-5} \times I + 80 \text{ nA}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0027 | Site client |
| | | | 3,0 mA à 10 mA | $25 \times 10^{-5} \times I + 500 \text{ nA}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 10 mA à 30 mA | $30 \times 10^{-5} \times I + 400 \text{ nA}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 30 mA à 300 mA | $30 \times 10^{-5} \times I + 5 \mu\text{A}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 0,30 A à 1,0 A | $45 \times 10^{-5} \times I + 70 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 1,0 A à 2,0 A | $120 \times 10^{-5} \times I + 200 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2,0 A à 10 A | $120 \times 10^{-5} \times I + 500 \mu\text{A}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Multimètres Voltmètres | Différence de potentiel | 40 Hz à 10 kHz | 10 mV à 30 mV | $1,6 \times 10^{-3} \times U + 180 \mu\text{V}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0028 | Site client |
| | | | 30 mV à 300 mV | $1,0 \times 10^{-3} \times U + 200 \mu\text{V}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 0,30 V à 3,0 V | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 250 \mu\text{V}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 3,0 V à 30 V | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 1000 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 30 V à 300 V | $11 \times 10^{-4} \times U + 25 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 300 V à 1 000 V | $22 \times 10^{-4} \times U + 800 \text{ mV}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Intensité de courant électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Multimètres Voltmètres | Intensité de courant électrique | 60 Hz à 400 Hz | 1 mA à 3,0 mA | $14 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu\text{A}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0029 | Site client |
| | | | 3,0 mA à 10 mA | $11 \times 10^{-4} \times I + 15 \mu\text{A}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 10 mA à 30 mA | $12 \times 10^{-4} \times I + 12 \mu\text{A}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 30 mA à 300 mA | $14 \times 10^{-4} \times I + 70 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 0,30 A à 1,0 A | $15 \times 10^{-4} \times I + 500 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 1,0 A à 2,0 A | $5 \times 10^{-3} \times I + 1 \text{ mA}$ | | | | |
| | | | 2,0 A à 10 A | $6 \times 10^{-3} \times I + 5 \text{ mA}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Résistance électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|--|--|----------------|---------------------------|---------------|
| | | Calibre | Courant d'utilisation | | | | | | | | | | | |
| Multimètres Voltmètres | Résistance électrique | 1,0 Ω | 1 mA à 125 mA | 0,1 Ω à 10 Ω | $130 \times 10^{-6} \times R + 16 \text{ m}\Omega$ | Mesure directe | Calibrateur universel (1) | PCEM-CAN-0030 | Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V | | | | | |
| | | 3,0 Ω | 1 mA à 125 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 11 Ω | 1 mA à 125 mA | 10 Ω à 300 Ω | $140 \times 10^{-6} \times R + 20 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 33 Ω | 1 mA à 125 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 110 Ω | 1 mA à 70 mA | 0,3 kΩ à 3,0 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 100 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 330 Ω | 1 mA à 40 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 1,1 kΩ | 0,1 mA à 18 mA | 3,0 kΩ à 30 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 1\,000 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 3,3 kΩ | 0,1 mA à 5 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 11 kΩ | 10 μA à 1 800 μA | 30 kΩ à 100 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 10 \Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 33 kΩ | 10 μA à 500 μA | | | | | | | | | | | |
| | | 110 kΩ | 1 μA à 180 μA | | | | | | | | | | | |
| | | 330 kΩ | 1 μA à 50 μA | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Mesure directe | Calibrateur universel (2) | PCEM-CAN-0030 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

(1) Résistances en 4 fils

(2) Résistances en 2 fils

Portée flexible FLEX 2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation.

La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

L'exactitude de la fréquence de référence utilisée sur site est connue à $\pm 5.10^{-9}$ (horloge de référence du laboratoire permanent raccordée à UTC(OP) par le LTFB via un récepteur GPS).

Température ambiante : 18 à 28 °C / Humidité ambiante : < 80 % HR / Alimentation électrique : 216 V >Tension< 253 V

| TEMPS-FREQUENCE / Fréquence | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|---|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| | | | | Temps de porte de 1 s | Temps de porte de 10 s | | | | |
| Générateur Oscillateur Fréquence | Fréquence | 0,1 Hz à 1,1 GHz | 0,1 Hz à 1 Hz | --- | $4,5 \times 10^{-3}$ à $4,5 \times 10^{-4}$ | Mesure directe | Compteur, horloge de référence | PCTF-CAN-0010 PCTF-CAN-0011 | Site client |
| | | | 1 Hz à 10 Hz | $4,5 \times 10^{-3}$ à $4,5 \times 10^{-4}$ | $4,5 \times 10^{-4}$ à $4,5 \times 10^{-5}$ | | | | |
| | | | 10 Hz à 100 Hz | $4,5 \times 10^{-4}$ à $4,5 \times 10^{-5}$ | $4,5 \times 10^{-5}$ à $4,5 \times 10^{-6}$ | | | | |
| | | | 100 Hz à 1 kHz | $4,5 \times 10^{-5}$ à $4,5 \times 10^{-6}$ | $4,5 \times 10^{-6}$ à $4,5 \times 10^{-7}$ | | | | |
| | | | 1 kHz à 1,1 GHz | $4,5 \times 10^{-6}$ à $5,1 \times 10^{-9}$ | $4,5 \times 10^{-7}$ à $5,2 \times 10^{-9}$ | | | | |

Notes : (*) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence : fréquence de l'échelle de temps UTC(OP)
Le laboratoire peut générer des fréquences dans les domaines de fréquences présentés ci-dessus sur site « client ».

Portée flexible FLEX 2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation.

La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Différence de potentiel | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|---|--|------------------------|---|---|---|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure (1) | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Sources de tension Référence de tension zener | Différence de potentiel | Courant continu | ■ 10 V | 37 μ V | Méthode par opposition | Référence de tension Zener Diviseur Kelvin Varley | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0014 | En laboratoire |
| Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres Calibrateurs | Différence de potentiel | Courant continu | 0,1 V à 1 V 1 V à 10 V | $1,1 \times 10^{-5} \times U + 3,7 \mu\text{V}$ $3,8 \times 10^{-6} \times U + 3,7 \mu\text{V}$ | Méthode par opposition | Référence de tension Zener Diviseurs de tensions | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0014 | |
| | | | 10 V à 100 V 100 V à 1 000 V | $8 \times 10^{-5} \times U$ $9,1 \times 10^{-5} \times U$ | | | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0015 | |
| Kilovoltmètres Sondes Hautes tensions Diélectrimètres Générateurs hautes Tensions | Différence de potentiel | Courant continu | 1 kV à 2 kV 2 kV à 20 kV 20 kV à 50 kV | $1,2 \times 10^{-3} \times U + 0,3 \text{ V}$ $1,5 \times 10^{-3} \times U + 3 \text{ V}$ $1,5 \times 10^{-3} \times U + 30 \text{ V}$ | Mesure directe | Kilovoltmètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0016 | |
| Sources de tension Générateurs Calibrateurs | Différence de potentiel | Courant continu | 2 mV à 20 mV 20 mV à 200 mV 200 mV à 2 V 2 V à 20 V 20 V à 200 V 200 V à 1 000 V | $1,5 \times 10^{-4} \times U + 2 \mu\text{V}$ $5,9 \times 10^{-5} \times U + 5 \mu\text{V}$ $5,6 \times 10^{-5} \times U + 60 \mu\text{V}$ $5,5 \times 10^{-5} \times U + 0,35 \text{ mV}$ $5,5 \times 10^{-5} \times U + 4 \text{ mV}$ $5,5 \times 10^{-5} \times U + 40 \text{ mV}$ | Mesure directe | Voltmètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038 | Sur site Température ambiante 18 à 28°C |
| Mesureurs de tension Voltmètres | Différence de potentiel | Courant continu | 0,1 mV à 330 mV 330 mV à 3,3 V 3,3 V à 33 V 33 V à 330 V 330 V à 1 000 V | $6,5 \times 10^{-5} \times U + 6 \mu\text{V}$ $5 \times 10^{-5} \times U + 16 \mu\text{V}$ $5 \times 10^{-5} \times U + 0,25 \text{ mV}$ $5,5 \times 10^{-5} \times U + 3 \text{ mV}$ $5,5 \times 10^{-5} \times U + 10 \text{ mV}$ | Mesure directe | Générateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038 | Humidité ambiante 20 à 80 % HR |

■ Valeurs ponctuels

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

(1) Les tensions négatives sont obtenues en inversant la polarité.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Différence de potentiel

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---|--|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres | Différence de potentiel | / | 0 mV à 220 mV | $1 \times 10^{-5} \times U + 1,1 \mu\text{V}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0001 | En laboratoire |
| | | | 220 mV à 2,2V | $4,6 \times 10^{-6} \times U + 2,6 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2V à 11 V | $3,5 \times 10^{-6} \times U + 10 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 11 V à 22 V | $3,5 \times 10^{-6} \times U + 50 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 V à 220 V | $5 \times 10^{-6} \times U + 0,27 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 220 V à 1 000 V | $8,5 \times 10^{-6} \times U + 1,8 \text{ mV}$ | | | | |
| Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres Calibrateurs | Différence de potentiel | / | 0 μV à 190 mV | $6,6 \times 10^{-6} \times U + 0,8 \mu\text{V}$ | Directe au moyen d'un multimètre étalon | Multimètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0009 | En laboratoire |
| | | | 0,2 V à 1,9 V | $4,4 \times 10^{-6} \times U + 1,3 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2 V à 19 V | $4,4 \times 10^{-6} \times U + 6,2 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 20 V à 190 V | $6,8 \times 10^{-6} \times U + 0,12 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 200 V à 1 000 V | $7 \times 10^{-6} \times U + 1,2 \text{ mV}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|--|---|--|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Voltmètres Multimètres | Différence de potentiel BF | 20 Hz à 40 Hz | 1 mV à 2,2 mV | $1,7 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu V$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0002 | En laboratoire |
| | | 40 Hz à 20 kHz | | $1,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu V$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | | $2,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu V$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | | $6,5 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu V$ | | | | |
| | | 100 kHz à 300 kHz | | $1,9 \times 10^{-3} \times U + 14 \mu V$ | | | | |
| | | 20 Hz à 40 Hz | 2,2 mV à 22 mV | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu V$ | | | | |
| | | 40 Hz à 20 kHz | | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu V$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | | $2,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu V$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | | $6,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu V$ | | | | |
| | | 100 kHz à 300 kHz | | $1,8 \times 10^{-3} \times U + 14 \mu V$ | | | | |
| | | 20 Hz à 40 Hz | 22 mV à 220 mV | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu V$ | | | | |
| | | 40 Hz à 20 kHz | | $1,0 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu V$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | | $2,2 \times 10^{-4} \times U + 14 \mu V$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | | $5,7 \times 10^{-4} \times U + 25 \mu V$ | | | | |
| | | 100 kHz à 300 kHz | | $1,7 \times 10^{-3} \times U + 29 \mu V$ | | | | |
| | | 300 kHz à 500 kHz | $2,3 \times 10^{-3} \times U + 35 \mu V$ | | | | | |
| | | 20 Hz à 40 Hz | 0,22 V à 2,2 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,07 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 20 kHz | | $5,2 \times 10^{-5} \times U + 0,07 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,07 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | | $2,8 \times 10^{-4} \times U + 0,09 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 100 kHz à 300 kHz | | $7,6 \times 10^{-4} \times U + 0,13 \text{ mV}$ | | | | |
| 300 kHz à 500 kHz | $1,7 \times 10^{-3} \times U + 0,27 \text{ mV}$ | | | | | | | |
| 500 kHz à 1 MHz | $3,0 \times 10^{-3} \times U + 0,5 \text{ mV}$ | | | | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|--|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Voltmètres Multimètres | Différence de potentiel BF | 20 Hz à 40 Hz | 2,2 V à 22 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,7 \text{ mV}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0002 | En laboratoire |
| | | 40 Hz à 20 kHz | | $5,4 \times 10^{-5} \times U + 0,7 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,7 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | | $2,0 \times 10^{-4} \times U + 0,8 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 100 kHz à 300 kHz | | $4,3 \times 10^{-4} \times U + 1,8 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 300 kHz à 500 kHz | | $1,2 \times 10^{-3} \times U + 3,4 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 500 kHz à 1 MHz | | $2,0 \times 10^{-3} \times U + 8 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 20 Hz à 40 Hz | 22 V à 220 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 6 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 20 kHz | | $6,2 \times 10^{-5} \times U + 6 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 6 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | | $2,3 \times 10^{-4} \times U + 9 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 1 kHz | 220 V à 1 000 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 36 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 1 kHz à 20 kHz | | $2,4 \times 10^{-4} \times U + 38 \text{ mV}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---|---|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Source de tension Générateurs BF Calibrateur Multimètres Voltmètres | Différence de potentiel BF | 40 Hz à 100 Hz | 10 mV à 190 mV | $1,5 \times 10^{-4} \times U + 6 \mu V$ | Directe au moyen d'un multimètre étalon | Multimètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0010 | En laboratoire |
| | | 100 Hz à 2 kHz | | $1,5 \times 10^{-4} \times U + 4 \mu V$ | | | | |
| | | 2 kHz à 10 kHz | | $1,7 \times 10^{-4} \times U + 6 \mu V$ | | | | |
| | | 10 kHz à 100 kHz | | $9,0 \times 10^{-4} \times U + 25 \mu V$ | | | | |
| | | 40 Hz à 100 Hz | 0,2 V à 1,9 V | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 40 \mu V$ | | | | |
| | | 100 Hz à 2 kHz | | $1,0 \times 10^{-4} \times U + 40 \mu V$ | | | | |
| | | 2 kHz à 10 kHz | | $1,4 \times 10^{-4} \times U + 40 \mu V$ | | | | |
| | | 10 kHz à 100 kHz | | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 250 \mu V$ | | | | |
| | | 40 Hz à 100 Hz | 2 V à 19 V | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 350 \mu V$ | | | | |
| | | 100 Hz à 2 kHz | | $1,0 \times 10^{-4} \times U + 350 \mu V$ | | | | |
| | | 2 kHz à 10 kHz | | $1,4 \times 10^{-4} \times U + 350 \mu V$ | | | | |
| | | 10 kHz à 100 kHz | | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 2,5 mV$ | | | | |
| | | 40 Hz à 100 Hz | 20 V à 190 V | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 3 mV$ | | | | |
| | | 100 Hz à 2 kHz | | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 3 mV$ | | | | |
| | | 2 kHz à 10 kHz | | $1,4 \times 10^{-4} \times U + 3 mV$ | | | | |
| | | 10 kHz à 100 kHz | | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 25 mV$ | | | | |
| 50 Hz à 1 kHz | 200 V à 1 000 V | $1,5 \times 10^{-4} \times U + 25 mV$ | | | | | | |

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------------|----------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation | | | | | | |
| Voltmètres Multimètres Calibrateurs Générateurs BF | Différence de potentiel BF | 50 Hz à 10 kHz | 20 mV à 70 mV | $2,6 \times 10^{-4} \times U$ | Transposition thermique | Générateur de tension continue, transfert thermique | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0007 | En laboratoire | | | | | | |
| | | | 70 mV à 220 mV | $5,7 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | 20 Hz à 40 Hz | 0,22 V à 0,7 V | $4,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 0,7 V à 2,2 V | $3,6 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 2,2 V à 7 V | $4,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 7 V à 22 V | $4,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 22 V à 70 V | $4,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 70 V à 220 V | $4,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | 40 Hz à 20 kHz | 220 V à 1 000 V | $5,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 0,22 V à 0,7 V | $4,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 0,7 V à 2,2 V | $3,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 2,2 V à 7 V | $3,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 7 V à 22 V | $3,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | 22 V à 70 V | $4,1 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | Voltmètres Multimètres Calibrateurs Générateurs BF | Différence de potentiel BF | 20 kHz à 50 kHz | | | | | 70 V à 220 V | $3,6 \times 10^{-5} \times U$ | Transposition thermique | Générateur de tension continue, transfert thermique | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0007 | En laboratoire |
| | | | | | | | | | 220 V à 1 000 V | $5,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | |
| | | | | | | | | | 0,22 V à 0,7 V | $4,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | |
| | | | | | | | | | 0,7 V à 2,2 V | $3,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | |
| 2,2 V à 7 V | $3,6 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | | | | |
| 7 V à 22 V | $3,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | | | | |
| 50 kHz à 100 kHz | 22 V à 70 V | | | $5,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | 70 V à 220 V | | | $4,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | 220 V à 1 000 V | | | $7,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | 0,22 V à 0,7 V | | | $5,6 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | 0,7 V à 2,2 V | | | $5,0 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | 2,2 V à 7 V | | | $5,1 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | | | |
| | | | | | 7 V à 22 V | $5,3 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | |
| | | | | | 22 V à 70 V | $6,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | |
| | | | | | 70 V à 220 V | $5,5 \times 10^{-5} \times U$ | | | | | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|--|--|------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Kilovoltmètres Sondes hautes tensions Diélectrimètres Générateurs hautes tensions | Différence de potentiel | 50 Hz | 1 kV à 2 kV 2 kV à 20 kV 20 kV à 25 kV | $3 \times 10^{-3} \times U + 0,4 \text{ V}$ $3 \times 10^{-3} \times U + 4 \text{ V}$ $3 \times 10^{-3} \times U + 40 \text{ V}$ | Mesure directe | Kilovoltmètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0017 | En laboratoire |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Différence de potentiel radiofréquence

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|--|-------------------|---|------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Calibrateurs Générateurs BF Générateurs RF Voltmètre RF Mesureurs RF | Différence de potentiel RF | 50 kHz à 100 MHz 100 MHz à 500 MHz 500 MHz à 1 GHz | 10 mV à 100 mV | $5,0 \% \times U$ $6,0 \% \times U$ $6,5 \% \times U$ | Mesure directe | Voltmètre RF | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0018 | En laboratoire |
| | | 50 kHz à 10 MHz 10 MHz à 500 MHz 500 MHz à 1 GHz | 100 mV à 1 V | $4,0 \% \times U$ $6,0 \% \times U$ $6,5 \% \times U$ | | | | |
| | | 50 kHz à 10 MHz 10 MHz à 100 MHz 100 MHz à 1 GHz | 1 V à 2,5 V | $4,0 \% \times U$ $6,0 \% \times U$ $6,5 \% \times U$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------|---|--|------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--|
| Sources de tension Générateurs Calibrateurs | Différence de potentiel | 50 Hz à 1 kHz | 20 mV à 200 mV 200 mV à 2 V 2 V à 20 V 20 V à 200 V 200 V à 700 V | $3,8 \times 10^{-3} \times U + 0,2 \text{ mV}$ $3,5 \times 10^{-3} \times U + 1,5 \text{ mV}$ $3,5 \times 10^{-3} \times U + 15 \text{ mV}$ $3,5 \times 10^{-3} \times U + 0,15 \text{ V}$ $3,5 \times 10^{-3} \times U + 1,5 \text{ V}$ | Mesure directe | Voltmètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038 | Sur site <i>Température ambiante 18 à 28 °C</i> |
| Mesureurs de tension Voltmètres | Différence de potentiel | 50 Hz à 1 kHz | 10 mV à 330 mV 330 mV à 3,3 V 3,3 V à 33 V 33 V à 330 V 330 V à 1 000 V | $2,1 \times 10^{-3} \times U + 40 \mu\text{V}$ $5,5 \times 10^{-4} \times U + 0,5 \text{ mV}$ $4,2 \times 10^{-4} \times U + 4,5 \text{ mV}$ $8 \times 10^{-4} \times U + 38 \text{ mV}$ $1,7 \times 10^{-3} \times U + 90 \text{ mV}$ | Mesure directe | Générateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038 | <i>Humidité ambiante 20 à 80 % HR</i> |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Intensité de courant électrique | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|--|---|--|---|--------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure (1) | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Picoampèremètres Ampèremètres Générateurs Pico-sources Calibrateurs | Intensité de courant électrique | Courant continu | 1 pA à 10 pA 10 pA à 100 pA 100 pA à 1 nA 1nA à 10 nA 10nA à 100 nA 100 nA à 1 µA | $2 \times 10^{-2} \times I + 60 \text{ fA}$ $1,3 \times 10^{-2} \times I + 0,4 \text{ pA}$ $8 \times 10^{-3} \times I + 1,3 \text{ pA}$ $7,3 \times 10^{-3} \times I + 1,5 \text{ pA}$ $6 \times 10^{-3} \times I + 4 \text{ pA}$ $6 \times 10^{-4} \times I + 70 \text{ pA}$ | Mesure par substitution | Electromètre Source de tension continu Résistance | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0019 | En laboratoire |
| Ampèremètres Générateurs Pico-sources Calibrateurs Multimètres | Intensité de courant électrique | Courant continu | 1 µA à 2 µA 2 µA à 10 µA 10 µA à 20 µA 20 µA à 100 µA 100 µA à 200 µA 200 µA à 1 mA 1 mA à 2 mA 2 mA à 10 mA 10 mA à 20 mA 20 mA à 50 mA 50 mA à 100 mA 100 mA à 1 A 1 A à 2 A | $9 \times 10^{-6} \times I + 20 \text{ pA}$ $1,5 \times 10^{-5} \times I + 10 \text{ pA}$ $1,4 \times 10^{-5} \times I + 100 \text{ pA}$ $1,5 \times 10^{-5} \times I + 100 \text{ pA}$ $1,4 \times 10^{-5} \times I + 1,0 \text{ nA}$ $1,5 \times 10^{-5} \times I + 1,0 \text{ nA}$ $1,4 \times 10^{-5} \times I + 10 \text{ nA}$ $1,5 \times 10^{-5} \times I + 10 \text{ nA}$ $1,4 \times 10^{-5} \times I + 100 \text{ nA}$ $1,5 \times 10^{-5} \times I + 100 \text{ nA}$ $1,4 \times 10^{-6} \times I + 1,0 \text{ µA}$ $1,2 \times 10^{-5} \times I + 10 \text{ µA}$ $1 \times 10^{-5} \times I + 100 \text{ µA}$ | Mesure de la tension aux bornes d'une résistance | Résistance Générateur de tension | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0042 | |
| | | | 2 A à 15 A 15 A à 100 A | $1,5 \times 10^{-4} \times I$ $2,5 \times 10^{-4} \times I$ | Mesure de la tension aux bornes d'une résistance | Résistance Voltmètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0043 | |
| Nanoampèremètres Ampèremètres Multimètres | Intensité de courant électrique | Courant continu | 10µA à 220 µA | $4,2 \times 10^{-5} \times I + 7,2 \text{ nA}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0003 | En laboratoire |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $3,6 \times 10^{-5} \times I + 12 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 2,2 mA à 22 mA | $3,6 \times 10^{-5} \times I + 110 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 22 mA à 220 mA | $4,8 \times 10^{-5} \times I + 2,2 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 220 mA à 2,2 A | $7,2 \times 10^{-5} \times I + 34 \text{ µA}$ | | | | |
| 2,2 A à 11 A | $4 \times 10^{-4} \times I + 2,7 \text{ mA}$ | | | | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Intensité de courant électrique | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--|---|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure (1) | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Nanoampèremètres | Intensité de courant électrique | Courant continu | 20 μ A à 190 μ A | $1,5 \times 10^{-5} \times I + 0,7$ nA | Directe au moyen d'un multimètre étalon | Multimètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0011 | En laboratoire |
| | | | 200 μ A à 1,9 mA | $1,5 \times 10^{-5} \times I + 7$ nA | | | | |
| | | | 2 mA à 19 mA | $1,7 \times 10^{-5} \times I + 0,07$ μ A | | | | |
| | | | 20 mA à 190 mA | $6 \times 10^{-5} \times I + 1,3$ μ A | | | | |
| | | | 200 mA à 1,9 A | $2,2 \times 10^{-4} \times I + 50$ μ A | | | | |
| | | | 2 A à 10 A | $5 \times 10^{-4} \times I + 7$ mA | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

