

# Trescal

24 - 26 Rue de Villeneuve  
94150 Rungis

TRESCAL AGENCE DE ROISSY  
Parc des Lumières (Bât A), Paris Nord 2  
294/296 avenue du Bois de la Pie  
95974 ROISSY CHARLES DE GAULLE  
Tel. : 0148631818  
Fax :

Notre référence (Our reference) : FR005-RSY-JI-24091600.1 / 2339285

**SN CERAP**  
22 rue des Forges  
36100 LES BORDES  
Tél. : 02 54 49 78 32  
mail : [contact@cerap-sas.fr](mailto:contact@cerap-sas.fr)  
SIRET 424 895 072 00010 - APE 2712Z



Accréditation n° 2-7148  
Portée disponible sur  
[www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)

**SOCIETE NOUVELLE CERAP - Les Bordes**  
22 rue des Forges

36100 Les Bordes

## CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

N° FR250316498

Date d'étalonnage (Calibration Date): 16/01/2025

Désignation (Designation) : Indicateur de température

Marque (Manufacturer) : JUMO

N° de série (Serial number) : /

Modèle (Model) : di308

Identification client (Customer ID) : A0312

### 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) : 17/01/2025

Technicien  
Sauvaget Olivier

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](http://trescal.com)

**ANNEXE DU CERTIFICAT D'ETALONNAGE N° FR250316498****I / PROGRAMME DE L'ÉTALONNAGE**

Le programme d'étalonnage de l'appareil est le suivant :

<b>Fonction étalonnée</b>	<b>Calibre</b>
Mesure de températures par thermocouples	S

**II / METHODE D'ETONNAGE**

L'instrument est installé dans le laboratoire de métrologie 24 heures avant le début des mesures. Chaque mesure est effectuée après un temps de stabilisation.

**II.2.1 / Mode récepteur: ( Indicateur )**

Thermocouples avec CSF (1) : l'étalonnage est effectué au moyen d'un calibrateur et de câbles de couples étalonnés.

- (1) La correspondance entre la tension sélectionnée et la température est extraite des tables de référence de la norme NF EN60584-1 (mars 2014) : « couples thermoélectriques : tables de référence » et conforme à l'échelle de température EIT90.

**Partie température**

L'étalonnage de cet instrument a été effectué par simulation.

« Pour effectuer une mesure de température, cet instrument devra nécessairement être associé à un capteur de température étalonné.

L'incertitude associée au thermomètre ainsi constitué devra être l'incertitude d'étalonnage de l'indicateur combinée à l'incertitude d'étalonnage du capteur, aux incertitudes dues à sa stabilité, aux conditions d'environnement... »

« L'attention de l'utilisateur est attiré sur le fait que les valeurs des tableaux, exprimées en °C, sont des valeurs en unités d'affichage et ne correspondent pas à une température réellement générées ou mesurée. »

Les conversions tension-température ont été réalisées à partir de la norme européenne EN 60584-1 : mars 2014.

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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](mailto: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](mailto: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](mailto:herve.lopez@trescal.com)**  
**Tél. : 04 13 76 02 26**

**Agence de Châtelleraut**

**ZI  
AV LA NAURAI BACHAUD  
86530 NAINTRE**

DIMENSIONNEL .....	24
Contact : <b>Monsieur Laurent TILLET</b>	
E-mail : <a href="mailto:laurent.tillet@trescal.com">laurent.tillet@trescal.com</a>	

**Agence de Cherbourg**

**LE SEXTANT, PA DES FOURCHES  
RUE DES VINDITS  
50130 CHERBOURG-EN-COTENTIN**

FLUIDES EN ECOULEMENT / DEBIMETRIE GAZEUSE .....	31
Contact : <b>Monsieur Fabrice MOUCHEL</b>	
E-mail : <a href="mailto:fabrice.mouchel@trescal.com">fabrice.mouchel@trescal.com</a>	

FLUIDE EN ECOULEMENT / DEBIMETRIE LIQUIDE .....	33
Contact : <b>Monsieur Jean-Yves BRANTHONNE</b>	
E-mail : <a href="mailto:jean-yves.branthonne@trescal.com">jean-yves.branthonne@trescal.com</a>	

ELECTRICITE MAGNETISME .....	35
Contact : <b>Madame Nathalie ONFROY</b>	
E-mail : <a href="mailto:nathalie.onfroy@trescal.com">nathalie.onfroy@trescal.com</a>	

PRESSION ET VIDE .....	40
Contact : <b>Monsieur Laurent DIGARD</b>	
E-mail : <a href="mailto:laurent.digard@trescal.com">laurent.digard@trescal.com</a>	

TEMPERATURE .....	44
Contact : <b>Monsieur Stéphane BIHEL</b>	
E-mail : <a href="mailto:stephane.bihel@trescal.com">stephane.bihel@trescal.com</a>	

**Agence de Grenoble**

**TRESCAL - Agence de Grenoble  
5 ALL DE BETHLEEM  
38610 GIERES**

PRESSION ET VIDE .....	46
Contact : <b>Monsieur Renaud GUILHOU</b>	
E-mail : <a href="mailto:renaud.guilhou@trescal.com">renaud.guilhou@trescal.com</a>	

**Agence de Lyon**  
**7 RUE DE LOMBARDIE**  
**69800 SAINT-PRIEST**

ELECTRICITE MAGNETISME ..... 51  
 Contact : **Monsieur Christian CROZIER**  
 E-mail : [cristian.crozier@trescal.com](mailto:cristian.crozier@trescal.com)

MASSE ET VOLUME ..... 66  
 TEMPERATURE ..... 67  
 Contact : **Monsieur Philippe CHABERT**  
 E-mail : [philippe.chabert@trescal.com](mailto: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](mailto:manuel.teixeira@trescal.com)

PRESSION ET VIDE ..... 75  
 Contact : **Monsieur Pierre HIRTZMANN**  
 E-mail : [pierre.hirtzmann@trescal.com](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:thierry.siroux@trescal.com)

HYGROMETRIE..... 116

Contact : **Monsieur Fabrice MOUCHEL**

E-mail : [fabrice.mouchel@trescal.com](mailto:fabrice.mouchel@trescal.com)

TEMPERATURE ..... 118

Contact : **Madame Morgane RAOULT**

E-mail : [morgane.raoult@trescal.com](mailto:morgane.raoult@trescal.com)

TEMPS ET FREQUENCE ..... 123

Contact : **Monsieur Thierry SIROUX**

E-mail : [thierry.siroux@trescal.com](mailto: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](mailto:fabien.ridet@trescal.com)

ACOUSTIQUE ET ULTRASONS..... 133

Contact : **Monsieur Régis MILLOTTE**

E-mail : [regis.millotte@trescal.com](mailto:regis.millotte@trescal.com)

FORCE ET COUPLE..... 135

Contact : **Monsieur Fabien RIDET**

E-mail : [fabien.ridet@trescal.com](mailto: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](mailto: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](mailto:michel.samaran@trescal.com)

HYGROMETRIE..... 168  
 Contact : **Monsieur Victor PLA**  
 E-mail : [victor.pla@trescal.com](mailto:victor.pla@trescal.com)

DIMENSIONNEL ..... 172  
 Contact : **Monsieur Mathieu de SEVERAC**  
 E-mail : [mathieudeseverac@trescal.com](mailto:mathieudeseverac@trescal.com)

TEMPERATURE ..... 176  
 Contact : **Monsieur Victor PLA**  
 E-mail : [victor.pla@trescal.com](mailto:victor.pla@trescal.com)

TEMPS ET FREQUENCE ..... 182  
 Contact : **Monsieur Michel SAMARAN**  
 E-mail : [michel.samaran@trescal.com](mailto: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](mailto:bertrand.jacquin@trescal.com)

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

$\alpha$  : 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"> <li>- Erreur d'indication contact pleine touche</li> <li>- Erreur d'indication contact sur surface limitée</li> <li>- Erreur d'indication de contact linéaire</li> <li>- Erreur de fidélité</li> </ul> <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux</li> </ul> <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*