(1) Les valeurs d'intensité négatives sont obtenues en inversant la polarité.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Intensité de courant électrique | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|---|---|------------------------|----------------------------|---|---|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure (1) | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Générateurs Multimètres Sources de courant Calibrateurs | Intensité de courant électrique | Courant continu | 1 mA à 200 mA 200 mA à 2A | $4,1 \times 10^{-4} \times I + 40 \mu\text{A}$ $9,2 \times 10^{-4} \times I + 0,6 \text{ mA}$ | Mesure directe | Ampèremètre | Procédure sd'étalonnage PCEM-ROI- 0038 | Sur site <i>Température ambiante 18 à 28 °C</i> |
| Ampèremètres Multimètres Mesureurs d'intensité | Intensité de courant électrique | Courant continu | 35 μA à 3,3 mA 3,3 mA à 33 mA 33 mA à 330 mA 330 mA à 2,2 A 2,2 A à 11 A | $1,8 \times 10^{-4} \times I + 0,2 \mu\text{A}$ $1,3 \times 10^{-4} \times I + 0,7 \mu\text{A}$ $2,0 \times 10^{-4} \times I + 30 \mu\text{A}$ $4,5 \times 10^{-4} \times I + 0,17 \text{ mA}$ $6,1 \times 10^{-4} \times I + 2 \text{ mA}$ | Mesure directe | Générateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI- 0038 | <i>Humidité ambiante 20 à 80 % HR</i> |

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

(1) Les valeurs d'intensité négatives sont obtenues en inversant la polarité.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Intensité de courant électrique | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|--|--|--|----------------------------|--------------------------------------|--|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Ampèremètres Générateurs Calibrateurs Multimètres | Intensité de courant électrique | 50 Hz■ | 1 A à 15 A 15 A à 100 A | $1 \times 10^{-3} \times I$ $1 \times 10^{-3} \times I$ | Mesure de la tension aux bornes d'une résistance | Voltmètre Résistance | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0022 | En laboratoire |
| Générateurs Multimètres Sources de courant Calibrateurs | Intensité de courant électrique | 50 Hz■ | 100 mA à 2A | $4 \times 10^{-3} \times I + 2 \text{ mA}$ | Mesure directe | Ampèremètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038 | Sur site <i>Température ambiante 18 à 28 °C</i> |
| Ampèremètres Multimètres Mesureurs d'intensité | Intensité de courant électrique | 50 Hz■ | 35 µA à 3,3 mA 3,3 mA à 33 mA 33 mA à 330 mA 330 mA à 2,2 A 2,2 A à 11 A | $1,2 \times 10^{-4} \times I + 0,9 \text{ µA}$ $10 \times 10^{-4} \times I + 10 \text{ µA}$ $9 \times 10^{-4} \times I + 0,12 \text{ mA}$ $1,3 \times 10^{-3} \times I + 0,61 \text{ mA}$ $1,2 \times 10^{-3} \times I + 6,5 \text{ mA}$ | Mesure directe | Générateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038 | <i>Humidité ambiante 20 à 80 % HR</i> |

■ Valeurs ponctuelles

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Intensité de courant électrique | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------|-------------------|---|--|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Multimètres Ampèremètres | Intensité de courant électrique | 40 Hz à 1 kHz | 9 µA à 220 µA | $7,7 \times 10^{-4} \times I + 0,013 \mu\text{A}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0004 | Laboratoire |
| | | 1 kHz à 5 kHz | | $4,2 \times 10^{-3} \times I + 0,017 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 5 kHz à 10 kHz | | $1,1 \times 10^{-2} \times I + 0,30 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 1 kHz | 0,22 mA à 2,2 mA | $2,3 \times 10^{-4} \times I + 0,08 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 1 kHz à 5 kHz | | $1,1 \times 10^{-3} \times I + 0,32 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 5 kHz à 10 kHz | | $4,4 \times 10^{-3} \times I + 1,4 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 1 kHz | 2,2 mA à 22 mA | $1,5 \times 10^{-4} \times I + 0,9 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 1 kHz à 5 kHz | | $7 \times 10^{-4} \times I + 1,7 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 5 kHz à 10 kHz | | $4 \times 10^{-3} \times I + 7 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 1 kHz | 22 mA à 220 mA | $1,4 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 1 kHz à 5 kHz | | $7 \times 10^{-4} \times I + 12 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 5 kHz à 10 kHz | | $4 \times 10^{-3} \times I + 21 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 1 kHz | 0,22 A à 2,2 A | $2,9 \times 10^{-4} \times I + 60 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 1 kHz | 2,2 A à 10 A | $4,8 \times 10^{-4} \times I + 3,6 \text{ mA}$ | | | | |
| Multimètres Ampèremètres | Intensité de courant électrique | 50 Hz à 5 kHz | 10 µA à 190 µA | $3,6 \times 10^{-4} \times I + 0,024 \mu\text{A}$ | Directe au moyen d'un multimètre étalon | Multimètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0012 | Laboratoire |
| | | 50 Hz à 5 kHz | 0,2 mA à 1,9 mA | $3,6 \times 10^{-4} \times I + 0,24 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 50 Hz à 5 kHz | 2 mA à 19 mA | $3,6 \times 10^{-4} \times I + 2,4 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 50 Hz à 5 kHz | 20 mA à 190 mA | $3,5 \times 10^{-4} \times I + 24 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 50 Hz à 2 kHz | 200 mA à 1,9 A | $7,2 \times 10^{-4} \times I + 0,28 \text{ mA}$ | | | | |
| | | 2 kHz à 5 kHz | | $8,5 \times 10^{-4} \times I + 0,28 \text{ mA}$ | | | | |
| | | 50 Hz à 2 kHz | 2 A à 10 A | $9,5 \times 10^{-4} \times I + 7 \text{ mA}$ | | | | |
| 2 kHz à 5 kHz | $3 \times 10^{-3} \times I + 7 \text{ mA}$ | | | | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Intensité de courant électrique | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---|-------------------|--|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Multimètres Ampèremètres Calibrateur | Intensité de courant électrique | <ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 5 kHz | 5 mA à 20 mA | $7 \times 10^{-5} \times I$ | Transposition thermique de courant | Générateur de courant continu, transfert thermique, shunts | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0008 | Laboratoire |
| | | | 20 mA à 200 mA | $7 \times 10^{-5} \times I + 2 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 200 mA à 500 mA | $7 \times 10^{-5} \times I + 40 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 500 mA à 2 A | $8 \times 10^{-5} \times I + 40 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2 A à 5 A | $3,5 \times 10^{-4} \times I + 3 \text{ mA}$ | | | | |
| | | | 5 A à 10 A | $4 \times 10^{-4} \times I + 3 \text{ mA}$ | | | | |
| | | | 10 A à 20 A | $6,1 \times 10^{-4} \times I$ | | | | |

■ Valeurs ponctuels

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|---|---|---|--------------------------|---|---|---------------------|
| Shunts Mesureurs de résistances Résistances | Résistance électrique | Courant continu <i>Courant de mesure < 100 A</i> | 1 mΩ à 10 mΩ | $3,8 \times 10^{-4} \times R$ | Méthode potentiométrique | Voltmètre Résistances | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0023 | En laboratoire |
| Résistances | Résistance électrique | Courant continu | 1 Ω ■ 1 mΩ à 100 mΩ 100 mΩ à 1 Ω | 37 μΩ $2 \times 10^{-5} \times R + 9 \mu\Omega$ $2 \times 10^{-5} \times R + 160 \mu\Omega$ | Méthode potentiométrique | Résistances Diviseur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0024 | |
| | | | 1 Ω à 10 Ω 10 Ω à 100 Ω 100 Ω à 1 kΩ 1 kΩ à 10 kΩ 10 kΩ à 100 kΩ 100 kΩ à 1 MΩ 1 MΩ à 10 MΩ | $15 \times 10^{-6} \times R + 5 \mu\Omega$ $15 \times 10^{-6} \times R + 50 \mu\Omega$ $15 \times 10^{-6} \times R + 0,5 \text{ m}\Omega$ $15 \times 10^{-6} \times R + 5 \text{ m}\Omega$ $15 \times 10^{-6} \times R + 50 \text{ m}\Omega$ $15 \times 10^{-6} \times R + 0,5 \Omega$ $2 \times 10^{-5} \times R + 5 \Omega$ | Mesure par substitution | Résistance Multimètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0044 | |
| Résistances hautes valeurs | Résistance électrique | Courant continu | 10 GΩ ■ 100 GΩ ■ 1 TΩ ■ 10 TΩ ■ | $8 \times 10^{-3} \times R$ $1 \times 10^{-2} \times R$ $1,6 \times 10^{-2} \times R$ $3 \times 10^{-2} \times R$ | Mesure par substitution | Résistances Générateur Mesureur intensité | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0026 | |
| Résistances hautes valeurs | Résistance électrique | Courant continu <i>* sous une tension de 10 à 100V</i> <i>** sous une tension de 50 à 1 000V</i> <i>Pour une autre tension les incertitudes mentionnées ci-contre peuvent être dégradées</i> | 10 MΩ à 100 MΩ * 100 MΩ à 1 GΩ * 1 GΩ à 10 GΩ * | $4,8 \times 10^{-4} \times R$ $6,5 \times 10^{-3} \times R$ $7,6 \times 10^{-3} \times R$ | Mesure potentiométrique | Générateurs Résistances | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0027 | |
| | | | 1 GΩ à 10 GΩ ** 10 GΩ à 100 GΩ ** | $9,0 \times 10^{-3} \times R$ $1 \times 10^{-2} \times R$ | | | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0028 | |

■ Valeurs ponctuelles

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

L'étalonnage de mesureurs de résistance en valeurs continues est possible en dégradant les incertitudes accréditées

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|--|--|------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Ohmmètres Milliohmmètres Mesureurs de résistance Pont de mesure | Résistance électrique | Courant continu | 1 mΩ ■ 10 mΩ ■ 100 mΩ ■ | 25 nΩ 55 nΩ 700 nΩ | Mesure directe | Résistance | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0029 | En laboratoire |
| | | | 1 Ω ■ 10 Ω ■ 100 Ω ■ 1 kΩ ■ 10 kΩ ■ 100 kΩ ■ 1 MΩ ■ 10 MΩ ■ | 10 μΩ 50 μΩ 500 μΩ 4 mΩ 35 mΩ 0,6 Ω 7 Ω 200 Ω | Mesure directe | Résistance | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0044 | |

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|--|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Milliohmmètres Ohmmètres | Résistance électrique | / | ■ 1 Ω | 140 μΩ | Mesure directe au moyen d'un calibrateur | Calibrateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0005 | Laboratoire |
| | | | ■ 1,9 Ω | 240 μΩ | | | | |
| | | | ■ 10 Ω | 0,9 mΩ | | | | |
| | | | ■ 19 Ω | 1,0 mΩ | | | | |
| | | | ■ 100 Ω | 1,8 mΩ | | | | |
| | | | ■ 190 Ω | 3,0 mΩ | | | | |
| | | | ■ 1 kΩ | 17 mΩ | | | | |
| | | | ■ 1,9 kΩ | 30 mΩ | | | | |
| | | | ■ 10 kΩ | 180 mΩ | | | | |
| | | | ■ 19 kΩ | 310 mΩ | | | | |
| | | | ■ 100 kΩ | 2,1 Ω | | | | |
| | | | ■ 190 kΩ | 3,1 Ω | | | | |
| | | | ■ 1 MΩ | 32 Ω | | | | |
| | | | ■ 1,9 MΩ | 52 Ω | | | | |
| | | | ■ 10 MΩ | 0,5 kΩ | | | | |
| ■ 19 MΩ | 1,2 kΩ | | | | | | | |
| ■ 100 MΩ | 16 kΩ | | | | | | | |
| Milliohmmètres Ohmmètres | Résistance électrique | / | 0,1 Ω à 1,0 Ω | $2 \times 10^{-5} \times R + 6 \mu\Omega$ | Mesure directe au moyen d'un multimètre étalon | Multimètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0013 | Laboratoire |
| | | | 1,0 Ω à 10 Ω | $1,1 \times 10^{-5} \times R + 20 \mu\Omega$ | | | | |
| | | | 10 Ω à 100 Ω | $1 \times 10^{-5} \times R + 0,20 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 0,10 kΩ à 1,0 kΩ | $1 \times 10^{-5} \times R + 1 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 1,0 kΩ à 10 kΩ | $1 \times 10^{-5} \times R + 10 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 10 kΩ à 100 kΩ | $1 \times 10^{-5} \times R + 100 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 0,10 MΩ à 1,0 MΩ | $1,2 \times 10^{-5} \times R + 1,2 \Omega$ | | | | |
| | | | 1,0 MΩ à 10 MΩ | $7 \times 10^{-5} \times R + 120 \Omega$ | | | | |
| | | | 10 MΩ à 100 MΩ | $6 \times 10^{-4} \times R + 12 \text{ k}\Omega$ | | | | |
| | | | 0,10 GΩ à 1,0 GΩ | $2 \times 10^{-3} \times R + 1,2 \text{ M}\Omega$ | | | | |

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|---|--|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Résistances Simulateur de résistance | Résistance électrique | Courant continu | 0,1 Ω à 20 Ω 20 Ω à 200 Ω 200 Ω à 2 k Ω 2 k Ω à 20 k Ω 20 k Ω à 200 k Ω 200 k Ω à 2 M Ω 2 M Ω à 20 M Ω | $7 \times 10^{-4} \times R + 5 \text{ m}\Omega$ $6,5 \times 10^{-4} \times R + 15 \text{ m}\Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 40 \text{ m}\Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 1,5 \Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 4 \Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 300 \Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 3\,000 \Omega$ | Mesure directe | Ohmmètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038 | Sur site <i>Température ambiante 18 à 28 °C</i> |
| Ohmmètres Mesureurs de résistance Pont de mesure | Résistance électrique | Courant continu | 0,1 Ω à 330 Ω 330 Ω à 3,3 k Ω 3,3 k Ω à 33 k Ω 33 k Ω à 330 k Ω 330 k Ω à 3,3 M Ω 3,3 M Ω à 33 M Ω 33 M Ω à 330 M Ω | $1,5 \times 10^{-4} \times R + 12 \text{ m}\Omega$ $7 \times 10^{-5} \times R + 60 \text{ m}\Omega$ $7 \times 10^{-5} \times R + 0,6 \Omega$ $9 \times 10^{-5} \times R + 5,5 \Omega$ $1,4 \times 10^{-4} \times R + 120 \Omega$ $8 \times 10^{-4} \times R + 4,5 \text{ k}\Omega$ $5,2 \times 10^{-3} \times R + 180 \text{ k}\Omega$ | Mesure directe | Générateur de résistance simulée | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038 | <i>Humidité ambiante 20 à 80 % HR</i> |

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant alternatif / Capacité électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---|--|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Capacimètre Pont de mesure | Capacité électrique | 1 kHz | 100 pF■ 1 nF■ 10 nF■ 100 nF■ 1 μ F■ | 15 fF 130 fF 1,3 pF 13 pF 140 pF | Mesure directe | Condensateur | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0030 | En laboratoire |
| Condensateurs | Capacité électrique | 1 kHz | 100 pF à 1 nF 1 nF à 1 μ F | $1,1 \times 10^{-3} \times C + 22 \text{ fF}$ $3,1 \times 10^{-4} \times C$ | Mesure par substitution | Condensateur Pont de mesure RLC | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0031 | |

■ Valeurs ponctuels

C est la valeur de la capacité électrique exprimée en farads.

L'étalonnage de mesureurs de capacité en valeurs continues est possible en dégradant les incertitudes accréditées.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Température par simulation électrique | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|--|--|---------------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure (1) | Incertitude élargie (2) | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Indicateur de température pour thermocouple | Température par simulation électrique | Sans compensation de soudure froide | 0 mV à 10 mV * 10 mV à 100 mV | 1,5 µV 2,8 µV | Mesure directe de ddp et conversion en °C | Générateur de tension | Procédures d'étalonnage PCEM-ROI-0034 | En laboratoire |
| Simulateur de température pour thermocouple | Température par simulation électrique | Sans compensation de soudure froide | 0 µV à 100 mV * | 1,8 µV | Mesure directe de ddp et conversion en °C | Voltmètre | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0032 | |
| Indicateur de température pour thermocouple | Température par simulation électrique | Avec compensation de soudure froide | -10 mV à 100 mV | 10 µV couple K 10 µV couple T 12 µV couple J 4 µV couple S 10 µV couple N 21 µV couple E | Mesure directe de ddp avec soudure froide déportée et conversion en °C | Générateur de tension Bain de glace Thermocouple d'extension | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0035 | |
| Simulateur de température pour thermocouple | Température par simulation électrique | Avec compensation de soudure froide | -10 mV à 100 mV | 11 µV couple K 10 µV couple T 12 µV couple J 4 µV couple S 10 µV couple N 21 µV couple E | Mesure directe de ddp avec soudure froide déportée et conversion en °C | Voltmètre Bain de glace Thermocouple d'extension | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0033 | |
| Indicateur de température pour thermorésistance | Température par simulation électrique | / | 1 Ω à 1 000 Ω | 15 mΩ | Mesure par substitution | Ohmmètre Résistance | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0037 | |
| Simulateur de température pour thermorésistance | Température par simulation électrique | / | 1 Ω à 100 Ω | 5 mΩ | Mesure par substitution | Ohmmètre Résistance | Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0036 | |
| | | | 100 Ω à 1 000 Ω | 7 mΩ | | | | |

(*) Les températures négatives sont obtenues en inversant la polarité.

(1) Les domaines de température équivalents sont, pour chaque couple thermoélectrique, déterminés conformément aux normes en vigueur.

(2) Afin d'obtenir l'incertitude globale d'étalonnage, l'incertitude de cette colonne sera convertie en °C et combinée avec la résolution, la stabilité...propres à l'instrument. L'incertitude propre à la table de conversion utilisée devra également être prise en compte.

Portée flexible FLEX2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation. La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

HYGROMETRIE / Température de rosée

| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--------------|--|--------------------------|----------------------------|---|--|----------------------------|
| Hygromètre | Température de rosée / signal tension ou courant | -60 °C à 20 °C | 0,25 °C | Méthode par comparaison à un hygromètre à condensation avec un générateur d'humidité à mélange ou à recirculation | Méthode interne PCHY-ROI-0002 et PCHY-ROI-0003 | En laboratoire |

HYGROMETRIE / Humidité relative

| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--------------|---|--|----------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|
| Hygromètre | Humidité relative / signal tension ou courant | De 5 % à 95 % HR pour une température sèche comprise entre -10 °C et 30 °C | Voir tableau annexe 1 | Méthode par comparaison à un hygromètre à condensation + chaîne de température avec un générateur d'humidité à recirculation | Méthode interne PCHY-ROI-0003 | En laboratoire |
| | | De 5 % à 95 % HR pour une température sèche comprise entre 0 °C et 60 °C | Voir tableau annexe 2 | Méthode par comparaison à un hygromètre à condensation + chaîne de température avec un générateur d'humidité à mélange | Méthode interne PCHY-ROI-0002 | En laboratoire |

Annexe 1

| Ts\HR | 5 % | 10 % | 20 % | 30 % | 40 % | 50 % | 60 % | 70 % | 80 % | 90 % | 95 % | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -10 °C | 0,4 % | 0,6 % | 0,8 % | 1,0 % | 1,3 % | 1,5 % | 1,7 % | 1,9 % | 2,1 % | 2,2 % | | |
| -5 °C | | | | | | | | | | | 0,5 % | 0,7 % |
| 0 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,2 % | 1,4 % | 1,6 % | 1,8 % | | |
| 5 °C | | 0,5 % | | | | | | | | | 0,7 % | 0,9 % |
| 10 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,2 % | 1,4 % | 1,6 % | 1,8 % | | |
| 15 °C | | 0,5 % | | | | | | | | | 0,7 % | 0,9 % |
| 20 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,2 % | 1,4 % | 1,6 % | 1,8 % | | |
| 25 °C | | 0,5 % | | | | | | | | | 0,7 % | 0,9 % |
| 30 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,2 % | 1,4 % | 1,6 % | 1,8 % | | |
| | 0,8 % | 1,0 % | | | | | | | | | / | / |

Annexe 2

| Ts\HR | 5 % | 10 % | 20 % | 30 % | 40 % | 50 % | 60 % | 70 % | 80 % | 90 % | 95 % | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 °C | 0,4 % | 0,6 % | 0,8 % | 1,0 % | 1,2 % | 1,5 % | 1,7 % | 1,9 % | 2,2 % | 2,2 % | / | |
| 5 °C | | | | | | | | | | | | 0,5 % |
| 10 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,3 % | 1,5 % | 1,7 % | 1,9 % | 2,0 % | |
| 15 °C | | 0,5 % | | | | | | | | | | 0,7 % |
| 20 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,3 % | 1,5 % | 1,7 % | 1,9 % | 1,9 % | |
| 25 °C | | 0,5 % | | | | | | | | | | 0,7 % |
| 30 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,3 % | 1,5 % | 1,7 % | 1,9 % | 1,9 % | |
| 35 °C | | 0,5 % | | | | | | | | | | 0,7 % |
| 40 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,3 % | 1,5 % | 1,7 % | 1,9 % | 1,9 % | |
| 45 °C | | 0,5 % | | | | | | | | | | 0,7 % |
| 50 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,3 % | 1,5 % | 1,7 % | 1,9 % | 1,9 % | |
| 55 °C | | 0,5 % | | | | | | | | | | 0,7 % |
| 60 °C | | | 0,5 % | 0,7 % | 0,9 % | 1,1 % | 1,3 % | 1,5 % | 1,7 % | 1,9 % | 1,9 % | |
| | | 0,4 % | | | | | | | | | | 0,6 % |

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| TEMPERATURE / Thermomètres à résistance, Thermomètres à dilatation de liquide, Thermocouples, Chaînes de mesures de température | | | | | | |
|---|------------------------|-------------------------------|---------------------|---|-------------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Chaîne de mesure de température hors thermocouple | Température | 0 °C | 0,040 °C | Etalonnage au point de glace fondante | Méthode interne PT-01T-10 | En laboratoire |
| Chaîne de mesure de température associée à un couple thermoélectrique | Température | 0 °C | 0,18 °C | | | |
| Sonde à résistance | Température/Résistance | -80 °C à -60 °C | 0,090 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine ou chaîne de mesure de température dans un bain thermostaté | Méthode interne PCTE-ROI-0002 | |
| | | -60 °C à 0 °C | 0,070 °C | | Méthode interne PCTE-ROI-0001 | |
| | | -40 °C à 20 °C | 0,060 °C | | | |
| | | 20 °C à 130 °C | 0,070 °C | | | |
| | | 50 °C à 250 °C | 0,060 °C | Méthode par comparaison à une chaîne de mesure de température avec Pt100 dans un four portable | Méthode interne PCTE-ROI-0003 | |
| | | 250 °C à 275 °C | 0,090 °C | | | |
| | | 50 °C à 200 °C | 0,28 °C | | | |
| | | 200 °C à 420 °C | 0,30 °C | | | |
| 420 °C à 600 °C | 0,49 °C | Méthode interne PCTE-ROI-0004 | | | | |
| Thermomètre à dilatation de liquide | Température | -80 °C à -20 °C | 0,25 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine de référence dans un bain thermostaté | Méthode interne PCTE-ROI-0006 | |
| | | -20 °C à 0 °C | 0,30 °C | | | |
| | | 0 °C à 25 °C | 0,18 °C | | | |
| | | 25 °C à 100 °C | 0,19 °C | | | |
| | | 100 °C à 250 °C | 0,25 °C | | | |

| TEMPERATURE / Chaînes de mesures de température | | | | | | |
|---|-------------|-------------------|---------------------|---|-------------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Chaîne de mesure de température (hors association avec un thermocouple) | Température | -80 °C à -60 °C | 0,090 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine de référence dans un bain thermostaté | Méthode interne PCTE-ROI-0002 | En laboratoire |
| | | -60 °C à 0 °C | 0,070 °C | | | |
| | | -40 °C à 20 °C | 0,060 °C | | Méthode interne PCTE-ROI-0001 | |
| | | 20 °C à 130 °C | 0,070 °C | | | |
| | | 50 °C à 250 °C | 0,060 °C | | | |
| | | 250 °C à 275 °C | 0,090 °C | | Méthode interne PCTE-ROI-0003 | |
| | | 50 °C à 200 °C | 0,27 °C | | | |
| | | 200 °C à 420 °C | 0,29 °C | | | |
| | | 420 °C à 600 °C | 0,47 °C | Méthode par comparaison à une chaîne de mesure de température avec Pt100 dans un four portable | Méthode interne PCTE-ROI-0004 | |

| TEMPERATURE / Chaînes de mesures de température | | | | | | |
|---|-------------|-------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Chaîne de mesure de température (associée avec un thermocouple) | Température | -80 °C à -60 °C | Type K : 0,25 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine de référence dans un bain thermostaté | Méthode interne PCTE-ROI-0002 | En laboratoire |
| | | -60 °C à 0 °C | Type K : 0,24 °C Type S : 0,14 °C* | | | |
| | | -40 °C à 20 °C | Type K : 0,24 °C Type S : 0,13 °C | | Méthode interne PCTE-ROI-0001 | |
| | | 20 °C à 130 °C | Type K : 0,25 °C Type S : 0,14 °C | | | |
| | | 50 °C à 250 °C | Type K : 0,24 °C Type S : 0,13 °C | | | |
| | | 250 °C à 275 °C | Type K : 0,25 °C Type S : 0,15 °C | | Méthode interne PCTE-ROI-0003 | |
| | | 50 °C à 200 °C | Type K : 0,24 °C Type S : 0,22 °C | | | |
| | | 200 °C à 420 °C | Type K : 0,31 °C Type S : 0,29 °C | Méthode interne PCTE-ROI-0004 | | |
| | | 420 °C à 600 °C | Type K : 0,47 °C Type S : 0,47 °C | | | |
| | | 100 °C à 300 °C | 0,50 °C | Méthode par comparaison à une chaîne de mesure de température avec thermocouple dans un four tubulaire | Méthode interne PT-01T-01 | |
| | | 300 °C à 500 °C | 0,60 °C | | | |
| | | 500 °C à 700 °C | 0,70 °C | | | |
| | | 700 °C à 900 °C | 0,90 °C | | | |
| | | 900 °C à 1 064 °C | 1,0 °C | | | |
| 1 064 °C à 1 250 °C | 1,9 °C | | | | | |

(*) Thermocouple S : minimum à -50 °C

TEMPERATURE / Thermocouples

| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------|---------------------|
| Thermocouple | Température | -80 °C à -60 °C | Type K : 0,38 °C | Méthode par comparaison à une sonde à résistance de platine de référence dans un bain thermostaté | Méthode interne PCTE-ROI-0002 | En laboratoire |
| | | -60 °C à -20 °C | Type K : 0,35 °C Type S : 0,66 °C* | | | |
| | | -20 °C à 0 °C | Type K : 0,33 °C Type S : 0,53 °C | | | |
| | | -40 °C à 20 °C | Type K : 0,31 °C Type S : 0,44 °C | | Méthode interne PCTE-ROI-0001 | |
| | | 20 °C à 130 °C | Type K : 0,31 °C Type S : 0,33 °C | | | |
| | | 50 °C à 250 °C | Type K : 0,31 °C Type S : 0,40 °C | | | |
| | | 250 °C à 275 °C | Type K : 0,32 °C Type S : 0,32 °C | Méthode par comparaison à une chaîne de mesure de température avec Pt100 dans un four portable | Méthode interne PCTE-ROI-0003 | |
| | | 50 °C à 200 °C | Type K : 0,30 °C Type S : 0,42 °C | | | |
| | | 200 °C à 420 °C | Type K : 0,37 °C Type S : 0,42 °C | | Méthode interne PCTE-ROI-0004 | |
| | | 420 °C à 600°C | Type K : 0,52 °C Type S : 0,52 °C | | | |
| | | 100 °C à 500 °C | 0,60 °C | Méthode par comparaison à une chaîne de mesure de température avec thermocouple dans un four tubulaire | Méthode interne PT-01T-01 | |
| | | 500 °C à 700 °C | 0,70 °C | | | |
| | | 700 °C à 900 °C | 0,90 °C | | | |
| | | 900 °C à 1 064 °C | 1,0 °C | | | |
| | | 1 064 °C à 1 250 °C | 1,9 °C | | | |

(*) Thermocouple S : minimum à -50 °C

| TEMPERATURE / Chaînes de mesures de température | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|---------------------|--|-------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Chaîne de mesure de température (associée ou non à un thermocouple) | Température | -80 °C à -40 °C | 0,60 °C | Méthode par comparaison à une chaîne de mesure de température associée à une sonde à résistance de platine dans un four muni d'un bloc égalisation ou bain thermostaté | PT-01T-08 | Sur site |
| | | -40 °C à -20 °C | 0,30 °C | | | |
| | | -20 °C à 200 °C | 0,20 °C | | | |
| | | 200 °C à 300 °C | 0,72 °C | | | |
| | | 300 °C à 500 °C | 1,2 °C | | | |

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| TEMPS ET FREQUENCE / Fréquence | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------|---|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie ⁽¹⁾ | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Synthétiseurs Oscillateurs seuls ou intégrés à des équipements Générateurs de signaux périodiques ou pseudo-périodiques Compteurs électroniques (fréquence- mètres / période-mètres) | Fréquence / Période | Temps de mesure : 100 s | 0,02 Hz à 1 Hz | $4 \times 10^{-5} \times F^*$ | Méthode de comparaison | Fréquencemètre périodemètre ou compteur réciproque piloté par une fréquence issue d'un oscillateur Rubidium | Procédure PCTF-ROI-0001 Procédure PCTF-ROI-0003 | En laboratoire |
| | | | > 1 Hz à 10 Hz | $1 \times 10^{-7} \times F^*$ | | | | |
| | | Temps de mesure : 10 s | > 10 Hz à 100 Hz | $7 \times 10^{-7} \times F^*$ | | | | |
| | | | > 100 Hz à 1 kHz | $7 \times 10^{-8} \times F^*$ | | | | |
| | | | > 1 kHz à 10 kHz | $7 \times 10^{-9} \times F^*$ | | | | |
| | | | > 10 kHz à 100 kHz | $1 \times 10^{-9} \times F^*$ | | | | |
| Générateurs RF Fréquencemètres RF | Fréquence | Temps de mesure : 1 s | > 100 kHz à 1 MHz | $8 \times 10^{-11} \times F^*$ | Méthode de comparaison | Fréquencemètre périodemètre ou compteur réciproque piloté par une fréquence issue d'un oscillateur Rubidium | Procédure PCTF-ROI-0002 Procédure PCTF-ROI-0004 | En laboratoire |
| | | | > 1 MHz à 5 GHz | $5 \times 10^{-11} \times F^*$ | | | | |
| | | | > 5 GHz à 10 GHz | $1 \times 10^{-9} \times F^{**}$ | | | | |
| | | | > 10 GHz à 40 GHz | $3 \times 10^{-10} \times F^{**}$ | | | | |

(1) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence UTC(OP).

F correspond à la valeur de la fréquence mesurée, exprimée en Hz.

* Domaine continu pour des signaux dont le rapport signal sur bruit est supérieur ou égal à 60 dB et dont l'amplitude est au moins égale à 500 mV.

** Domaine continu pour des signaux sinusoïdaux dont le rapport signal sur bruit est supérieur ou égal à 60 dB.

| TEMPS ET FREQUENCE / Fréquence | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------|---|--------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie ⁽¹⁾ | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Synthétiseurs Oscillateurs seuls ou intégrés à des équipements Générateurs de signaux périodiques ou pseudo-périodiques Compteurs électroniques (fréquence- mètres / période-mètres) | Fréquence / Période | Temps de mesure : 100 s | 0,02 Hz à 1 Hz | $4 \times 10^{-5} \times F^*$ | Méthode de comparaison | Fréquencemètre périodemètre ou compteur réciproque piloté par une fréquence issue d'un oscillateur Quartz | PCTF-ROI-0001 PCTF-ROI-0003 | En laboratoire |
| | | | > 1 Hz à 10 Hz | $1 \times 10^{-7} \times F^*$ | | | | |
| | | Temps de mesure : 10 s | > 10 Hz à 100 Hz | $7 \times 10^{-7} \times F^*$ | | | | |
| | | | > 100 Hz à 1 kHz | $7 \times 10^{-8} \times F^*$ | | | | |
| | | | > 1 kHz à 10 kHz | $7 \times 10^{-9} \times F^*$ | | | | |
| | | | > 10 kHz à 100 kHz | $1 \times 10^{-9} \times F^*$ | | | | |
| > 100 kHz à 1 MHz | $2,2 \times 10^{-10} \times F^*$ | | | | | | | |
| > 1 MHz à 5 GHz | $2,2 \times 10^{-10} \times F^*$ | | | | | | | |
| Générateurs RF Fréquencemètres RF | Fréquence | Temps de mesure : 1 s | > 5 GHz à 10 GHz | $1 \times 10^{-9} \times F^{**}$ | Méthode de comparaison | Fréquencemètre périodemètre ou compteur réciproque piloté par une fréquence issue d'un oscillateur Quartz | PCTF-ROI-0002 PCTF-ROI-004 | En laboratoire |
| > 10 GHz à 40 GHz | $4 \times 10^{-10} \times F^{**}$ | | | | | | | |

(1) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence UTC(OP).

F correspond à la valeur de la fréquence mesurée, exprimée en Hz.

* Domaine continu pour des signaux dont le rapport signal sur bruit est supérieur ou égal à 60 dB et dont l'amplitude est au moins égale à 500 mV.

** Domaine continu pour des signaux sinusoïdaux le rapport signal sur bruit est supérieur ou égal à 60 dB.

Le laboratoire peut effectuer la génération de fréquence dans les domaines de fréquence présentés ci-dessus, à l'aide d'un générateur piloté par la fréquence de référence locale. Incertitude de 0,02 Hz à 10 kHz obtenue pour des signaux carrés (Temps de montée > 60V / μ s), Incertitude de 10 kHz à 40 GHz obtenue pour des signaux sinusoïdaux.

| TEMPS ET FREQUENCE / Intervalle de Temps | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|---|--------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie ⁽¹⁾ | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Générateurs d'impulsion Générateur de signaux Mesureur d'intervalle (intervallomètre) Chronomètre à enclenchement électrique Oscilloscope | Intervalle de temps | / | 0,01 s à 10 s > 10 s à 3 600 s | $1 \times 10^{-9} \times IT + 2 \text{ ns}^*$ $1 \times 10^{-9} \times IT^*$ | Méthode de comparaison | Fréquence-mètre (mode intervallo-mètre) ou intervallo-mètre piloté par une fréquence de référence issue d'un oscillateur Quartz ou Rubidium | PCTF-ROI-0008 PCTF-ROI-0009 | En laboratoire |
| Chronomètre à enclenchement manuel | Intervalle de temps | / | 1 s à 10 000 s | 30 ms | Méthode de comparaison | Fréquence-mètre (mode intervallo-mètre) ou intervallo-mètre piloté par une fréquence de référence issue d'un oscillateur Quartz ou oscillateur Rubidium | PCTF-ROI-0008 PCTF-ROI-0009 | En laboratoire |
| Centrifugeuse Incubateur Minuteur | Intervalle de temps | / | 60 s à 3 600 s | 3 s | Mesure du temps par comparaison | Chronomètre | PT.01E.45 | Sur site |

(1) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence UTC(OP).

IT correspond à la valeur de l'intervalle de temps mesuré, exprimée en s.

* Domaine continu pour des signaux carré dont l'amplitude efficace est au moins égale à 1 V.

| TEMPS ET FREQUENCE / Vitesse de rotation | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|---|--|-------------------------------------|---|-------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure ⁽¹⁾ | Incertitude élargie ^{(2) (3)} | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Tachymètre à contact | Vitesse de rotation | Temps de mesure : 10 s | 6 tr/min à 60 tr/min > 60 tr/min à 9 000 tr/min | $1 \times 10^{-3} \times v + 0,2$ tr/min $1 \times 10^{-5} \times v + 0,1$ tr/min | Méthode de comparaison de fréquence | Moteur asservi avec capteur incrémental associé à un fréquencemètre piloté par une fréquence de référence issue d'un oscillateur Quartz ou Rubidium | PCTF-ROI-0007 | En laboratoire |
| Tachymètre Optique | Vitesse de rotation | Temps de mesure : 90 s Temps de mesure : 10 s | 3 tr/min à 60 tr/min > 60 tr/min à 15 000 tr/min | $2 \times 10^{-5} \times v + 0,01$ tr/min $9 \times 10^{-7} \times v + 0,01$ tr/min | Méthode de comparaison de fréquence | Simulateur optique et fréquencemètre piloté par une fréquence issue d'un oscillateur Quartz ou Rubidium | PCTF-ROI-0006 | En laboratoire |
| Stroboscopes ou équivalents | Vitesse de rotation Fréquence (a) | Temps de mesure : 90 s Temps de mesure : 10 s | 3 tr/min à 60 tr/min (2) > 60 tr/min à 15 000 tr/min (2) | $2 \times 10^{-5} \times v + 0,01$ tr/min (2) $9 \times 10^{-7} \times v + 0,01$ tr/min (2) | Méthode de comparaison de fréquence | Récepteur optique et fréquencemètre piloté par une fréquence de référence externe issue d'un oscillateur Quartz ou Rubidium | PCTF-ROI-0005 | En laboratoire |
| Centrifugeuse Moteur Système mécanique | Vitesse de rotation | / | 100 tr/min à 10 000 tr/min > 10 000 tr/min à 60 000 tr/min | 2 tr/min 5 tr/min | Méthode de comparaison de fréquence | Tachymètre à mesure optique | PT.01E.45 | Sur site |

(1) L'expression numérique en tr/min pourra être exprimée en Hz selon le type de réglage de l'appareil (en sachant que 1Hz correspond à 60 tr/min).

(2) Selon les modèles l'unité tr/min pourra être remplacée par n/min correspondant à des éclats par minutes.

(3) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence UTC(OP).

v correspond à la valeur de vitesse de rotation mesurée, exprimée en tr/min.

Agence : Laboratoire de Nantes, Implantation rattachée au laboratoire de Roissy
 Adresse : 22 rue de la Dutée – 44800 Saint Herblain

TEMPS ET FREQUENCE / Intervalle de Temps

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie ⁽¹⁾ | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Centrifugeuse incubateur | Intervalle de temps | / | 60 s à 3 600 s | 3 s | Mesure du temps par comparaison | Chronomètre | Procédure PT.01E.45 | Sur site client |

TEMPS ET FREQUENCE / Vitesse de rotation

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie (1) | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Centrifugeuse | Vitesse de rotation | / | 100 tr/min à 10 000 tr/min > 10 000 tr/min à 60 000 tr/min | 2 tr/min 5 tr/min | Méthode de comparaison de fréquence | Tachymètre à mesure optique | Procédure PT.01E.45 | Sur site client |

(1) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence UTC(OP).

Agence : Laboratoire de La Ciotat, Implantation rattachée au laboratoire de Roissy
 Adresse : 115 avenue du Jujubier – 13600 LA CIOTAT

TEMPS ET FREQUENCE / Intervalle de Temps

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie ⁽¹⁾ | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Centrifugeuse incubateur | Intervalle de temps | / | 60 s à 3 600 s | 3 s | Mesure du temps par comparaison | Chronomètre | Procédure PT.01E.45 | Sur site client |

TEMPS ET FREQUENCE / Vitesse de rotation

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie (1) | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Centrifugeuse | Vitesse de rotation | / | 100 tr/min à 10 000 tr/min > 10 000 tr/min à 60 000 tr/min | 2 tr/min 5 tr/min | Méthode de comparaison de fréquence | Tachymètre à mesure optique | Procédure PT.01E.45 | Sur site client |

(1) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence UTC(OP).