$\alpha$  : 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		

$\alpha$  : 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

$\alpha$  : 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"> <li>- Erreur d'indication contact pleine touche</li> <li>- Erreur d'indication contact sur surface limitée</li> <li>- Erreur d'indication de contact linéaire</li> <li>- Erreur de fidélité</li> </ul> <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs</li> <li>- Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux</li> </ul> <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"> <li>- Erreur d'indication contact pleine touche</li> <li>- Erreur d'indication contact sur surface limitée</li> <li>- Erreur d'indication de contact linéaire</li> <li>- Erreur de fidélité</li> </ul> <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs</li> <li>- Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux</li> </ul> <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 $\mu\text{m}$ 2,5 $\mu\text{m}$ 2,5 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 50 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ 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 E11-057 (04/2016)</i>	3,5 $\mu\text{m}$ 3,5 $\mu\text{m}$ 2,5 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 25 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ 4 $\mu\text{m}$ 4 $\mu\text{m}$ -					

$q$  : 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 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	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 $\mu\text{m}$	$0,1 \text{ mm} \leq D \leq 20 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$	$2 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm}$	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 $60^\circ$	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 $\alpha = 60^\circ$	

 $\alpha$  : 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 $\mu\text{m}$ 1 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 100 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ 2 $\mu\text{m}$ -				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"> <li>- Erreur d'indication contact pleine touche</li> <li>- Erreur d'indication contact sur surface limitée</li> <li>- Erreur d'indication de contact linéaire</li> <li>- Erreur de fidélité</li> </ul> <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs</li> <li>- Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux</li> </ul> <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 $\mu\text{m}$ 2,6 $\mu\text{m}$ 1,6 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 10 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ 3,5 $\mu\text{m}$ 2,5 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 25 \text{ mm}$				
	Erreur de mesure totale Erreur de mesure locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E11-057 (04/2016)</i>	5 $\mu\text{m}$ 5 $\mu\text{m}$ 3,5 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 100 \text{ mm}$				

 $q$  : 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 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 100 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ -					
<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>	3,5 $\mu\text{m}$ 3,5 $\mu\text{m}$ 2 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 3,5 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ 4 $\mu\text{m}$ 3 $\mu\text{m}$ -					
<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 $\mu\text{m}$ 3 $\mu\text{m}$ 3 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 0,8 \text{ mm}$				

$q$  : 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.

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 <sub>2</sub> + 79,1 % N <sub>2</sub> )	$2,15 \times 10^{-5}$ à $2,15 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$	$2,5 \times 10^{-3} \times Q_m$			
		Air reconstitué (20 % O <sub>2</sub> + 80 % N <sub>2</sub> )	$2,15 \times 10^{-4}$ 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 <sub>2</sub> + 79,1 % N <sub>2</sub> )	0,02 à 1,0 l(n) · min <sup>-1</sup>	$4,5 \times 10^{-3} \times Q_{Vn}$	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 <sup>-1</sup>	$2,5 \times 10^{-3} \times Q_{Vn}$			
		Air reconstitué (20 % O <sub>2</sub> + 80 % N <sub>2</sub> )	10 à 100 l(n) · min <sup>-1</sup>	$6,0 \times 10^{-3} \times Q_V$		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 <sup>-1</sup>	$4,5 \times 10^{-3} \times Q_V$		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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /h	$7,5 \times 10^{-4} \times q_v$			
		$1,00 \leq Q \leq 15,00$ m <sup>3</sup> /h	$8,0 \times 10^{-4} \times q_v$			
		$15,00 \leq Q \leq 35,00$ m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /h	$3,0 \times 10^{-3} \times q_v$			
		$2,0 \leq Q_v \leq 35,00$ m <sup>3</sup> /h	$3,0 \times 10^{-3} \times q_v$			

$Q$  est une indication du débit exprimé en m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /h	$7,5 \times 10^{-4} \times V$			
		$1,00 \leq Q \leq 15,00$ m <sup>3</sup> /h	$8,0 \times 10^{-4} \times V$			
		$15,00 \leq Q \leq 35,00$ m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /h	$3,0 \times 10^{-3} \times V$			
		$0,05 \leq Q_v \leq 1,00$ m <sup>3</sup> /h	$3,0 \times 10^{-3} \times V$			