Agence : Laboratoire de Toulouse, Implantation rattachée au laboratoire de Roissy
Green Park – Bâtiment N° 2 – 57 avenue Jean Monnet – 31770 Colomiers

(1) TEMPS ET FREQUENCE / Intervalle de Temps

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie ⁽¹⁾ | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Centrifugeuse incubateur | Intervalle de temps | / | 60 s à 3 600 s | 3 s | Mesure du temps par comparaison | Chronomètre | Procédure PT.01E.45 | Sur site client |

TEMPS ET FREQUENCE / Vitesse de rotation

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie (1) | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------|--|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Centrifugeuse | Vitesse de rotation | / | 100 tr/min à 10 000 tr/min > 10000 tr/min à 60 000 tr/min | 2 tr/min 5 tr/min | Méthode de comparaison de fréquence | Tachymètre à mesure optique | Procédure PT.01E.45 | Sur site client |

(2) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence UTC(OP).

Agence : Laboratoire de Mulhouse, Implantation rattachée au laboratoire de Roissy
 Adresse : 5, rue Thiers - BP1347 - 68056 Mulhouse Cedex

TEMPS ET FREQUENCE / Intervalle de Temps

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie ⁽¹⁾ | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Centrifugeuse incubateur | Intervalle de temps | / | 60 s à 3 600 s | 3 s | Mesure du temps par comparaison | Chronomètre | Procédure PT.01E.45 | Sur site client |

TEMPS ET FREQUENCE / Vitesse de rotation

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie (1) | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Centrifugeuse | Vitesse de rotation | / | 100 tr/min à 10 000 tr/min > 10 000 tr/min à 60 000 tr/min | 2 tr/min 5 tr/min | Méthode de comparaison de fréquence | Tachymètre à mesure optique | Procédure PT.01E.45 | Sur site client |

(1) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence UTC(OP).

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| ACCELEROMETRIE, VITESSE ET DEPLACEMENT / Sensibilité capteur | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Accéléromètre de masse inférieure à 15 grammes collé sur l'adaptateur lui-même vissé sur un insert en céramique | Sensibilité accélérométrique | 5 ≤ A < 100 5 ≤ F < 10 | 2,2 % | Méthode interne n° PCAC-RUN-0001 | Etalonnage par comparaison indirecte à un accéléromètre étalon de référence | En laboratoire |
| | | 5 ≤ A < 100 10 ≤ F < 30 | 1,6 % | | | |
| | | 5 ≤ A < 100 30 ≤ F ≤ 3 000 | 1,4 % | | | |
| | | 5 ≤ A < 100 3 000 < F ≤ 6 000 | 2,4 % | | | |
| | | 5 ≤ A < 100 6 000 < F ≤ 10 000 | 3,4 % | | | |
| | | 100 ≤ A ≤ 750 25 ≤ F < 30 | 1,4 % | | | |
| | | 100 ≤ A ≤ 750 30 ≤ F ≤ 3 000 | 1,1 % | | | |
| | | 100 ≤ A ≤ 750 3 000 < F ≤ 6 000 | 2,4 % | | | |
| | | 100 ≤ A ≤ 750 6 000 < F ≤ 10 000 | 3,4 % | | | |

A : Amplitude de l'accélération en m · s⁻²
 F : Fréquence en Hz

| ACCELEROMETRIE, VITESSE ET DEPLACEMENT / Calibrateurs d'accélération | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|---------------------|-------------------------------------|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Calibreur accélérométrique | Accélération | $9 \leq A < 100$ $20 \leq F < 40$ | 1,9 % | Méthode interne n° PCAC-RUN-0005 | Etalonnage par comparaison avec une chaîne accélérométrique de référence | En laboratoire |
| | | $9 \leq A < 100$ $40 \leq F \leq 3\,000$ | 1,6 % | | | |
| | | $9 \leq A < 100$ $3\,000 < F \leq 6\,000$ | 2,8 % | | | |
| | | $9 \leq A < 100$ $6\,000 < F \leq 10\,000$ | 3,2 % | | | |
| | | $100 \leq A \leq 750$ $40 \leq F \leq 3\,000$ | 1,4 % | | | |
| | | $100 \leq A \leq 750$ $3\,000 < F \leq 6\,000$ | 2,8 % | | | |
| | | $100 \leq A \leq 750$ $6\,000 < F \leq 10\,000$ | 3,2 % | | | |

A : Amplitude de l'accélération en $m \cdot s^{-2}$

F : Fréquence en Hz

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

ACOUSTIQUE ET ULTRASONS / MICROPHONES

| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
|---|------------------------|---|---------------------|--------------------------------------|--|---------------------|
| Microphone à condensateur cartouches de type LS1 (1 ") et WS1 (1 ") | Niveau d'efficacité | Fréquence (f en Hz) $f = 1\ 000\ \text{Hz} \pm 1\ %$ Niveau de pression acoustique 94 et 114 dB | 0,15 dB | Méthode interne n° PCACO-RUN-0004 | Méthode de substitution, par comparaison avec un microphone de référence | En laboratoire |
| Microphone à condensateur cartouches de type LS2 (1/2 ") et WS2 (1/2 ") | | Fréquence (f en Hz) $f = 251,2\ \text{Hz} \pm 1\ %$ $f = 1\ 000\ \text{Hz} \pm 1\ %$ Niveau de pression acoustique 94, 104, 114 dB | 0,15 dB | | | |
| Microphone à condensateur associé à un préamplificateur, cartouches de type LS1 (1 ") et WS1 (1 ") | | Fréquence (f en Hz) $f = 1\ 000\ \text{Hz} \pm 1\ %$ Niveau de pression acoustique 94 et 114 dB | 0,20 dB | Méthode interne n° PCACO-RUN-0006 | | |
| Microphone à condensateur associé à un préamplificateur, cartouches de type LS2 (1/2 ") et WS2 (1/2 ") | | Fréquence (f en Hz) $f = 251,2\ \text{Hz} \pm 1\ %$ $f = 1\ 000\ \text{Hz} \pm 1\ %$ Niveau de pression acoustique 94, 104 et 114 dB | 0,20 dB | | | |
| Microphone à condensateur associé à un préamplificateur cartouche de type WS3 (1/4 ") | | Fréquence (f en Hz) $f = 251,2\ \text{Hz}$ et $1\ 000\ \text{Hz} \pm 1\ %$ Niveau de pression acoustique 94, 104 et 114 dB | 0,25 dB | | | |

ACOUSTIQUE ET ULTRASONS / CALIBRATEURS ACOUSTIQUES

| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
|----------------------|-------------------------------|---|---------------------|-----------------------------------|---|---------------------|
| Calibreur acoustique | Niveau de pression acoustique | Fréquence (f en Hz) $f = 251,2 \text{ Hz} \pm 1 \%$ $f = 1\,000 \text{ Hz} \pm 1 \%$ Niveau de pression acoustique de 90 à 125 dB | 0,15 dB | Méthode interne n° PCACO-RUN-0009 | Comparaison avec un microphone de référence | En laboratoire |

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| FORCE ET COUPLE / Force | | | | | | |
|--|---|-------------------|---|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Instruments de mesure de force Instruments de mesure de masse | Force Masse conventionnelle (par conversion de la force appliquée pour une valeur spécifiée de la gravité) | 4,9 à 1 000 N | $4,0 \times 10^{-4} \times F$ | Méthodes internes PCFO-BIE-0005 PCFO-BIE-0007 | Comparaison à des masses étalons en traction et/ou compression Charge croissante | En laboratoire |
| | | | $4,0 \times 10^{-4} \times F$ | | Comparaison à des masses étalons en traction et/ou compression Charge décroissante | |
| | | 0,2 à 5 kN | $1,0 \text{ N} + 1,0 \times 10^{-3} \times F$ | | Comparaison à des dynamomètres étalons en traction et/ou compression Charge croissante | |
| | | | $1,4 \text{ N} + 1,0 \times 10^{-3} \times F$ | | Comparaison à des dynamomètres étalons en traction et/ou compression Charge décroissante | |
| | | 1 à 20 kN | $4,0 \text{ N} + 1,0 \times 10^{-3} \times F$ | | Comparaison à des dynamomètres étalons en traction et/ou compression Charge croissante | |
| | | | $10 \text{ N} + 2,0 \times 10^{-3} \times F$ | | Comparaison à des dynamomètres étalons en traction et/ou compression Charge décroissante | |
| | | 5 à 100 kN | $20 \text{ N} + 5,0 \times 10^{-4} \times F$ | | Comparaison à des dynamomètres étalons en traction et/ou compression Charge croissante | |
| | | | $60 \text{ N} + 5,0 \times 10^{-4} \times F$ | | Comparaison à des dynamomètres étalons en traction et/ou compression Charge décroissante | |
| | | 20 à 500 kN | $100 \text{ N} + 5,0 \times 10^{-4} \times F$ | | Comparaison à des dynamomètres étalons en traction et/ou compression Charge croissante | |
| | | | $150 \text{ N} + 5,0 \times 10^{-4} \times F$ | | Comparaison à des dynamomètres étalons en traction et/ou compression Charge décroissante | |

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

Domaine Electricité-Magnétisme sur site client

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / DIFFERENCE DE POTENTIEL | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | / | 0 mV à 100 mV | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 5 \mu V$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0031 | Site client |
| | | | 0,10 V à 1,0 V | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 6 \mu V$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 1,0 V à 10 V | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 8 \mu V$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 10 V à 100 V | $20 \times 10^{-6} \times U + 200 \mu V$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 100 V à 1 000 V | $20 \times 10^{-6} \times U + 400 \mu V$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / INTENSITE DE COURANT ELECTRIQUE | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Intensité de courant électrique | / | 1 µA à 10 µA | $80 \times 10^{-6} \times I + 6 \text{ nA}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0032 | Site client |
| | | | 10 µA à 100 µA | $90 \times 10^{-6} \times I + 8 \text{ nA}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 0,10 mA à 1,0 mA | $120 \times 10^{-6} \times I + 15 \text{ nA}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 1,0 mA à 10 mA | $120 \times 10^{-6} \times I + 100 \text{ nA}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 10 mA à 100 mA | $180 \times 10^{-6} \times I + 1 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 100 mA à 1 000 mA | $180 \times 10^{-6} \times I + 15 \text{ µA}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / DIFFERENCE DE POTENTIEL | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | 40 Hz à 10 kHz | 10 mV à 100 mV | $3,0 \times 10^{-4} \times U + 110 \text{ µV}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0033 | Site client |
| | | | 0,10 V à 1,0 V | $4,2 \times 10^{-4} \times U + 120 \text{ µV}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 1,0 V à 10 V | $3,0 \times 10^{-4} \times U + 150 \text{ µV}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 10 V à 100 V | $3,2 \times 10^{-4} \times U + 550 \text{ µV}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | 45 Hz à 1 kHz | 100 V à 700 V | $3,2 \times 10^{-4} \times U + 4 \text{ mV}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0033 | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / INTENSITE DE COURANT ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|------------------------|----------------------------|-------------------------|---|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Intensité de courant électrique | 60 Hz à 400Hz | 1 mA à 10 mA | $4,5 \times 10^{-4} \times I + 3,5 \mu\text{A}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0034 | Site client |
| | | | 10 mA à 100 mA | $4,5 \times 10^{-4} \times I + 35 \mu\text{A}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 0,1 A à 1 A | $6,0 \times 10^{-4} \times I + 250 \mu\text{A}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Résistance électrique | / | 0,1 Ω à 1 Ω | $90 \times 10^{-6} \times R + 70 \mu\Omega$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0035 | Site client |
| | | | 1 Ω à 10 Ω | $90 \times 10^{-6} \times R + 40 \mu\Omega$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 10 Ω à 100 Ω | $40 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 100 Ω à 1000 Ω | $80 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 1,0 k Ω à 10 k Ω | $50 \times 10^{-6} \times R + 4,5 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 10 k Ω à 100 k Ω | $45 \times 10^{-6} \times R + 140 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 0,10 M Ω à 1,0 M Ω | $65 \times 10^{-6} \times R + 5 \Omega$ | | | | |
| | | | 1,0 M Ω à 10 M Ω | $130 \times 10^{-6} \times R + 900 \Omega$ | | | | |

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / DIFFERENCE DE POTENTIEL (GENERATION)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Multimètres Voltmètres | Différence de potentiel | / | 0 mV à 300 mV | $75 \times 10^{-6} \times U + 7 \mu\text{V}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0026 | Site client |
| | | | 0,30 V à 3,0 V | $65 \times 10^{-6} \times U + 15 \mu\text{V}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 3,0 V à 30 V | $65 \times 10^{-6} \times U + 150 \mu\text{V}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 30 V à 300 V | $80 \times 10^{-6} \times U + 800 \mu\text{V}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 300 V à 1 000 V | $80 \times 10^{-6} \times U + 3 000 \mu\text{V}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Intensité de courant électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------|---|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Multimètres Voltmètres | Intensité de courant électrique | / | 10 μA à 3,0 mA | $25 \times 10^{-5} \times I + 80 \text{ nA}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0027 | Site client |
| | | | 3,0 mA à 10 mA | $25 \times 10^{-5} \times I + 500 \text{ nA}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 10 mA à 30 mA | $30 \times 10^{-5} \times I + 400 \text{ nA}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 30 mA à 300 mA | $30 \times 10^{-5} \times I + 5 \mu\text{A}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 0,30 A à 1,0 A | $45 \times 10^{-5} \times I + 70 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 1,0 A à 2,0 A | $120 \times 10^{-5} \times I + 200 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2,0 A à 10 A | $120 \times 10^{-5} \times I + 500 \mu\text{A}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Multimètres Voltmètres | Différence de potentiel | 40 Hz à 10 kHz | 10 mV à 30 mV | $1,6 \times 10^{-3} \times U + 180 \mu\text{V}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0028 | Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 30 mV à 300 mV | $1,0 \times 10^{-3} \times U + 200 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,30 V à 3,0 V | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 250 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 3,0 V à 30 V | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 1000 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 30 V à 300 V | $11 \times 10^{-4} \times U + 25 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 300 V à 1 000 V | $22 \times 10^{-4} \times U + 800 \text{ mV}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Intensité de courant électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| Multimètres Voltmètres | Intensité de courant électrique | 60 Hz à 400Hz | 1 mA à 3,0 mA | $14 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu\text{A}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0029 PCEM-CAN-0004 | Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 3,0 mA à 10 mA | $11 \times 10^{-4} \times I + 15 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 10 mA à 30 mA | $12 \times 10^{-4} \times I + 12 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 30 mA à 300 mA | $14 \times 10^{-4} \times I + 70 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 0,30 A à 1,0 A | $15 \times 10^{-4} \times I + 500 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 1,0 A à 2,0 A | $5 \times 10^{-3} \times I + 1 \text{ mA}$ | | | | |
| | | | 2,0 A à 10 A | $6 \times 10^{-3} \times I + 5 \text{ mA}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Résistance électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|------------------|---|----------------|-------------------------|---------------|
| | | Calibre | Courant d'utilisation | | | | | | | | | | | |
| Multimètres Voltmètres | Résistance électrique | 1,0 Ω | 1 mA à 125 mA | 0,1 Ω à 10 Ω | $130 \times 10^{-6} \times R + 16 \text{ m}\Omega$ | Mesure directe | Calibreur universel (1) | PCEM-CAN-0030 | Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V | | | | | |
| | | 3,0 Ω | 1 mA à 125 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 11 Ω | 1 mA à 125 mA | 10 Ω à 300 Ω | $140 \times 10^{-6} \times R + 20 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 33 Ω | 1 mA à 125 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 110 Ω | 1 mA à 70 mA | 0,3 kΩ à 3,0 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 100 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 330 Ω | 1 mA à 40 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 1,1 kΩ | 0,1 mA à 18 mA | 3,0 kΩ à 30 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 1\,000 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 3,3 kΩ | 0,1 mA à 5 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 11 kΩ | 10 μA à 1 800 μA | 30 kΩ à 100 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 10 \Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 33 kΩ | 10 μA à 500 μA | | | | | | | | | | | |
| | | 110 kΩ | 1 μA à 180 μA | | | | | | | | | | | |
| | | 330 kΩ | 1 μA à 50 μA | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 100 kΩ à 300 kΩ | $180 \times 10^{-6} \times R + 10 \Omega$ | Mesure directe | Calibreur universel (2) | PCEM-CAN-0030 |
| | | | | | | | | | | 0,30 MΩ à 1,0 MΩ | $200 \times 10^{-6} \times R + 80 \Omega$ | | | |
| | | | | 1,0 MΩ à 3,0 MΩ | $230 \times 10^{-6} \times R + 100 \Omega$ | | | | | | | | | |
| | | | | 3,0 MΩ à 10 MΩ | $700 \times 10^{-6} \times R + 800 \Omega$ | | | | | | | | | |

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

(1) Résistances en 4 fils

(2) Résistances en 2 fils

Portée flexible FLEX 2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation.

La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

Domaine Electricité-Magnétisme en Laboratoire

| ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Différence de potentiel | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|---|--|--|---|-------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Piles Références à diodes zeners | Différence de potentiel | / | <ul style="list-style-type: none"> ■ 1,018V ■ 10V | 2,5 μ V 20 μ V | Comparaison à un étalon de référence | Référence de tension et diviseur Kelvin-Varley | PCEM-CAN-0001 | Laboratoire |
| Nanovoltmètres, Voltmètres. Calibrateurs | Différence de potentiel | / | 0 V à 300 μ V | 50 nV | Mesure d'une tension réduite | Calibrateur + Résistances étalons. Nanovoltmètre | PCEM-CAN-0057 | Laboratoire |
| | | | 0,3 mV à 30 mV | $3,0 \times 10^{-5} \times U + 0,05 \mu$ V | | | | |
| | | | 30 mV à 200 mV | $3,2 \times 10^{-5} \times U + 0,01 \mu$ V | | | | |
| | | | 0,2 V à 0,3 V | $3,6 \times 10^{-5} \times U$ | | | | |
| Multimètres Voltmètres Calibrateurs | Différence de potentiel | / | 0V à 10 V | $2,5 \times 10^{-6} \times U + 1 \mu$ V | Méthode d'opposition à une tension divisée | Référence de tension et diviseur Kelvin-Varley | PCEM-CAN-0001 | Laboratoire |
| | | | 10 V à 100 V | $2,5 \times 10^{-6} \times U + 15 \mu$ V | | | | |
| | | | 100 V à 1 kV | $2,5 \times 10^{-6} \times U + 150 \mu$ V | | | | |
| Kilovoltmètres Sondes haute tension Générateurs haute tension Diélectrimètres | Différence de potentiel | / | 1 kV à 10 kV | $4,1 \times 10^{-5} \times U + 10$ mV | Méthode de comparaison | Diviseur Haute-Tension et voltmètre | PCEM-CAN-0036 | Laboratoire |
| | | | 10 kV à 20 kV | $6,5 \times 10^{-4} \times U + 1,2$ V | | Kilovoltmètre | PCEM-CAN-0037 | |
| | | | 20 kV à 40 kV | $9,5 \times 10^{-4} \times U + 12$ V | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

U est la valeur de la tension exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|---------------------|
| Voltmètres Multimètres Calibrateurs Générateurs BF | Différence de potentiel BF | 50 Hz à 10 kHz | 20 mV à 70 mV | $27 \times 10^{-5} \times U$ | Transposition thermique | Générateur de tension continue, transfert thermique | PCEM-CAN-0003 | Laboratoire |
| | | 50 Hz à 10 kHz | 70 mV à 220 mV | $15 \times 10^{-5} \times U$ | | | | |
| | | 40 Hz à 20 kHz | 0,22 V à 1 000 V | $7 \times 10^{-5} \times U$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | 0,22 V à 220 V | $8 \times 10^{-5} \times U$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | 0,22 V à 220 V | $10 \times 10^{-5} \times U$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | 220 V à 1 000 V | $2,2 \times 10^{-4} \times U$ | | | | |
| Kilovoltmètres Sondes haute tension Générateurs haute tension Diélectrimètres | Différence de potentiel BF | ■ 50 Hz | 1 kV à 5 kV | $6,0 \times 10^{-3} \times U + 5 \text{ V}$ | Méthode de comparaison | Kilovoltmètre | PCEM-CAN-0038 | Laboratoire |

■ Valeurs ponctuelles

U est la valeur de la tension exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|---|-------------------|---|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Voltmètres Multimètres Calibrateurs Générateurs BF | Différence de potentiel BF | 10 Hz à 20 Hz | 1 mV à 2,2 mV | $2,9 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN-0024 | Laboratoire |
| | | | 2,2 mV à 22 mV | $2,7 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220 mV | $2,6 \times 10^{-4} \times U + 17 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $2,9 \times 10^{-4} \times U + 0,09 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $3 \times 10^{-4} \times U + 0,9 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 22 V à 220 V | $3 \times 10^{-4} \times U + 8 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 20 Hz à 40 Hz | 1 mV à 2,2 mV | $1,7 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22 mV | $1,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220 mV | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,07 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,7 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 22 V à 220 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 6 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 10 kHz | 1 mV à 2,2 mV | $1,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22 mV | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220 mV | $1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | 10 kHz à 20 kHz | 1 mV à 2,2 mV | $1,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22 mV | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220 mV | $1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | 20 kHz à 50 kHz | 1 mV à 2,2 mV | $2,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22 mV | $2,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220 mV | $2,2 \times 10^{-4} \times U + 14 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | 50 kHz à 100 kHz | 1 mV à 2,2 mV | $6,5 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 2,2 mV à 22 mV | $6,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 22 mV à 220 mV | $5,7 \times 10^{-4} \times U + 25 \mu\text{V}$ | | | | |
| 100 kHz à 300 kHz | 1 mV à 2,2 mV | $1,9 \times 10^{-3} \times U + 14 \mu\text{V}$ | | | | | | |
| | 2,2 mV à 22 mV | $1,8 \times 10^{-3} \times U + 14 \mu\text{V}$ | | | | | | |
| | 22 mV à 220 mV | $1,7 \times 10^{-3} \times U + 29 \mu\text{V}$ | | | | | | |
| | 0,22 V à 2,2 V | $7,6 \times 10^{-4} \times U + 0,13 \text{ mV}$ | | | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $4,3 \times 10^{-4} \times U + 1,8 \text{ mV}$ | | | | |

U est la valeur de la tension exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|---|-------------------|---|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Voltmètres Multimètres Calibrateurs Générateurs BF | Différence de potentiel BF | 300 kHz à 500 kHz | 22 mV à 220 mV | $2,3 \times 10^{-3} \times U + 35 \mu\text{V}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN-0024 | Laboratoire |
| | | | 0,22 V à 2,2 V | $1,7 \times 10^{-3} \times U + 0,27 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $1,2 \times 10^{-3} \times U + 3,4 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 500 kHz à 1 MHz | 0,22 V à 2,2 V | $3,0 \times 10^{-3} \times U + 0,5 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 2,2 V à 22 V | $2 \times 10^{-3} \times U + 8 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 40 Hz à 1 kHz | 1 000 V à 1 100 V | $1,1 \times 10^{-4} \times U + 20 \text{ mV}$ | | | | |
| | | 1 kHz à 20 kHz | 1 000 V à 1 100 V | $2,4 \times 10^{-4} \times U + 24 \text{ mV}$ | | | | |
| 50 kHz à 100 kHz | 220 V à 750 V | $1,8 \times 10^{-3} \times U + 90 \text{ mV}$ | | | | | | |

U est la valeur de la tension exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|--|-------------------|---|-------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Générateurs de tension HF | Différence de potentiel HF | 100 kHz à 100 MHz | 10 mV à 10 V | $2 \times 10^{-2} \times U$ | Mesure directe | Voltmètre HF (1) | PCEM-CAN-0006 | Laboratoire |
| | | 100 MHz à 500 MHz | 10 mV à 5 V | $2,5 \times 10^{-2} \times U$ | | | | |
| | | 500 MHz à 700 MHz | 10 mV à 5 V | $3 \times 10^{-2} \times U$ | | | | |
| | | 700 MHz à 1 GHz | 10 mV à 5 V | $5,1 \times 10^{-2} \times U$ | | | | |
| | | ■100 kHz ■1 MHz | 10 mV à 10 V | $2 \times 10^{-2} \times U$ | | | | |
| | | ■10 MHz ■50 MHz ■100 MHz ■300 MHz ■500 MHz | 10 mV à 5 V | $2 \times 10^{-2} \times U$ | | | | |
| | | ■700 MHz | 10 mV à 5 V | $3 \times 10^{-2} \times U$ | | | | |
| | | ■1 GHz | 10 mV à 5 V | $5 \times 10^{-2} \times U$ | | | | |
| Voltmètres HF | Différence de potentiel HF | 100 kHz à 1 MHz | 10 mV à 10 V | $(2 \times 10^{-2} + 1 \times 2 \Gamma x) \times U$ | Mesure par substitution | Voltmètre HF (1) | PCEM-CAN-0006 | Laboratoire |
| | | 1 MHz à 250 MHz | 10 mV à 2 V | $(3 \times 10^{-2} + 1 \times 2 \Gamma x) \times U$ | | | | |
| | | 250 MHz à 500 MHz | 10 mV à 1,8 V | $(3 \times 10^{-2} + 1 \times 2 \Gamma x) \times U$ | | | | |
| | | 500 MHz à 700 MHz | 10 mV à 1,8 V | $(3,5 \times 10^{-2} + 1 \times 2 \Gamma x) \times U$ | | | | |
| | | 700 MHz à 1 GHz | 10 mV à 1,8 V | $(4 \times 10^{-2} + 1 \times 2 \Gamma x) \times U$ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

(1) : Les mesures sont réalisées sous une charge de 50 Ω uniquement.

Γx est le module du facteur de réflexion de l'ensemble du Té et de la charge associés au voltmètre.

U est la valeur de la tension exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Intensité de courant électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|--|--|-------------------------|---------------------|
| Ampèremètres Calibrateurs Multimètres | Intensité de courant électrique | / | 100 nA à 10 mA | $4 \times 10^{-5} \times I + 200 \text{ pA}$ | Mesure de la tension aux bornes d'une résistance | Référence de tension, et résistances étalons | PCEM-CAN-0002 | Laboratoire |
| | | | 10 mA à 2,2 A | $6 \times 10^{-5} \times I$ | | | | |
| | | | 2,2 à 20 A | $3 \times 10^{-4} \times I$ | | | | |
| Picoampèremètres Electromètres Générateurs de faible courant | Intensité de courant électrique | / | 1 pA à 10 pA | $4,5 \times 10^{-3} \times I + 16 \text{ fA}$ | Comparaison à un courant étalon | RHV et générateur de tension | PCEM-CAN-039 | Laboratoire |
| | | | 10 pA à 100 pA | $6 \times 10^{-3} \times I + 10 \text{ fA}$ | | | | |
| | | | 100 pA à 1 nA | $5 \times 10^{-3} \times I + 22 \text{ fA}$ | | | | |
| Nanoampèremètres Ampremètres Multimètres | Intensité de courant électrique | / | 10µA à 220 µA | $4,2 \times 10^{-5} \times I + 7,2 \text{ nA}$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN-0025 | Laboratoire |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $3,6 \times 10^{-5} \times I + 12 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 2,2 mA à 22 mA | $3,6 \times 10^{-5} \times I + 110 \text{ nA}$ | | | | |
| | | | 22 mA à 220 mA | $4,8 \times 10^{-5} \times I + 2,2 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 220 mA à 2,2 A | $7,2 \times 10^{-5} \times I + 34 \text{ µA}$ | | | | |
| | | | 2,2 A à 11 A | $4 \times 10^{-4} \times I + 2,7 \text{ mA}$ | | | | |
| Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Pincés ampèremétriques | Intensité de courant électrique | / | 10 A à 100 A | $7 \times 10^{-5} \times I + 4 \text{ mA}$ | Mesure de la tension aux bornes d'un shunt | Shunts et multimètre | PCEM-CAN-040 | Laboratoire |

I est la valeur de l'intensité exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Intensité de courant électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|--|--|-------------------------|---------------------|
| Multimètres Calibrateurs Ampèremètres | Intensité de courant électrique | 50 Hz à 5 kHz | 1 mA à 10 mA | $1 \times 10^{-4} \times I + 0,3 \mu\text{A}$ | Transposition thermique de courant | Générateur de courant continu, transfert thermique, shunts | PCEM-CAN-0004 | Laboratoire |
| | | 50 Hz à 5 kHz | 10 mA à 220 mA | $1 \times 10^{-4} \times I + 1 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 50 Hz à 5 kHz | 220 mA à 2,2 A | $1 \times 10^{-4} \times I + 35 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | 50 Hz à 5 kHz | 2,2 A à 10 A | $4,5 \times 10^{-4} \times I + 3 \text{mA}$ | | | | |
| | | 50 Hz à 5 kHz | 10 A à 20 A | $7,5 \times 10^{-4} \times I$ | | | | |
| Générateur de courant | Intensité de courant électrique | ■ 50 Hz | 0,1 A à 1,1 A | $3,5 \times 10^{-4} \times I$ | Mesure à l'aide d'une chaîne de mesure étalonnée | Shunt associé à un multimètre | PCEM-CAN-0050 | Laboratoire |
| | | | 1 A à 2 A | $3,5 \times 10^{-4} \times I$ | | | | |
| | | | 2 A à 5 A | $3,7 \times 10^{-3} \times I$ | | | | |
| Pince ampéremétriques Tores amagnétiques Transformateurs d'intensité | Intensité de courant électrique | ■ 50 Hz | 20 A à 50 A | $1,1 \times 10^{-3} \times I$ | Mesure de la grandeur de sortie et de l'intensité d'entrée | Transformateur d'intensité, mesureur | PCEM-CAN-0041 | Laboratoire |
| | | | 50 A à 100 A | $1,1 \times 10^{-3} \times I$ | | | | |
| | | | 100 A à 200 A | $4,1 \times 10^{-3} \times I$ | | | | |
| | | | 200 A à 1 000 A | $1,2 \times 10^{-3} \times I$ | | | | |
| | | | 1 000 A à 2 000 A | $6 \times 10^{-3} \times I$ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

/ est la valeur de l'intensité exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Intensité de courant électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|-----------------------------|---|-----------------------|--|--|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Multimètres Ampèremètres | Intensité de courant électrique | 20 Hz à 40 Hz | 9 µA à 220µA | $2 \times 10^{-4} \times I + 0,021 \mu A$ | Directe au moyen d'un calibrateur étalon | Calibrateur | PCEM-RUN 0026 | Laboratoire |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $1,8 \times 10^{-4} \times I + 0,08 \mu A$ | | | | |
| | | | 2,2 mA à 22 mA | $1,8 \times 10^{-4} \times I + 0,8 \mu A$ | | | | |
| | | | 22 mA à 220 mA | $1,8 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu A$ | | | | |
| | | 40 Hz à 50 Hz | 9 µA à 220µA | $7,7 \times 10^{-4} \times I + 0,013\mu A$ | | | | |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $2,3 \times 10^{-4} \times I + 0,08 \mu A$ | | | | |
| | | | 2,2 mA à 22 mA | $1,5 \times 10^{-4} \times I + 0,8 \mu A$ | | | | |
| | | | 22 mA à 220 mA | $1,4 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu A$ | | | | |
| | | | 0,22 A à 2,2 A | $2,9 \times 10^{-4} \times I + 60 \mu A$ | | | | |
| | | 50 Hz à 1 kHz | 2,2 A à 11 A | $4,8 \times 10^{-4} \times I + 3,6 \text{ mA}$ | | | | |
| | | | 9 µA à 220 µA | $7,7 \times 10^{-4} \times I + 0,013 \mu A$ | | | | |
| | | 1 kHz à 5 kHz | 0,22 mA à 1 mA | $2,3 \times 10^{-4} \times I + 0,08 \mu A$ | | | | |
| | | | 9 µA à 220 µA | $4,2 \times 10^{-3} \times I + 0,017 \mu A$ | | | | |
| | | 5 kHz à 10 kHz | 0,22 mA à 1 mA | $1,1 \times 10^{-3} \times I + 0,32 \mu A$ | | | | |
| | | | 9 µA à 220 µA | $1,1 \times 10^{-2} \times I + 0,30 \mu A$ | | | | |
| | | | 0,22 mA à 2,2 mA | $4,4 \times 10^{-3} \times I + 1,4 \mu A$ | | | | |
| 2,2 mA à 22 mA | $4,0 \times 10^{-3} \times I + 7 \mu A$ | | | | | | | |
| | | 22 mA à 220 mA | $4,0 \times 10^{-3} \times I + 21 \mu A$ | | | | | |

I est la valeur de l'intensité exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Résistances fixes Shunts | Résistance électrique | / | $R \leq 10 \text{ m}\Omega$ | $1 \times 10^{-4} \times R + 0,5 \mu\Omega$ | Méthode de comparaison | Résistance | PCEM-CAN-0051 | Laboratoire |
| Résistances fixes ou à décades Boîtes de résistances Calibrateurs Shunts | Résistance électrique | / | 10 mΩ à 10 Ω | $5 \times 10^{-5} \times R + 1 \mu\Omega$ | Méthode de comparaison | Résistance | PCEM-CAN-0051 | Laboratoire |
| Résistances Ponts de mesure, Milliohmmètres Ohmmètres | Résistance électrique | / | ■ 1 Ω | 53 μΩ | Mesure directe | Résistance | PCEM-CAN-0058 | Laboratoire |
| | | | ■ 10 Ω | 0,30 mΩ | | | | |
| | | | ■ 100 Ω | 1,7 mΩ | | | | |
| | | | ■ 1 kΩ | 25 mΩ | | | | |
| | | | ■ 10 kΩ | 0,16 Ω | | | | |
| | | | ■ 100 kΩ | 1,8 Ω | | | | |
| | | | ■ 1 MΩ | 17 Ω | | | | |
| | | | ■ 10 MΩ | 0,3 kΩ | | | | |
| Milliohmmètres Ohmmètres | Résistance électrique | / | ■ 100 MΩ | 5 kΩ | Mesure directe au moyen d'un calibrateur | Calibrateur | PCEM-RUN-0027 | Laboratoire |
| | | | ■ 1 Ω | 120 μΩ | | | | |
| | | | ■ 1,9 Ω | 200 μΩ | | | | |
| | | | ■ 10 Ω | 0,9 mΩ | | | | |
| | | | ■ 19 Ω | 1,0 mΩ | | | | |
| | | | ■ 100 Ω | 1,8 mΩ | | | | |
| | | | ■ 190 Ω | 3,0 mΩ | | | | |
| | | | ■ 1 kΩ | 17 mΩ | | | | |
| | | | ■ 1,9 kΩ | 30 mΩ | | | | |
| | | | ■ 10 kΩ | 180 mΩ | | | | |
| | | | ■ 19 kΩ | 310 mΩ | | | | |
| | | | ■ 100 kΩ | 2,1 Ω | | | | |
| | | | ■ 190 kΩ | 3,1 Ω | | | | |
| | | | ■ 1 MΩ | 32 Ω | | | | |
| | | | ■ 1,9 MΩ | 52 Ω | | | | |
| ■ 10 MΩ | 0,5 kΩ | | | | | | | |
| ■ 19 MΩ | 1,2 kΩ | | | | | | | |
| ■ 100 MΩ | 16 kΩ | | | | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Résistance électrique (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Résistances de hautes valeurs | Résistance électrique | Sous 10 V à 20 V | 1 MΩ à 10 MΩ | $6 \times 10^{-5} \times R$ | Méthode des 2 générateurs | Générateurs de tension, résistance | PCEM-CAN-0005 | Laboratoire |
| | | Sous 20 V à 100 V | 1 MΩ à 10 MΩ | $1 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | Sous 10 V à 20 V | 10 MΩ à 100 MΩ | $3 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | Sous 20 V à 200 V | 10 MΩ à 100 MΩ | $1,1 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | Sous 200 V à 1 000 V | 10 MΩ à 100 MΩ | $1 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | Sous 10 V à 20 V | 100 MΩ à 1 GΩ | $1,3 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |
| | | Sous 20 V à 200 V | 100 MΩ à 1 GΩ | $1 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |
| | | Sous 200 V à 1 000 V | 100 MΩ à 1 GΩ | $1,1 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | Sous 10 V à 20 V | 1 GΩ à 10 GΩ | $1,3 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |
| | | Sous 20 V à 200 V | 1 GΩ à 10 GΩ | $1 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |
| | | Sous 200 V à 1 000 V | 1 GΩ à 10 GΩ | $1,2 \times 10^{-4} \times R$ | | | | |
| | | Sous 10 V à 20 V | 10 GΩ à 100 GΩ | $1,3 \times 10^{-2} \times R$ | | | | |
| | | Sous 20 V à 200 V | 10 GΩ à 100 GΩ | $7 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |
| | | Sous 200 V à 1 000 V | 10 GΩ à 100 GΩ | $1 \times 10^{-3} \times R$ | | | | |
| Multimètres Mégohmmètres | Résistance électrique | Sous 100 V, 500 V et 1 000 V | ■ 100 MΩ | 52 kΩ | Mesure directe | Résistance | PCEM-CAN-0005 | Laboratoire |
| | | | ■ 1 GΩ | 3,7 MΩ | | | | |
| | | | ■ 10 GΩ | 5,8 MΩ | | | | |
| | | | ■ 100 GΩ | 700 MΩ | | | | |
| | | | ■ 1 TΩ | 9,3 GΩ | | | | |
| | | | ■ 10 TΩ | 120 GΩ | | | | |
| Mégohmmètres | Résistance électrique | Sous 100 V à 1 000 V | ■ 100 MΩ | 53 kΩ | Mesure directe | Résistance | PCEM-CAN-0005 | Laboratoire |
| | | | ■ 1 GΩ | 7,8 MΩ | | | | |
| | | | ■ 10 GΩ | 5,9 MΩ | | | | |
| | | | ■ 100 GΩ | 900 MΩ | | | | |
| | | | ■ 1 TΩ | 9,8 GΩ | | | | |
| | | | ■ 10 TΩ | 140 GΩ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Résistance électrique (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--|---|---------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Résistances fixes ou boîtes à décade Calibrateurs Ohmmètres | Résistance électrique | / | 1 Ω à 10 Ω | $5 \times 10^{-5} \times R + 3 \mu\Omega$ | Mesure au moyen d'un ohmmètre re-étalonné sur des valeurs ponctuelles | Ohmmètre Résistances étalons | PCEM-CAN-0058 | Laboratoire |
| | | | 10 Ω à 100 Ω | $3,5 \times 10^{-5} \times R + 50 \mu\Omega$ | | | | |
| | | | 100 Ω à 1 M Ω | $3,5 \times 10^{-5} \times R$ | | | | |
| | | | 1 M Ω à 10 M Ω | $3,5 \times 10^{-5} \times R + 20 \Omega$ | | | | |
| | | | 10 M Ω à 100 M Ω | $1,1 \times 10^{-4} \times R + 200 \Omega$ | | | | |

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en unités légales.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Température par simulation électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure (1) | Incertitude Elargie (*) | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|---|-------------------------|---------------------|
| Indicateur pour thermo-résistance (mode récepteur) | Température par simulation électrique | / | 18,5 Ω à 160 Ω 160 Ω à 323,2 Ω | 15 m Ω 25 m Ω | Méthode par mesure directe | Résistances | PCTE-CAN-0026 | Laboratoire |
| Simulateur pour thermo-résistance (mode générateur) | Température par simulation électrique | / | 18,5 Ω à 160 Ω 160 Ω à 323,2 Ω | 10 m Ω 20 m Ω | Mesure de résistance | Ohmmètre | PCTE-CAN-0026 | Laboratoire |
| Indicateur pour couple thermoélectrique (mode récepteur) | Température par simulation électrique | Sans compensation de soudure froide. | -100 mV à 100 mV | 4 μ V | Méthode par mesure directe | Calibrateur | PCTE-CAN-0028 | Laboratoire |
| Simulateur pour couple thermoélectrique (mode générateur) | Température par simulation électrique | Sans compensation de soudure froide | -100 mV à 100 mV | 5,1 μ V | Mesure de f.é.m | Voltmètre | PCTE-CAN-0028 | Laboratoire |
| Indicateur pour couple thermoélectrique (mode récepteur) | Température par simulation électrique | Avec compensation de soudure froide | -6 mV à 55 mV | 7 μ V à 14 μ V | Méthode par mesure directe | Calibrateur, référence de zéro, câble de compensation (K, J, T, N, S) | PCTE-CAN-0028 | Laboratoire |
| Simulateur pour couple thermoélectrique (mode générateur) | Température par simulation électrique | Avec compensation de soudure froide | -6 mV à 55 mV | 7 μ V à 14 μ V | Mesure de f.é.m | Voltmètre, référence de zéro, câble de compensation (K, J, T, N, S) | PCTE-CAN-0028 | Laboratoire |

(1) Les domaines de température équivalents sont, pour chaque couple thermoélectrique, déterminés conformément aux normes en vigueur.

(*) Afin d'obtenir l'incertitude globale d'étalonnage, l'incertitude de cette colonne sera convertie en °C et combinée avec la résolution, la stabilité, ... propres à l'instrument. L'incertitude propre à la table de conversion utilisée devra également être prise en compte.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|---|---|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Affaiblisseurs Dispositifs incluant un affaiblisseur | Affaiblissement | ■ 30 MHz de 0 dB à 90 dB | 1 dB | $(5 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | Comparaison directe à un affaiblisseur étalon Mesures sur coaxial 50 Ω | Banc de mesure d'affaiblissement | PCEM-CAN-0011 | Laboratoire |
| | | | 5 dB | $(6 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 10 dB | $(7 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | Comparaison directe à un affaiblisseur étalon Mesures sur coaxial 50 Ω | Banc de mesure d'affaiblissement | PCEM-CAN-0011 | Laboratoire |
| | | | 20 dB | $(8 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | Comparaison directe à un affaiblisseur étalon Mesures sur coaxial 50 Ω | Banc de mesure d'affaiblissement | PCEM-CAN-0011 | Laboratoire |
| | | | 30 dB | $(9 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 40 dB | $(10 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 50 dB | $(11 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 60 dB | $(12 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 70 dB | $(14 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 80 dB | $(16 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 90 dB | $(18 + 40 \times \Gamma x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |

■ Valeur ponctuelle.