$Q$  est une indication du débit exprimé en m<sup>3</sup>/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 $\mu$ A à 10 $\mu$ 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 $\mu$ A à 100 $\mu$ A	$11 \times 10^{-6} \times I + 0,6 \text{ nA}$				
			100 $\mu$ 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**	$1 \times 10^{-4} \times R$		Comparaison à des résistances étalons avec un pont à deux générateurs	Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01	En laboratoire
			100 MΩ à 1 GΩ**	$3 \times 10^{-4} \times R$				
			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 $\Omega$ à 390 $\Omega$	3 m $\Omega$ à 10,4 m $\Omega$	Mesure directe	Résistance étalon	Procédure d'étalonnage PCEM-CHE-00.01	En laboratoire
Simulateur de Pt 100 (mode générateur)			1 $\Omega$ à 390 $\Omega$	5 m $\Omega$ à 20 m $\Omega$		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 $\mu$ 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 $\mu$ 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 $\mu$ V à 8,4 $\mu$ 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 $\mu$ V à 8,3 $\mu$ 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 $			
		0,5 à 21 MPa	$1500 \text{ Pa} + 8,5 \times 10^{-5} \times P_r$		Comparaison à une balance de pression associée à un séparateur huile/gaz	
		0,5 à 21 MPa	$100 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$			
		0 à 1 000 kPa	$65 \text{ Pa} + 8,0 \times 10^{-5} \times P_r$	Méthode interne n° PT-08P-01	Comparaison à un mesureur numérique	
		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	$1\,200 \text{ Pa} + 1,7 \times 10^{-4} \times P_r$		Comparaison à une balance de pression 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

$\Delta P$  = 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.

<b>TEMPERATURE / Thermomètres à résistance, Thermocouples, Chaînes de mesures de température</b>						
<b>Objet</b>	<b>Mesurande</b>	<b>Etendue de mesure</b>	<b>Incertitude élargie</b>	<b>Principe de la méthode</b>	<b>Référence de la méthode</b>	<b>Lieu de réalisation</b>
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			

<b>TEMPERATURE / Thermomètres à résistance, Thermocouples, Chaînes de mesures de température</b>						
<b>Objet</b>	<b>Mesurande</b>	<b>Etendue de mesure</b>	<b>Incertitude élargie</b>	<b>Principe de la méthode</b>	<b>Référence de la méthode</b>	<b>Lieu de réalisation</b>
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 <sup>-5</sup> à 1,0 × 10 <sup>-2</sup> Pa	6,0 × 10 <sup>-6</sup> 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 <sup>-4</sup> à ,05 Pa	7,0 × 10 <sup>-5</sup> 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 <sup>-4</sup> à 1,0 Pa	5,0 × 10 <sup>-5</sup> 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 Manomètre numérique Capteur/Transmetteur à sortie électrique	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
		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	
		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 $\mu$ V	Méthode d'opposition et de substitution	Référence de tension	Procédure d'étalonnage PT-07E-01	En laboratoire
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Nanovoltmètres			0,5 $\mu$ 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	$1,0 \times 10^{-3} \times U + 3,0 \mu V$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Procédure d'étalonnage PT-07E-04	En laboratoire
			5 mV à 50 mV	$3,0 \times 10^{-4} \times U + 2,0 \mu V$				
			50 mV à 100 mV	$2,0 \times 10^{-4} \times U$	Méthode de comparaison			
			100 mV à 220 mV	$1,1 \times 10^{-4} \times U + 2,9 \mu V$				
		50 Hz à 10 kHz	220 mV à 700 V	$1,2 \times 10^{-4} \times U$	Transposition thermique	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	$1,5 \times 10^{-4} \times U$	Méthode de comparaison			
		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	$3,6 \times 10^{-3} \times U + 15 V$	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 $\leq 20$ 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 $\mu\Omega$ ■	5,3 n $\Omega$	Mesure directe	Résistances	Procédure d'étalonnage PT-07E-71	En laboratoire
			1 m $\Omega$ ■	40 n $\Omega$				
			2 m $\Omega$ ■	70 n $\Omega$				
			5 m $\Omega$ ■	0,17 $\mu\Omega$				
			10 m $\Omega$ ■	0,17 $\mu\Omega$				
			20 m $\Omega$ ■	0,28 $\mu\Omega$				
			50 m $\Omega$ ■	1,3 $\mu\Omega$				
			100 m $\Omega$ ■	0,60 $\mu\Omega$				
			200 m $\Omega$ ■	6,8 $\mu\Omega$				
			500 m $\Omega$ ■	16 $\mu\Omega$				
			1 $\Omega$ ■	4,3 $\mu\Omega$				
			10 $\Omega$ ■	40 $\mu\Omega$				
			100 $\Omega$ ■	0,64 m $\Omega$				
			1 k $\Omega$ ■	2,1 m $\Omega$				
			10 k $\Omega$ ■	40 m $\Omega$				
			100 k $\Omega$ ■	0,37 $\Omega$				
			1 M $\Omega$ ■	5,2 $\Omega$				
10 M $\Omega$ ■	0,11 k $\Omega$							