Γx est la valeur du module du facteur de réflexion.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---|--|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Affaiblisseurs Dispositifs incluant un affaiblisseur | Affaiblissement | 10 MHz à 1 GHz de 0 dB à 70 dB | 1 dB | $(5 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | Mesure par substitution directe à fréquence intermédiaire à 30 MHz | Banc de mesure d'affaiblissement | PCEM-CAN-0011 | Laboratoire |
| | | | 5 dB | $(6 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 10 dB | $(7 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 20 dB | $(8 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 30 dB | $(9 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 40 dB | $(10 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 50 dB | $(11 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 60 dB | $(12 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 70 dB | $(14 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |

Γ_x est la valeur du module du facteur de réflexion.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---|---|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Affaiblisseurs Dispositifs incluant un affaiblisseur | Affaiblissement | 1 GHz à 18 GHz de 0 dB à 90 dB | 1 dB | $(7 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | Comparaison directe à un affaiblisseur étalon Mesures sur coaxial 50 Ω | Banc de mesure d'affaiblissement | PCEM-CAN-0011 | Laboratoire |
| | | | 5 dB | $(8 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 10 dB | $(9 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 20 dB | $(10 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 30 dB | $(11 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 40 dB | $(12 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 50 dB | $(13 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 60 dB | $(15 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 70 dB | $(17 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 80 dB | $(23 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 90 dB | $(24 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |

Γ_x est la valeur du module du facteur de réflexion.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------|---|--|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Affaiblisseurs Dispositifs incluant un affaiblisseur | Affaiblissement | 18 GHz à 38 GHz de 0 dB à 70 dB | 1 dB | $(5 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | Mesure par substitution directe à fréquence intermédiaire à 30 MHz | Banc de mesure d'affaiblissement | PCEM-CAN-0011 | Laboratoire |
| | | | 5 dB | $(6 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 10 dB | $(7 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 20 dB | $(8 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 30 dB | $(11 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 40 dB | $(14 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 50 dB | $(17 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 60 dB | $(25 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |
| | | | 70 dB | $(27 + 40 \times \Gamma_x) \times 10^{-2}$ dB | | | | |

Γ_x est la valeur du module du facteur de réflexion.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Facteur de réflexion

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|--|-------------------|---------------------|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Composants passifs (charges) .Entrées de dispositifs de mesure. | Module du Facteur de réflexion | 1 GHz à 18 GHz de 0,001 à 0,5 Mesure sur coaxial 50 W type 7 mm (de 1 à 18 GHz) et coaxial de type N (de 1 à 12 GHz) | 0,001 | 0,002 3 | Mesure du rapport entre signal réfléchi et signal incident | Réflectomètre compensé | PCEM-CAN-0009 | Laboratoire |
| | | | 0,003 | 0,002 6 | | | | |
| | | | 0,004 | 0,002 7 | | | | |
| | | | 0,006 | 0,002 8 | | | | |
| | | | 0,01 | 0,002 9 | | | | |
| | | | 0,018 | 0,003 1 | | | | |
| | | | 0,03 | 0,003 3 | | | | |
| | | | 0,06 | 0,005 | | | | |
| | | | 0,1 | 0,007 | | | | |
| | | | 0,13 | 0,007 2 | | | | |
| | | | 0,18 | 0,010 | | | | |
| Composants passifs (charges) .Entrées de dispositifs de mesure. | Module du Facteur de réflexion | De 8.2 GHz à 18 GHz de 0,001 à 0,7 Mesure sur guide d'ondes CEI R100 et CEI R140 | 0,001 | 0,000 9 | Mesure du rapport entre signal réfléchi et signal incident | Réflectomètre compensé | PCEM-CAN-0010 | Laboratoire |
| | | | 0,003 | 0,001 1 | | | | |
| | | | 0,006 | 0,001 2 | | | | |
| | | | 0,01 | 0,001 3 | | | | |
| | | | 0,03 | 0,001 7 | | | | |
| | | | 0,06 | 0,002 7 | | | | |
| | | | 0,1 | 0,004 | | | | |
| | | | 0,3 | 0,012 | | | | |
| 0,7 | 0,041 | | | | | | | |
| Composants passifs (charges) .Entrées de dispositifs de mesure. | Module du Facteur de réflexion | De 18 GHz à 38 GHz de 0,002 à 0,7 Mesure sur guide d'ondes CEI R220 et CEI R320 | 0,002 | 0,001 6 | Mesure du rapport entre signal réfléchi et signal incident | Réflectomètre compensé | PCEM-CAN-0010 | Laboratoire |
| | | | 0,003 | 0,001 6 | | | | |
| | | | 0,006 | 0,001 7 | | | | |
| | | | 0,01 | 0,001 7 | | | | |
| | | | 0,03 | 0,002 | | | | |
| | | | 0,06 | 0,002 9 | | | | |
| | | | 0,1 | 0,004 2 | | | | |
| | | | 0,3 | 0,012 | | | | |
| 0,7 | 0,03 | | | | | | | |

| ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Puissance RF | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|--|--|--|------------------------|---|-------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Wattmètres et montures de puissance bolométriques | Puissance RF | 10, 30, 50 MHz ■ 100, 200, 400 MHz ■ 1 GHz, 2 GHz ■ 3 GHz, 4 GHz ■ 5,5 GHz ■ 6 GHz, 8 GHz ■ 10 GHz, 12,4 GHz ■ 14, 16 et 18 GHz ■ | Kx mesuré pour une puissance de 1 mW à 10 mW | $(2 + 7 \times \Gamma_x) \times 10^{-2} \times Kx$ | Mesure par comparaison | Transferts de puissance étaloné sur ligne coaxiale 50 W | PCEM-CAN-0007 | Laboratoire |
| | | 19 GHz, 20 GHz ■ 23 GHz ■ 25 GHz ■ | Kx mesuré pour une puissance de 1 mW à 10 mW | $(2,2 + 4 \times \Gamma_x) \times 10^{-2} \times Kx$ | | | | |
| | | 28 GHz ■ 32 GHz, 35 GHz ■ 38 GHz ■ | Kx mesuré pour une puissance de 1 mW à 10 mW | $(2,2 + 4 \cdot \Gamma_x) \times 10^{-2} \times Kx$ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

Kx est le facteur d'étalonnage de la monture bolométrique à étalonner.

Γ_x est le module du facteur de réflexion de la monture à étalonner ($\Gamma_x < 0,3$).

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Puissance RF (suite)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|--|--|---|------------------------|--|-------------------------|---------------------|
| Wattmètres et montures de puissance thermoélectriques | Puissance RF | 50 MHz ■ | $P = 1 \text{ mW}$ | $(0,8 + 1,4 \times \Gamma_x) \times 10^{-2} \times P$ | Mesure par comparaison | Milli-wattmètre et monture étalon | PCEM-CAN-0007 | Laboratoire |
| | | 10, 30, 50 MHz ■ 100, 200, 400 MHz ■ 1 GHz, 2 GHz ■ 3 GHz, 4 GHz ■ 5,5 GHz ■ 6 GHz, 8 GHz ■ 10 GHz, 12,4 GHz ■ 14, 16 et 18 GHz ■ | Kx mesuré pour une puissance de 1 mW à 10 mW | $(2,8 + 10 \times \Gamma_x) \times 10^{-2} \times Kx$ | Mesure par comparaison | Transferts de puissance étalonné sur ligne coaxiale 50 Ω | PCEM-CAN-0007 | Laboratoire |

■ Valeurs ponctuelles

Kx est le facteur d'étalonnage de la monture bolométrique à étalonner.

Γ_x est le module du facteur de réflexion de la monture à étalonner ($\Gamma_x < 0,3$).

| ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Excès de bruit | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------|---|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Sources de bruit | Rapport d'excès de bruit | 30 MHz ■ 1 GHz ■ 2 GHz ■ 4 GHz ■ 6 GHz ■ 8,2 GHz ■ 10 GHz ■ 12,4 GHz ■ | ENR de 14 dB à 16 dB (ou 10 000 K)■ | $0,23 + 0,4 \times \Gamma_x$ | Mesure par comparaison à l'aide d'un radiomètre coaxial | Radiomètre coaxial | PCEM-CAN-0008 | Laboratoire |
| | | 15 GHz ■ 18 GHz ■ | ENR de 14 dB à 16 dB (ou 10 000 K)■ | $0,30 + 0,4 \times \Gamma_x$ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

Γ_x est le module du facteur de réflexion ($\Gamma_x < 0,15$).

Portée flexible FLEX2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation.

La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

Domaine Electricité-Magnétisme sur site clientELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Différence de potentiel

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | / | 0 mV à 100 mV | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 5 \mu\text{V}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0031 | Site client |
| | | | 0,10 V à 1,0 V | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 6 \mu\text{V}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 1,0 V à 10 V | $10,0 \times 10^{-6} \times U + 8 \mu\text{V}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 10 V à 100 V | $20 \times 10^{-6} \times U + 200 \mu\text{V}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 100 V à 1 000 V | $20 \times 10^{-6} \times U + 400 \mu\text{V}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Intensité de courant électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Intensité de courant électrique | / | 1 μA à 10 μA | $80 \times 10^{-6} \times I + 6 \text{ nA}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0032 | Site client |
| | | | 10 μA à 100 μA | $90 \times 10^{-6} \times I + 8 \text{ nA}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 0,10 mA à 1,0 mA | $120 \times 10^{-6} \times I + 15 \text{ nA}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 1,0 mA à 10 mA | $120 \times 10^{-6} \times I + 100 \text{ nA}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 10 mA à 100 mA | $180 \times 10^{-6} \times I + 1 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 100 mA à 1 000 mA | $180 \times 10^{-6} \times I + 15 \mu\text{A}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / DIFFERENCE DE POTENTIEL

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | 40 Hz à 10 kHz | 10 mV à 100 mV | $3,0 \times 10^{-4} \times U + 110 \mu V$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0033 | Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 0,10 V à 1,0 V | $4,2 \times 10^{-4} \times U + 120 \mu V$ | | | | |
| | | | 1,0 V à 10 V | $3,0 \times 10^{-4} \times U + 150 \mu V$ | | | | |
| | | | 10 V à 100 V | $3,2 \times 10^{-4} \times U + 550 \mu V$ | | | | |
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Différence de potentiel | 45 Hz à 1 kHz | 100 V à 700 V | $3,2 \times 10^{-4} \times U + 4 \text{ mV}$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0033 | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT ALTERNATIF / INTENSITE DE COURANT ELECTRIQUE

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|------------------------|----------------------------|-------------------------|---|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Intensité de courant électrique | 60 Hz à 400Hz | 1 mA à 10 mA | $4,5 \times 10^{-4} \times I + 3,5 \mu A$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0034 | Site client |
| | | | 10 mA à 100 mA | $4,5 \times 10^{-4} \times I + 35 \mu A$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 0,1 A à 1 A | $6,0 \times 10^{-4} \times I + 250 \mu A$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Résistance électrique

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|--|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Calibrateurs Alimentations Générateurs | Résistance électrique | / | 0,1 Ω à 1 Ω | $90 \times 10^{-6} \times R + 70 \mu\Omega$ | Mesure directe | Multimètre | PCEM-CAN-0035 | Site client |
| | | | 1 Ω à 10 Ω | $90 \times 10^{-6} \times R + 40 \mu\Omega$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 10 Ω à 100 Ω | $40 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 100 Ω à 1000 Ω | $80 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 1,0 k Ω à 10 k Ω | $50 \times 10^{-6} \times R + 4,5 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 10 k Ω à 100 k Ω | $45 \times 10^{-6} \times R + 140 \text{ m}\Omega$ | | | | |
| | | | 0,10 M Ω à 1,0 M Ω | $65 \times 10^{-6} \times R + 5 \Omega$ | | | | |
| | | | 1,0 M Ω à 10 M Ω | $130 \times 10^{-6} \times R + 900 \Omega$ | | | | |

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU / DIFFERENCE DE POTENTIEL (GENERATION)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Multimètres Voltmètres | Différence de potentiel | / | 0 mV à 300 mV | $75 \times 10^{-6} \times U + 7 \mu\text{V}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0026 | Site client |
| | | | 0,30 V à 3,0 V | $65 \times 10^{-6} \times U + 15 \mu\text{V}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 3,0 V à 30 V | $65 \times 10^{-6} \times U + 150 \mu\text{V}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 30 V à 300 V | $80 \times 10^{-6} \times U + 800 \mu\text{V}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 300 V à 1 000 V | $80 \times 10^{-6} \times U + 3 000 \mu\text{V}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Intensité de courant électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------|---|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Multimètres Voltmètres | Intensité de courant électrique | / | 10 μA à 3,0 mA | $25 \times 10^{-5} \times I + 80 \text{ nA}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0027 | Site client |
| | | | 3,0 mA à 10 mA | $25 \times 10^{-5} \times I + 500 \text{ nA}$ | | | | Température ambiante 18 à 28 °C |
| | | | 10 mA à 30 mA | $30 \times 10^{-5} \times I + 400 \text{ nA}$ | | | | Humidité ambiante < 80 % HR |
| | | | 30 mA à 300 mA | $30 \times 10^{-5} \times I + 5 \mu\text{A}$ | | | | Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 0,30 A à 1,0 A | $45 \times 10^{-5} \times I + 70 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 1,0 A à 2,0 A | $120 \times 10^{-5} \times I + 200 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 2,0 A à 10 A | $120 \times 10^{-5} \times I + 500 \mu\text{A}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Multimètres Voltmètres | Différence de potentiel | 40 Hz à 10 kHz | 10 mV à 30 mV | $1,6 \times 10^{-3} \times U + 180 \mu\text{V}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0028 | Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 30 mV à 300 mV | $1,0 \times 10^{-3} \times U + 200 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 0,30 V à 3,0 V | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 250 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 3,0 V à 30 V | $7,0 \times 10^{-4} \times U + 1000 \mu\text{V}$ | | | | |
| | | | 30 V à 300 V | $11 \times 10^{-4} \times U + 25 \text{ mV}$ | | | | |
| | | | 300 V à 1 000 V | $22 \times 10^{-4} \times U + 800 \text{ mV}$ | | | | |

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Intensité de courant électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Multimètres Voltmètres | Intensité de courant électrique | 60 Hz à 400Hz | 1 mA à 3,0 mA | $14 \times 10^{-4} \times I + 10 \mu\text{A}$ | Mesure directe | Calibrateur universel | PCEM-CAN-0029 | Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V |
| | | | 3,0 mA à 10 mA | $11 \times 10^{-4} \times I + 15 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 10 mA à 30 mA | $12 \times 10^{-4} \times I + 12 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 30 mA à 300 mA | $14 \times 10^{-4} \times I + 70 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 0,30 A à 1,0 A | $15 \times 10^{-4} \times I + 500 \mu\text{A}$ | | | | |
| | | | 1,0 A à 2,0 A | $5 \times 10^{-3} \times I + 1 \text{ mA}$ | | | | |
| | | | 2,0 A à 10 A | $6 \times 10^{-3} \times I + 5 \text{ mA}$ | | | | |

I est la valeur de l'intensité de courant exprimée en ampères.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant continu** / Résistance électrique (génération)

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | | Étendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|--|------------------|---|----------------|---------------------------|---------------|
| | | Calibre | Courant d'utilisation | | | | | | | | | | | |
| Multimètres Voltmètres | Résistance électrique | 1,0 Ω | 1 mA à 125 mA | 0,1 Ω à 10 Ω | $130 \times 10^{-6} \times R + 16 \text{ m}\Omega$ | Mesure directe | Calibrateur universel (1) | PCEM-CAN-0030 | Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80 % HR Alimentation électrique 216 V à 253 V | | | | | |
| | | 3,0 Ω | 1 mA à 125 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 11 Ω | 1 mA à 125 mA | 10 Ω à 300 Ω | $140 \times 10^{-6} \times R + 20 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 33 Ω | 1 mA à 125 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 110 Ω | 1 mA à 70 mA | 0,3 kΩ à 3,0 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 100 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 330 Ω | 1 mA à 40 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 1,1 kΩ | 0,1 mA à 18 mA | 3,0 kΩ à 30 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 1\,000 \text{ m}\Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 3,3 kΩ | 0,1 mA à 5 mA | | | | | | | | | | | |
| | | 11 kΩ | 10 μA à 1 800 μA | 30 kΩ à 100 kΩ | $160 \times 10^{-6} \times R + 10 \Omega$ | | | | | | | | | |
| | | 33 kΩ | 10 μA à 500 μA | | | | | | | | | | | |
| | | 110 kΩ | 1 μA à 180 μA | | | | | | | | | | | |
| | | 330 kΩ | 1 μA à 50 μA | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 100 kΩ à 300 kΩ | $180 \times 10^{-6} \times R + 10 \Omega$ | Mesure directe | Calibrateur universel (2) | PCEM-CAN-0030 |
| | | | | | | | | | | 0,30 MΩ à 1,0 MΩ | $200 \times 10^{-6} \times R + 80 \Omega$ | | | |
| | | | | 1,0 MΩ à 3,0 MΩ | $230 \times 10^{-6} \times R + 100 \Omega$ | | | | | | | | | |
| | | | | 3,0 MΩ à 10 MΩ | $700 \times 10^{-6} \times R + 800 \Omega$ | | | | | | | | | |

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

(1) Résistances en 4 fils

(2) Résistances en 2 fils

Portée flexible FLEX2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation.

La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

HYGROMETRIE - Humidité relative

| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de mesure | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
|--|-------------------|---|---------------------|---|-------------------------------|---------------------|
| Thermo-hygromètre électronique Avec ou sans afficheur | Humidité relative | De 10 % HR à 95 % HR à une température comprise entre 5 °C < TS < 50 °C | Tableau ci-dessous | Mesure directe de l'humidité relative par comparaison à une chaîne de mesure étalon* et un générateur humidité relative | Méthode interne PCHY-CAN-0001 | En laboratoire |

| Domaine de Mesure | Incertitude d'étalonnage en 2σ | | |
|---------------------|--------------------------------|----------|--------------|
| | 5 | 23 | 50 |
| θ (°C) Uw (% HR) | | | |
| 10 | 1,2 % HR | 1,1 % HR | 1,2 % HR |
| 35 | 1,3 % HR | 1,2 % HR | 1,3 % HR |
| 65 | 1,7 % HR | 1,5 % HR | 1,6 % HR |
| 95 | 2,2 % HR (*) | 1,7 % HR | 1,9 % HR (*) |

(*) L'humidité est limitée à 90 % aux points à 5°C et 50°C

| HYGROMETRIE - Humidité relative | | | | | | |
|---|-------------------|---|---------------------------|---|-------------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de mesure | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
| Thermo-hygromètre électronique Avec ou sans afficheur, Hygromètre mécanique | Humidité relative | De 10 % HR à 95 % HR à une température comprise entre 10 °C < Ts < 70 °C | Voir tableau 1 ci-dessous | Détermination de l'humidité relative à partir d'une mesure de Td et de la température Ts dans l'enceinte du générateur à deux pressions | Méthode interne PCHY-CAN-0002 | En laboratoire |

* La chaîne de mesure associe le capteur et l'indicateur numérique

Tableau 1

| U _k =2(U _w) Ts (°C) | U _w (% HR) | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 % | 20 % | 30 % | 40 % | 50 % | 60 % | 70 % | 80 % | 90 % | 95 % |
| 10 | | | | | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,4 |
| 20 | | | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 |
| 30 | | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,0 |
| 40 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 |
| 50 | 0,4 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,5 |
| 60 | 0,4 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,8 |
| 70 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | | | | |

Unité du tableau (% HR) en 2 écart-type

Les valeurs d'incertitudes sont obtenues à partir de la combinaison de Td (de 0 °C à 60°C (U_k=2=0,23 °C)) et de Ts (de 10 °C à 70 °C (U_k=2= de 0,18 °C à 0,59 °C))

Ts est la température sèche exprimée en °C

U_w est l'humidité relative exprimée en % HR

| HYGROMETRIE - Humidité relative | | | | | | |
|---|-------------------|--|---------------------------|---|------------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de mesure | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
| Thermo-hygromètre électronique Avec ou sans afficheur, Hygromètre mécanique | Humidité relative | De 10 % HR à 95 % HR à une température comprise entre $10\text{ °C} < T_s < 50\text{ °C}$ | Voir tableau 2 ci-dessous | Mesure directe de l'humidité relative par comparaison à une chaîne de mesure étalon* + Générateur humidité à deux pressions | Méthode interne PCHY-CAN-002 | En laboratoire |

* La chaîne de mesure associe le capteur et l'indicateur numérique

Tableau 2

| U _{k=2} (U _w) T _s (°C) | U _w (% HR) | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 % | 20 % | 30 % | 40 % | 50 % | 60 % | 70 % | 80 % | 90 % | 95 % |
| 10 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,6 |
| 20 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,5 |
| 30 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,5 |
| 40 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,6 |
| 50 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,9 |

Unité du tableau (% HR) en 2 écart-type

HYGROMETRIE / Température de rosée

| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de mesure | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
|---|----------------------|-------------------|---------------------|---|-------------------------------|---------------------|
| Hygromètre à condensation et hygromètre affichant un point de rosée | Température de rosée | De 0 °C à 60 °C | 0,24 °C | Comparaison à la température de rosée (Td) mesurée dans la chambre du générateur à deux pressions | Méthode interne PCHY-CAN-0002 | En laboratoire |

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres à bouts | | | | | | | |
|---|---|--|---|------------------------|--|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Cale étalon à bouts plans parallèles</u> en acier | Longueur au centre Ecart de longueur Variation de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,09 \mu\text{m} + 2 \times 10^{-6} \times L$ $0,09 \mu\text{m} + 2 \times 10^{-6} \times L$ 0,07 μm | $0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0060 | Comparateur de cales étalons Cales à bouts plans parallèles en acier | En labo |
| <u>Broche à bouts plans parallèles étalon</u> en acier | Longueur au centre | $1,2 \mu\text{m} + 3,5 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 275 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0052 | Bancs de mesure unidirectionnels Cales à bouts plans parallèles en acier | En labo |

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres matérialisant un diamètre | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Tampon cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre local <i>NF E 11-012 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | 1 μm $1,2 \mu\text{m} + 2,6 \times 10^{-6} \times D$ | $1 \text{ mm} \leq D \leq 20 \text{ mm}$ $20 \text{ mm} < D \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-012 (12/1992) Norme annulée Procédures PVF-0069 et PVF-0070 | Bancs de mesure unidirectionnels Tampon cylindrique lisse en acier | En labo |
| <u>Bague cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre local <i>NF E 11-011 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | $1,0 \mu\text{m} + 2,3 \times 10^{-6} \times D$ $1,2 \mu\text{m} + 3,2 \times 10^{-6} \times D$ | $10 \text{ mm} \leq D \leq 100 \text{ mm}$ $100 \text{ mm} < D \leq 200 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique avec palpeurs coudés | <i>NF E 11-011 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> Procédures PVF-0067 et PVF-0068 | Bancs de mesure unidirectionnels Bague cylindrique lisse en acier | En labo |

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres filetés | | | | | | | |
|---|--|---------------------|--|--------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Tampon fileté cylindrique</u> Profils triangulaires symétriques $\alpha = 60^\circ$ | Diamètre sur flancs simple <i>XP E 03-110 (12/2003)</i> | 2,5 μm | $1\text{ mm} \leq D \leq 50\text{ mm}$ $0,3\text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 6\text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0072 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence Jeux de 3 piges cylindriques lisses | En labo |

α : angle du triangle générateur

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables | | | | | | | |
|---|--|---|-------------------------|------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Pied à coulisse</u> $q = 10$ et $20 \mu\text{m}$ | <p>Mesurages d'extérieur avec les becs principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur d'indication contact pleine touche - Erreur d'indication contact sur surface limitée - Erreur d'indication contact linéaire - Erreur de fidélité <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs - Effet de la distance des becs d'intérieur à couteaux <p>NF E 11-091 (03/2013)</p> | $10 \mu\text{m} + q + 15 \times 10^{-6} \times L$ $10 \mu\text{m} + q + 15 \times 10^{-6} \times L$ $11 \mu\text{m} + q$ - $11 \mu\text{m} + q$ $11 \mu\text{m} + q$ | $L \leq 600 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-091 (03/2013) Procédure PVF-0029 | Cales étalons de travail Bagues lisses étalons Piges étalon | En labo |
| <u>Micromètre d'extérieur</u> <u>à vis « standard »</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | <p>Erreur de contact pleine touche</p> <p>Erreur de contact partiel d'une surface *</p> <p>Erreur de fidélité</p> <p>NF E 11-095 (10/2013)</p> | $2 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ $2 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 500 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-095 (10/2013) Procédure PVF-0031 | Cales à bouts plans parallèles en acier | En labo |
| <u>Micromètre d'extérieur</u> <u>à vis « standard »</u> $q = 2$ et $10 \mu\text{m}$ | <p>Erreur de contact pleine touche</p> <p>Erreur de contact partiel d'une surface *</p> <p>Erreur de fidélité</p> <p>NF E 11-095 (10/2013)</p> | $3 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ $3 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ - | | | | | |

q : pas de quantification

* $L \leq 300 \text{ mm}$

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite) | | | | | | | |
|---|---|--|------------------------|------------------------|---|----------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | 3 μm 3 μm 2 μm - | $L \leq 10 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-057 (04/2016) Procédure PVF-0034 | Bancs de mesure unidirectionnels | En labo |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | 4 μm 4 μm 3 μm - | | | | | |

q : pas de quantification

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Pour les méthodes internes, les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

Les incertitudes élargies correspondent aux aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) du laboratoire pour une probabilité de couverture de 95 %.

ETALONNAGE PAR COMPARAISON A UN ETALON DE REFERENCE DANS DES BAINS, ENCEINTES OU FOURS

| TEMPERATURE - Thermomètre à résistance | | | | | | |
|--|-------------|--|---------------------|--|-----------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
| Sonde à résistance platine | Température | 0 °C ■ | 0,08 °C | Méthode directe dans un bain de glace fondante | PCTE-CAN-0007 | En laboratoire |
| | | -80 °C à 20 °C | 0,20 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0025 | |
| | | -65 °C à 20 °C | 0,16 °C | | PCTE-CAN-0015 | |
| | | -55 °C à 50 °C | 0,13 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0005 | |
| | | 10 °C à 90 °C | 0,17 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté à eau | PCTE-CAN-0024 | |
| | | 80 °C à 110 °C | 0,32 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0017 | |
| | | 110 °C à 200 °C | 0,34 °C | | | |
| | | 50 °C à 110 °C | 0,14 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0006 | |
| | | 110 °C à 220 °C | 0,18 °C | | | |
| | | 220 °C à 260 °C | 0,22 °C | | | |
| 100 °C à 600 °C | 0,53 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un four avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0021 | | | |

■ Valeurs ponctuelles

ETALONNAGE PAR COMPARAISON A UN ETALON DE REFERENCE DANS DES BAINS, ENCEINTES OU FOURS

| TEMPERATURE - Chaîne de mesure de température | | | | | | |
|---|-------------|--|---------------------|--|-----------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
| Chaîne de mesure de température HORS association avec un thermocouple | Température | 0 °C ■ | 0,04 °C | Méthode directe dans un bain de glace fondante | PCTE-CAN-0007 | En laboratoire |
| | | -80 °C à 20 °C | 0,19 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0025 | |
| | | -65 °C à 20 °C | 0,14 °C | | PCTE-CAN-0015 | |
| | | -55 °C à 50 °C | 0,08 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0005 | |
| | | 10 °C à 90 °C | 0,15 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté à eau | PCTE-CAN-0024 | |
| | | 80 °C à 110 °C | 0,31 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0017 | |
| | | 110 °C à 200 °C | 0,32 °C | | | |
| | | 50 °C à 110 °C | 0,12 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0006 | |
| | | 110 °C à 220 °C | 0,16 °C | | | |
| | | 220 °C à 260 °C | 0,20 °C | | | |
| 100 °C à 600 °C | 0,50 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un four avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0021 | | | |

■ Valeurs ponctuelles

ETALONNAGE PAR COMPARAISON A UN ETALON DE REFERENCE DANS DES BAINS, ENCEINTES OU FOURS

| TEMPERATURE - Thermocouple | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--|-----------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
| Couple thermoélectrique (hors type S) | Température | 0 °C ■ | 0,42 °C | Méthode directe dans un bain de glace fondante | PCTE-CAN-0007 | En laboratoire |
| | | -80 °C à 0 °C | 0,49 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0025 | |
| | | 0 °C à 20 °C | 0,49 °C | | | |
| | | -65 °C à 20 °C | 0,70 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0015 | |
| | | -55 °C à 50 °C | 0,42 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0005 | |
| | | 10 °C à 90 °C | 0,5 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté à eau | PCTE-CAN-0024 | |
| | | 80 °C à 110 °C | 0,67 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0017 | |
| | | 110 °C à 200 °C | | | | |
| | | 50 °C à 110 °C | 0,60 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0006 | |
| | | 110 °C à 220 °C | 0,61 °C | | | |
| | | 220 °C à 260 °C | 0,62 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0021 | |
| | | 100 °C à 600 °C | 0,65 °C | | | |
| | | 150 °C à 350 °C | 1,3 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un four horizontal 250 mm | PCTE-CAN-0003 | |
| | | 350 °C à 500 °C | 1,8 °C | Comparaison à une Sonde S étalon avec canne de compensation + Multimètre dans un four 520 mm | PCTE-CAN-0004 | |
| | 500 °C à 600 °C | 3,6 °C | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

ETALONNAGE PAR COMPARAISON A UN ETALON DE REFERENCE DANS DES BAINS, ENCEINTE OU FOURS

| TEMPERATURE - Thermocouple | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|--|-----------------------------|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
| Couple thermoélectrique (type S) | Température | 0 °C ■ | 1,1 °C | Méthode directe dans un bain de glace fondante | PCTE-CAN-0007 | En laboratoire |
| | | -80 °C à 0 °C | 1,5 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0025 | |
| | | 0 °C à 20 °C | 1,1 °C | | | |
| | | -65 °C à 20 °C | 2,3 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0015 | |
| | | -55 °C à 50 °C | 1,4 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0005 | |
| | | 10 °C à 90 °C | 1,1 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté à eau | PCTE-CAN-0024 | |
| | | 80 °C à 110 °C | 1,5 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0017 | |
| | | 110 °C à 200 °C | | | | |
| | | 50 °C à 110 °C | 1,5 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0006 | |
| | | 110 °C à 220 °C | | | | |
| | | 220 °C à 260 °C | | | | |
| | | 100 °C à 600 °C | 1,2 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0021 | |
| | | 150 °C à 350 °C | 1,8 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un four horizontal 250 mm | PCTE-CAN-0003 | |
| | | 350 °C à 500 °C | 2,0 °C | Comparaison à une Sonde S étalon avec canne de compensation + Multimètre dans un four 520 mm | PCTE-CAN-0004 | |
| 500 °C à 600 °C | 3,7 °C | | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

ETALONNAGE PAR COMPARAISON A UN ETALON DE REFERENCE DANS DES BAINS, ENCEINTE OU FOURS

| TEMPERATURE - Chaîne de mesure de température et autre thermomètre | | | | | | |
|--|-------------|--|------------------------|---|--------------------------------|------------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure / Domaine de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
| Chaîne de mesure de température (associée AVEC un thermocouple) | Température | 0 °C ■ | 0,13 °C | Méthode directe dans un bain de glace fondante | PCTE-CAN-0007 | En laboratoire |
| | | -80 °C à 20 °C | 0,22 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0025 | |
| | | -65 °C à 20 °C | 0,32 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0015 | |
| | | -55 °C à 50 °C | 0,16 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0005 | |
| | | 10 °C à 90 °C | 0,15 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté à eau | PCTE-CAN-0024 | |
| | | 80 °C à 110 °C | 0,42 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un bain thermostaté | PCTE-CAN-0017 | |
| | | 110 °C à 200 °C | 0,43 °C | | | |
| | | 50 °C à 110 °C | 0,31 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans une enceinte thermostatique avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0006 | |
| | | 110 °C à 220 °C | 0,33 °C | | | |
| | | 220°C à 260 °C | 0,35 °C | | | |
| | | 100 °C à 600 °C | 0,50 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un four avec bloc d'égalisation | PCTE-CAN-0021 | |
| | | 150 °C à 350 °C | 1,2 °C | Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un four horizontal 250 mm | PCTE-CAN-0003 | |
| | | 350 °C à 500 °C | 1,8 °C | Comparaison à une Sonde S étalon avec canne de compensation + Multimètre dans un four 520 mm | PCTE-CAN-0004 | |
| 500 °C à 600 °C | 3,6 °C | | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

ETALONNAGE PAR COMPARAISON A UN ETALON DE REFERENCE DANS L'AIR

| TEMPERATURE | | | | | | |
|---|-------------|-------------------|---------------------|---|-----------------------------|---------------------|
| Chaîne de mesure de température et autre thermomètre | | | | | | |
| Thermocouple | | | | | | |
| Thermomètre à résistance | | | | | | |
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Référence de la méthode (*) | Lieu de réalisation |
| Sonde à résistance | Température | 5 °C à 50 °C | 0,48 °C | Etalonnage par comparaison à une chaîne de mesure étalon* et un générateur d'humidité | PCTE-CAN-0022 | En laboratoire |
| Chaîne de mesure de température (hors association avec un thermocouple) | | | 0,48 °C | | | |
| Couple thermoélectrique (hors type S) | | | 0,63 °C | | | |
| Couple thermoélectrique (type S) | | | 1,8 °C | | | |
| Chaîne de mesure de température (associée AVEC un thermocouple hors type S) | | | 0,49 °C | | | |
| Chaîne de mesure de température (associée AVEC un thermocouple type S) | | | 0,48 °C | | | |

* La chaîne de mesure associe le capteur et l'indicateur numérique.

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

Domaine Temps-Fréquence en laboratoire

L'exactitude de la fréquence de référence est connue à $\pm 6,1 \times 10^{-12}$ (Horloge à rubidium raccordée à UTC(OP) par le LTFB via GPS)

| TEMPS-FREQUENCE / Fréquence particulière | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Oscillateurs à quartz, Horloges atomiques, Pilotes de référence | Fréquence | / | 1 MHz ■ | $7,8 \times 10^{-12}$ | Méthode de comparaison de fréquence | Horloge de référence raccordée à UTC(OP), détecteur d'écart de fréquence | PCTF-CAN-0002 PCTF-CAN-0007 | Laboratoire |
| | | | 2 MHz ■ | $7,8 \times 10^{-12}$ | | | | |
| | | | 2,5 MHz ■ | $7,8 \times 10^{-12}$ | | | | |
| | | | 5 MHz ■ | $6,8 \times 10^{-12}$ | | | | |
| | | | 10 MHz ■ | $6,8 \times 10^{-12}$ | | | | |

■ Valeurs ponctuelles

Temps de porte de comptage du compteur : 10 s

TEMPS-FREQUENCE / Fréquence quelconque

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude Elargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
|---|---|-----------------------|--|---|---|---|-------------------------|---------------------|
| Oscillateurs Générateurs- synthétiseurs | Fréquence | / | $1 \text{ MHz} \leq f < 5 \text{ MHz}$ | $3,2 \times 10^{-3}$ à $6,4 \times 10^{-4}$ | Méthode de comparaison de fréquence | Horloge de référence raccordée à UTC(OP), compteur réciproque | PCTF-CAN- 0002 | Laboratoire |
| | | | $5 \text{ MHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$ | $6,4 \times 10^{-4}$ à $3,2 \times 10^{-4}$ | | | | |
| | | | $10 \text{ MHz} \leq f < 50 \text{ MHz}$ | $3,2 \times 10^{-4}$ à $6,4 \times 10^{-5}$ | | | | |
| | | | $50 \text{ MHz} \leq f < 100 \text{ MHz}$ | $6,4 \times 10^{-5}$ à $3,2 \times 10^{-5}$ | | | | |
| | | | $100 \text{ MHz} \leq f < 500 \text{ MHz}$ | $3,2 \times 10^{-5}$ à $6,4 \times 10^{-6}$ | | | | |
| | | | $500 \text{ MHz} \leq f < 1 \text{ Hz}$ | $6,4 \times 10^{-6}$ à $3,2 \times 10^{-6}$ | | | | |
| | | | $1 \text{ Hz} \leq f < 5 \text{ Hz}$ | $3,2 \times 10^{-6}$ à $6,4 \times 10^{-7}$ | | | | |
| | | | $5 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$ | $6,4 \times 10^{-7}$ à $3,2 \times 10^{-7}$ | | | | |
| | | | $10 \text{ Hz} \leq f < 50 \text{ Hz}$ | $3,2 \times 10^{-7}$ à $6,4 \times 10^{-8}$ | | | | |
| | | | $50 \text{ Hz} \leq f < 100 \text{ Hz}$ | $6,4 \times 10^{-8}$ à $3,2 \times 10^{-8}$ | | | | |
| | | | $100 \text{ Hz} \leq f < 500 \text{ Hz}$ | $3,2 \times 10^{-8}$ à $6,4 \times 10^{-9}$ | | | | |
| | | | $500 \text{ Hz} \leq f < 1 \text{ kHz}$ | $6,4 \times 10^{-9}$ à $3,2 \times 10^{-9}$ | | | | |
| | | | $1 \text{ kHz} \leq f < 5 \text{ kHz}$ | $3,2 \times 10^{-9}$ à $6,4 \times 10^{-10}$ | | | | |
| | | | $5 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ kHz}$ | $6,4 \times 10^{-10}$ à $3,2 \times 10^{-10}$ | | | | |
| | | | $10 \text{ kHz} \leq f < 50 \text{ kHz}$ | $3,2 \times 10^{-10}$ à $6,5 \times 10^{-11}$ | | | | |
| | | | $50 \text{ kHz} \leq f < 100 \text{ kHz}$ | $6,5 \times 10^{-11}$ à $3,4 \times 10^{-11}$ | | | | |
| | | | $100 \text{ kHz} \leq f < 500 \text{ kHz}$ | $3,4 \times 10^{-11}$ à $9,8 \times 10^{-12}$ | | | | |
| | | | $500 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$ | $9,8 \times 10^{-12}$ à $1,3 \times 10^{-11}$ | | | | |
| | | | $1 \text{ MHz} \leq f < 5 \text{ MHz}$ | $1,3 \times 10^{-11}$ à $7,5 \times 10^{-12}$ | | | | |
| | | | $5 \text{ MHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$ | $7,5 \times 10^{-12}$ à $1,2 \times 10^{-11}$ | | | | |
| $10 \text{ MHz} \leq f < 50 \text{ MHz}$ | $1,2 \times 10^{-11}$ à $7,5 \times 10^{-12}$ | | | | | | | |
| $50 \text{ MHz} \leq f < 100 \text{ MHz}$ | $7,5 \times 10^{-12}$ à $1,2 \times 10^{-11}$ | | | | | | | |
| $100 \text{ MHz} \leq f < 500 \text{ MHz}$ | $1,2 \times 10^{-11}$ à $7,5 \times 10^{-12}$ | | | | | | | |

Notes : Incertitudes relatives par rapport à UTC(OP).

Ces incertitudes sont obtenues pour un rapport signal / bruit supérieur à 40 dB.

Temps de porte de comptage du compteur réciproque : 1 000 s

Le laboratoire peut générer des fréquences dans les domaines de fréquence présentés ci-dessus.

| TEMPS-FREQUENCE / Fréquence quelconque | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|-------------------------------------|--|-------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Oscillateurs Générateurs-synthétiseurs | Fréquence | / | 500 MHz à 1 GHz | $1,5 \times 10^{-9}$ à $7,4 \times 10^{-10}$ | Méthode de comparaison de fréquence | Horloge de référence raccordée à UTC(OP), détecteur d'écart de fréquence, compteurs RF | PCTF-CAN-0002 | Laboratoire |
| | | | 1 GHz à 10 GHz | $7,4 \times 10^{-10}$ à $7,5 \times 10^{-11}$ | | | | |
| | | | 10 GHz à 26,5 GHz | $7,5 \times 10^{-11}$ à $3,0 \times 10^{-11}$ | | | | |
| | | | 26,5 GHz à 38 GHz | $3,0 \times 10^{-11}$ à $2,2 \times 10^{-11}$ | | | | |
| | | | 38 GHz à 50 GHz | $2,2 \times 10^{-11}$ à $1,8 \times 10^{-11}$ | | | | |

Notes : Incertitudes relatives par rapport à UTC(OP).
Temps de porte de comptage des compteurs RF : 1 s

Le laboratoire peut générer des fréquences dans les domaines de fréquence présentés ci-dessus.

| TEMPS-FREQUENCE / Vitesse de rotation | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|--|---|-------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| Tachymètres optiques | Vitesse de rotation | / | 6 tr/min à 120 000 tr/min | $2,1 \times 10^{-2}$ tr/min | Comparaison entre la vitesse mesurée par le tachymètre et la fréquence d'un synthétiseur piloté par la référence | Horloge de référence raccordée à UTC(OP), générateur BF | PCTF-CAN-0003 | Laboratoire |

Remarque : Les incertitudes sont dégradées en fonction de la résolution et de la qualité métrologique des tachymètres à étalonner.

Domaine Temps-Fréquence sur site client

L'exactitude de la fréquence de référence utilisée sur site est connue à $\pm 5,1 \times 10^{-9}$ (horloge de référence du laboratoire permanent raccordée à UTC(OP) par le LTFB via un récepteur GPS).

Température ambiante : 18 à 28 °C / Humidité ambiante : < 80 % HR / Alimentation électrique : 216 V > Tension < 253 V

| TEMPS-FREQUENCE / Fréquence | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------|---|---|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Domaine d'application | Etendue de mesure | Incertitude élargie | | Principe de la méthode | Principaux moyens utilisés | Référence de la méthode | Lieu de réalisation |
| | | | | Temps de porte de 1 s | Temps de porte de 10 s | | | | |
| Générateur Oscillateur Fréquence | Fréquence | 0,1 Hz à 1,1 GHz | 0,1 Hz à 1 Hz | --- | $4,5 \times 10^{-3}$ à $4,5 \times 10^{-4}$ | Mesure directe | Compteur, horloge de référence | PCTF-CAN-0010 PCTF-CAN-0011 | Site client |
| | | | 1 Hz à 10 Hz | $4,5 \times 10^{-3}$ à $4,5 \times 10^{-4}$ | $4,5 \times 10^{-4}$ à $4,5 \times 10^{-5}$ | | | | |
| | | | 10 Hz à 100 Hz | $4,5 \times 10^{-4}$ à $4,5 \times 10^{-5}$ | $4,5 \times 10^{-5}$ à $4,5 \times 10^{-6}$ | | | | |
| | | | 100 Hz à 1 kHz | $4,5 \times 10^{-5}$ à $4,5 \times 10^{-6}$ | $4,5 \times 10^{-6}$ à $4,5 \times 10^{-7}$ | | | | |
| | | | 1 kHz à 1,1 GHz | $4,5 \times 10^{-6}$ à $5,1 \times 10^{-9}$ | $4,5 \times 10^{-7}$ à $5,2 \times 10^{-9}$ | | | | |

Notes : (*) Incertitudes relatives par rapport à la fréquence de référence : fréquence de l'échelle de temps UTC(OP)
Le laboratoire peut générer des fréquences dans les domaines de fréquences présentés ci-dessus sur site « client ».

Portée flexible FLEX2 : Le laboratoire peut employer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur et la même valeur ou étendue de mesure. Cependant, le laboratoire ne pourra mentionner des incertitudes meilleures que celles figurant dans sa portée d'accréditation. La liste des méthodes équivalentes employées est tenue à jour par le laboratoire.

Site : Agence de Vendôme - PARC TECHNOLOGIQUE BOIS DE L'ORATOIRE - RUE DE MONS - 41100 VENDOME

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| FORCE ET COUPLE / Couple | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--|-------------------------------|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Instrument de mesure de couple | Moment d'une force (couple) | 0,1 à 5 N · m | $0,00050 \text{ N} \cdot \text{m} + 5,0 \times 10^{-4} \times C$ | Méthode interne PCCO-VEN-0001 | Sens horaire et antihoraire Couple engendré par un banc à masses suspendues et bras de levier | En laboratoire |
| | | 1 à 50 N · m | $0,0050 \text{ N} \cdot \text{m} + 8,0 \times 10^{-4} \times C$ | | | |
| | | 5 à 100 N · m | $0,0060 \text{ N} \cdot \text{m} + 1,0 \times 10^{-3} \times C$ | | | |
| | | 10 à 1 000 N · m | $0,010 \text{ N} \cdot \text{m} + 2,0 \times 10^{-3} \times C$ | | | |
| | | 5 à 1 500 N · m | $0,015 \text{ N} \cdot \text{m} + 2,0 \times 10^{-4} \times C$ | | | |

| FORCE ET COUPLE / Outils dynamométriques | | | | | | |
|--|--|-------------------|---------------------|--------------------------|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Outils dynamométriques à commande manuelle | Moment d'une force (couple) mesuré ou seuil de déclenchement | 0,2 à 1 000 N · m | $0,010 \times C$ | Méthode interne PVF-0036 | Sens horaire et antihoraire Comparaison à des couplemètres de référence | En laboratoire |

C = couple appliqué en N · m

Les incertitudes élargies correspondent aux aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) du laboratoire pour une probabilité de couverture de 95%.

| MASSE ET VOLUME/MASSE/MASSE ETALON | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|---|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Masse Poids | Masse conventionnelle | 1 mg ■ | 6,0 µg | PCM-VEN-0001 | Masses de travail du laboratoire Comparateurs de portée 2 g avec une résolution de 0,1 µg 3 comparaisons par double substitution EMME | En laboratoire |
| | | 2 mg ■ | 6,0 µg | | | |
| | | 5 mg ■ | 6,0 µg | | | |
| | | 10 mg ■ | 7,0 µg | | | |
| | | 20 mg ■ | 8,0 µg | | | |
| | | 50 mg ■ | 10,0 µg | | | |
| | | 100 mg ■ | 15,0 µg | | | |
| | | 200 mg ■ | 18,0 µg | | | |
| | | 500 mg ■ | 25,0 µg | | | |
| | | 1 g ■ | 25,0 µg | | Masses de travail du laboratoire Comparateurs de portée 100 g avec une résolution de 1 µg 3 comparaisons par double substitution EMME | |
| | | 2 g ■ | 30,0 µg | | | |
| | | 5 g ■ | 50,0 µg | | | |
| | | 10 g ■ | 60,0 µg | | | |
| | | 20 g ■ | 80,0 µg | | | |
| | | 50 g ■ | 90,0 µg | | | |
| | | 100 g ■ | 150,0 µg | | | |
| | | 100 g ■ | 150,0 µg | | | |
| | | 200 g ■ | 300,0 µg | | | |
| 500 g ■ | 0,8 mg | | | | | |
| 1 kg ■ | 1,5 mg | | | | | |

| MASSE ET VOLUME/MASSE/MASSE ETALON | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|--|---------------------|
| Objet | Mesurande | Etendue de mesure | Incertitude élargie | Référence de la méthode | Remarques | Lieu de réalisation |
| Masses Poids | Masse conventionnelle | 2 kg ■ | 3,0 mg | PCM-VEN-0001 | Masses de travail du laboratoire Comparteurs de portée 2 kg avec une résolution de 0,01 mg 3 comparaisons par double substitution EMME | En laboratoire |
| | | 5 kg ■ | 8,0 mg | | Masses de travail du laboratoire Comparteurs de portée 5 kg avec une résolution de 0,1 mg 3 comparaisons par double substitution EMME | |
| | | 10 kg ■ | 15,0 mg | | Masses de travail du laboratoire Comparteurs de portée 20kg avec une résolution de 1 mg 3 comparaisons par double substitution EMME | |
| | | 20 kg ■ | 30,0 mg | | | |

■ valeur ponctuelle

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres à bouts | | | | | | | |
|---|---|--|--|-------------------------------|--|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Cale étalon à bouts plans parallèles</u> en acier | Longueur au centre Ecart de longueur Variation de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,14 \mu\text{m} + 2,3 \times 10^{-6} \times L$ 0,12 μm | $0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0060 | Comparateur de cales étalons Cales étalons de référence | En labo |
| | Longueur au centre Ecart de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,95 \mu\text{m} + 2,5 \times 10^{-6} \times L$ | $100 \text{ mm} < L \leq 275 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0080 | Banc de mesure unidirectionnel Cale étalon de référence | |
| | Longueur au centre Ecart de longueur <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,4 \mu\text{m} + 2,4 \times 10^{-6} \times L$ | $275 \text{ mm} < L \leq 1\ 000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0080 | Banc de mesure unidirectionnel Cale étalon de référence Interféromètre laser | |
| Cale de section non normalisée ou de cote non standard en acier | Longueur au centre <i>NF EN ISO 3650 (03/1999)</i> | $0,9 \mu\text{m} + 1,2 \times 10^{-6} \times L$ | $0,1 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0080 | Banc de mesure unidirectionnel Cales étalons de référence | En labo |
| <u>Broche à bouts plans parallèles étalon</u> en acier | Longueur au centre | $1,2 \mu\text{m} + 1,7 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 275 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Cales étalons de référence | En labo |
| | | $0,8 \mu\text{m} + 1,8 \times 10^{-6} \times L$ | $275 \text{ mm} \leq L \leq 1\ 000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Cales étalons de référence Interféromètre laser | |
| <u>Broche à bouts sphériques</u> en acier | Longueur <i>NF E 11-015 (12/2019)</i> | $1,3 \mu\text{m} + 1,5 \times 10^{-6} \times L$ | $25 \text{ mm} \leq L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-015 (12/2019) Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Sphère | En labo |
| | | $0,8 \mu\text{m} + 1,8 \times 10^{-6} \times L$ | $300 \text{ mm} \leq L \leq 1\ 000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | NF E 11-015 (12/2019) Procédure PVF-0052 | Banc de mesure unidirectionnel Sphère Interféromètre laser | |

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres matérialisant un diamètre | | | | | | | |
|--|---|---|--|--------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Pige cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre repéré Variation de diamètre NF E 11-017 (12/1996) | 0,9 µm 0,4 µm | $0,1 \text{ mm} \leq D \leq 20 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-017 (12/1996) Procédure PVF-0066 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence | En labo |
| <u>Tampon cylindrique</u> <u>lisse</u> en acier | Diamètre local Variation de diamètre NF E 11-011 (08/2020) | 0,9 µm 0,4 µm | $0,1 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédures PVF-0069 et PVF-0070 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence | En labo |
| | Diamètre local Variation de diamètre NF E 11-011 (08/2020) | $0,95 \text{ µm} + 2,3 \times 10^{-6} \times D$ $0,5 \text{ µm} + 2,3 \times 10^{-6} \times D$ | $10 \text{ mm} < D \leq 300 \text{ mm}$ | | | | |

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres matérialisant un diamètre (suite) | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|---------------------|--|---------------------------------|--|---------------------|--|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation | |
| <u>Bague cylindrique lisse</u> en acier | Diamètre local <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 1,4 µm | 1 mm ≤ D ≤ 10 mm | Comparaison mécanique avec palpeur oscillant | Procédures PVF-0067 et PVF-0068 | Banc de mesure unidirectionnel Bagues lisses étalons de référence | En labo | |
| | Diamètre global <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 1,4 µm | | | | | | |
| | Cylindricité par mesurage des variations diamétrales <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 0,5 µm | | | | | | |
| | Diamètre local <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 1 µm + 2,5 × 10 ⁻⁶ × D | 10 mm ≤ D ≤ 200 mm | Comparaison mécanique avec palpeur coudé | | | | |
| | Diamètre global <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 1 µm + 2,5 × 10 ⁻⁶ × D | | | | | | |
| | Cylindricité par mesurage des variations diamétrales <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 0,4 µm | | | | | | |
| | Diamètre local <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 1,4 µm + 1 × 10 ⁻⁶ × D | 200 mm ≤ D ≤ 300 mm | Comparaison interférométrique avec palpeur coudé | | | | Banc de mesure unidirectionnel Bagues lisses étalons de référence Interféromètre laser |
| | Diamètre global <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 1,4 µm + 1 × 10 ⁻⁶ × D | | | | | | |
| Cylindricité par mesurage des variations diamétrales <i>NF E 11-011 (08/2020)</i> | 0,6 µm | | | | | | | |

| DIMENSIONNEL / Etalons ou calibres filetés | | | | | | | |
|--|--|---------------------|---|------------------------|---|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| Tampon fileté cylindrique Profil triangulaire symétrique $\alpha = 60^\circ$ | Diamètre sur flancs simple <i>XP E 03-110 (12/2003)</i> | 2,3 μm | $1 \text{ mm} \leq D \leq 200 \text{ mm}$ $0,3 \text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 6 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0072 | Banc de mesure unidirectionnel Tampons lisses étalons de référence Jeux de 3 piges cylindriques lisses | En labo |
| Bague filetée cylindrique Profil triangulaire symétrique $\alpha = 60^\circ$ | Diamètre sur flancs simple <i>XP E 03-110 (12/2003)</i> | 2,5 μm | $3 \text{ mm} \leq D \leq 150 \text{ mm}$ $0,5 \text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 2,5 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0071 | Banc de mesure unidirectionnel Cylindres à rainures $\alpha = 60^\circ$ | En labo |

α : angle du triangle générateur

| DIMENSIONNEL / Etalons à traits | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| Règle graduée ou gravée Réglet | Erreur d'indication | $50 \mu\text{m} + 5 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 2 \text{ m}$ | Comparaison interférométrique | Procédure PCDI-VEN-0001 | Interféromètre laser Banc de mesure de 20 m | En labo |
| Ruban gradué ou gravé Mètre ruban Décamètre Double décimètre | Erreur d'indication | $150 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 20 \text{ m}$ | Comparaison interférométrique | Procédure PCDI-VEN-0001 | Interféromètre laser Banc de mesure de 20 m | En labo |

| DIMENSIONNEL / Instruments de mesure de longueurs | | | | | | | |
|--|---|---|-------------------------|-------------------------------|--|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Distancemètre</u> $q = 0,1 \text{ mm}$ | Erreur d'indication | $0,4 \text{ mm} + 5 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 20 \text{ m}$ | Comparaison interférométrique | Procédure PCDI-VEN-0002 | Interféromètre laser Banc de mesure de 20 m | En labo |
| <u>Distancemètre</u> $q = 1 \text{ mm}$ | | 1,3 mm | | | | | |
| <u>Colonne de mesure à palpeur non mesurant</u> $q = 1 \text{ }\mu\text{m}$ | Erreur d'indication | $5 \text{ }\mu\text{m} + 7 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 600 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | Procédure PVF-0046 | Marbre de référence Etalons à gradins | En labo |
| <u>Comparateur électronique</u> $q = 0,1 \text{ }\mu\text{m}$ | Erreur de justesse Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-068 (12/1992)</i> <i>Norme annulée</i> | $1 \text{ }\mu\text{m} + 4 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 100 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-068 (12/1992) Norme annulée Procédure PVF-0054 | Banc de mesure unidirectionnel | En labo |
| <u>Comparateur électronique</u> $q = 1 \text{ }\mu\text{m}$ | | $1,5 \text{ }\mu\text{m} + 3 \times 10^{-6} \times L$ | | | | | |

q : pas de quantification

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables | | | | | | | |
|---|--|---|----------------------------|------------------------|---|---|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Pied à coulisse</u> $q = 10, 20$ et $50 \mu\text{m}$ | <p>Mesurages d'extérieur avec les becs principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur d'indication contact pleine touche - Erreur d'indication contact sur surface limitée - Erreur d'indication de contact linéaire - Erreur de fidélité <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs couteaux - Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux <p><i>NF E 11-091 (03/2013)</i></p> | $10 \mu\text{m} + q + 15 \times 10^{-6} \times L$ $10 \mu\text{m} + q + 15 \times 10^{-6} \times L$ $12 \mu\text{m} + q$ - $12 \mu\text{m} + q$ $12 \mu\text{m} + q$ | $L \leq 1\,000 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-091 (03/2013) Procédure PVF-0029 | Cales étalons de travail Bagues lisses étalons | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à coulisseau</u> $q = 10$ et $20 \mu\text{m}$ | <p>Erreur de contact sur surface limitée</p> <p>Erreur de fidélité</p> <p>Effet de blocage du coulisseau</p> <p><i>NF E 11-096 (10/2013)</i></p> | $14 \mu\text{m} + q + 12 \times 10^{-6} \times L$ - $2 \mu\text{m} + q$ | $L \leq 500 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-096 (10/2013) Procédure PVF-0030 | Cales étalons de travail Marbre de référence | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à vis micrométrique</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | <p>Erreur d'indication</p> <p>Erreur d'indication avec les rallonges</p> <p><i>NF E 11-097 (02/1998)</i></p> | $3 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NFE 11-097 (02/1998) Procédure PVF-0041 | Cales étalons de travail Marbre de référence | En labo |
| <u>Jauge de profondeur à vis micrométrique</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | | $6 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ | | | | | |

q : pas de quantification

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite) | | | | | | | |
|---|--|---|--|-------------------------------|---|--|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Micromètre d'intérieur à 2 touches dit « jauge micrométrique »</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication Erreur d'indication avec les rallonges <i>XP E 11-098 (12/2000)</i> <i>Norme annulée ou NF E 11-098-2 (04/2019)</i> | $5 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ | $L \leq 300 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | XP E 11-098 (12/2000) Norme annulée ou NF E 11-098-2 (04/2019) Procédure PVF-0055 | Banc de mesure unidirectionnel Sphère | En labo |
| | | $5 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ | $300 \text{ mm} \leq L \leq 3\,000 \text{ mm}$ | Comparaison interférométrique | XP E 11-098 (12/2000) Norme annulée ou NF E 11-098-2 (04/2019) Procédure PVF-0055 | Banc de mesure unidirectionnel Sphère Interféromètre laser | |
| <u>Micromètre d'intérieur à 2 ou 3 touches dit « alésomètre »</u> $q = 1 \text{ et } 2 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication <i>NF E 11-099 (12/1993)</i> | $3 \mu\text{m} + q + 10 \times 10^{-6} \times L$ | $2 \text{ mm} \leq L \leq 200 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-099 (12/1993) Procédure PVF-0033 | Bagues lisses étalons de travail | En labo |
| <u>Micromètre d'intérieur à 2 ou 3 touches dit « alésomètre »</u> $q = 5 \text{ et } 10 \mu\text{m}$ | | $5 \mu\text{m} + 10 \times 10^{-6} \times L$ | | | | | |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface * Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $2 \mu\text{m} + 12 \times 10^{-6} \times L$ $2 \mu\text{m} + 12 \times 10^{-6} \times L$ - | $L \leq 500 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-095 (10/2013) Procédure PVF-0031 | Cales étalons de travail | En labo |
| <u>Micromètre d'extérieur à vis « standard »</u> $q = 2 \text{ et } 10 \mu\text{m}$ | Erreur de contact pleine touche Erreur de contact partiel d'une surface * Erreur de fidélité <i>NF E 11-095 (10/2013)</i> | $3,2 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ $3,2 \mu\text{m} + 15 \times 10^{-6} \times L$ - | | | | | |

 q : pas de quantification* $L \leq 300 \text{ mm}$

| DIMENSIONNEL / Instruments manuels à cotes variables (Suite) | | | | | | | |
|--|---|--|------------------------|------------------------|---|-------------------------------|---------------------|
| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> $q = 1$ et $2 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-053 (10/2013)</i> | $3 \mu\text{m}$ $3 \mu\text{m}$ $3 \mu\text{m}$ - | $L \leq 3 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-053 (10/2013) Procédure PVF-0040 | Banc de mesure de comparateur | En labo |
| <u>Comparateur à levier mécanique</u> $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-053 (10/2013)</i> | $4 \mu\text{m}$ $4 \mu\text{m}$ $4 \mu\text{m}$ - | | | | | |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | $2,5 \mu\text{m}$ $2,5 \mu\text{m}$ $2,5 \mu\text{m}$ - | $L \leq 1 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-057 (04/2016) Procédure PVF-0034 | Banc de mesure de comparateur | En labo |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 2 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | $3,7 \mu\text{m}$ $3,7 \mu\text{m}$ $2,5 \mu\text{m}$ - | $L \leq 10 \text{ mm}$ | | | | |
| <u>Comparateur mécanique à cadran</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-057 (04/2016)</i> | $7,0 \mu\text{m}$ $7,0 \mu\text{m}$ $4,0 \mu\text{m}$ - | $L \leq 50 \text{ mm}$ | | | | |
| <u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E 11-056 (04/2016)</i> | $5 \mu\text{m}$ - | $L \leq 50 \text{ mm}$ | Comparaison mécanique | NF E 11-056 (04/2016) Procédure PVF-0039 | Banc de mesure de comparateur | En labo |
| <u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 10 \mu\text{m}$ | Erreur d'indication totale Erreur de fidélité <i>NF E 11-056 (04/2016)</i> | $14,5 \mu\text{m}$ - | | | | | |

q : pas de quantification

DIMENSIONNEL / Etalons de circularité

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|--|---|---------------------|---|------------------------|---------------------------------|---|---------------------|
| <u>Bague et tampon cylindriques lisses</u> | Ecart de circularité (E_c) NF E 10-103 (06/1988) | 0,5 μm | $2 \text{ mm} \leq D \leq 300 \text{ mm}$ $0 \mu\text{m} \leq E_c \leq 15 \mu\text{m}$ | Comparaison mécanique | Procédures PVF-0068 et PVF-0070 | Mesureur Taylor Hobson Sphères, étalons méplatés | En labo |

DIMENSIONNEL / Etalons d'états de surface

| Objet | Caractéristique mesurée ou recherchée | Incertitude élargie | Etendue de mesure | Principe de la méthode | Référence de la méthode | Principaux moyens utilisés | Lieu de réalisation |
|---|---------------------------------------|--------------------------|--|--|--|---|---------------------|
| <u>Etalon d'état de surface</u> Types B2, C1, C2, C3, D NF EN ISO 5436-1 (08/2000) | Ra NF EN ISO 4287 (12/1998) | 0,05 μm + 3 % | $0,3 \mu\text{m} \leq R_a \leq 5 \mu\text{m}$ | Comparaison mécanique Mesures bidimensionnelles par profilométrie | NF EN ISO 4287 (12/1998) Procédure PVF-0090 | Mesureur de rugosité Etalons de rugosité | En labo |
| | Rt NF EN ISO 4287 (12/1998) | 0,1 μm + 5 % | $2 \mu\text{m} \leq R_t \leq 15 \mu\text{m}$ | | | | |
| | Rz NF EN ISO 4287 (12/1998) | 0,1 μm + 5 % | $1,5 \mu\text{m} \leq R_z \leq 15 \mu\text{m}$ | | | | |

Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les étalonnages en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Pour les méthodes internes, les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.

Les incertitudes élargies correspondent aux aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) du laboratoire pour une probabilité de couverture de 95 %.

Accréditation rendue obligatoire dans le cadre réglementaire français précisé par le texte cité en référence dans le document Cofrac LAB INF 99 disponible sur www.cofrac.fr

Date de prise d'effet : **01/05/2023** Date de fin de validité : **30/09/2025**

Cette annexe technique peut faire l'objet de modifications de la part du Cofrac et dans cette hypothèse, la nouvelle annexe technique annule et remplace toute annexe technique précédemment émise.

Comité Français d'Accréditation - 52, rue Jacques Hillairet 75012 PARIS

Tél. : +33 (0)1 44 68 82 20 – Fax : 33 (0)1 44 68 82 21 Siret : 397 879 487 00031

www.cofrac.fr