■ 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 $\varphi$ 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  $\varphi$  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 × 10 <sup>-3</sup> × P à 2,0 × 10 <sup>-3</sup> × 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 × 10 <sup>-3</sup> × P à 1,0 × 10 <sup>-3</sup> × 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 × 10 <sup>-3</sup> × 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 × 10 <sup>-2</sup> × P à 2,0 × 10 <sup>-3</sup> × 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 × 10 <sup>-3</sup> × 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 × 10 <sup>-3</sup> × 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 $\mu$ V à 200 mV	2,13 $\mu$ V à 18 $\mu$ 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 $\mu$ V à 200 mV	2,6 $\mu$ V à 18 $\mu$ 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 $\mu$ V à 200 mV	2,0 $\mu$ V à 4,1 $\mu$ 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 $\mu$ V à 200 mV	2,5 $\mu$ V à 11 $\mu$ 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 $\Omega$ à 400 $\Omega$	$2,3 \times 10^{-4} \times R + 10 \text{ m}\Omega$	Mesure directe de la résistance et conversion en °C	Résistance		
Simulateurs de température par thermorésistance		/	20 $\Omega$ à 400 $\Omega$	$2,3 \times 10^{-4} \times R + 10 \text{ m}\Omega$	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 ( $\rho_M$  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 / <b>Courant continu</b> / 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 $\mu$ V 21 $\mu$ 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	$1 \times 10^{-5} \times U + 1,1$ $\mu$ V	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0023	Laboratoire
			220 mV à 2,2V	$4,6 \times 10^{-6} \times U + 2,6$ $\mu$ V				
			2,2V à 11 V	$3,5 \times 10^{-6} \times U + 10$ $\mu$ V				
			11 V à 22 V	$3,5 \times 10^{-6} \times U + 50$ $\mu$ 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 $\mu$ 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 $\mu$ A à 220 $\mu$ 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 $\mu$ 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"> <li>■ 10 Ω</li> <li>■ 100 Ω</li> <li>■ 1 kΩ</li> <li>■ 10 kΩ</li> <li>■ 100 kΩ</li> </ul>	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 $\mu$ V (thermocouples S, R et B) 3 $\mu$ 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 $\mu$ V (thermocouples S, R et B) 10 $\mu$ 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 $\Omega$ à 0°C	20 $\Omega$ à 400 $\Omega$	$2,5 \times 10^{-5} \times R + 2 \text{ m}\Omega$	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 $\mu$ V (thermocouples S, R et B) 3 $\mu$ 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 $\mu$ V (thermocouples S, R et B) 10 $\mu$ 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 $\Omega$ à 0°C	20 $\Omega$ à 400 $\Omega$	$2,5 \times 10^{-5} \times R + 2 \text{ m}\Omega$	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		Sur site <i>Température de 5 à 35 °C</i>
		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 $\mu\text{m}$	$0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ 5 $\mu\text{m}$ 3 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 5 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ 7 $\mu\text{m}$ 4 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 50 \text{ mm}$				
<u>Comparateur à affichage numérique</u> à tige rentrante radiale $q = 1 \mu\text{m}$	Erreur d'indication totale Erreur d'indication locale Erreur d'hystérésis Erreur de fidélité <i>NF E 11-056 (04/2016)</i>	5 $\mu\text{m}$ - - -	$L \leq 5 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ - - -	$L \leq 50 \text{ mm}$				

$q$  : 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	$3,2 \times 10^{-4} \times U + 550 \text{ µV}$				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 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 $\Omega$ à 1 $\Omega$	$90 \times 10^{-6} \times R + 70 \mu\Omega$	Mesure directe	Multimètre	PCEM-CAN-0035	Site client
			1 $\Omega$ à 10 $\Omega$	$90 \times 10^{-6} \times R + 40 \mu\Omega$				Température ambiante 18 à 28 °C
			10 $\Omega$ à 100 $\Omega$	$40 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$				Humidité ambiante < 80 % HR
			100 $\Omega$ à 1000 $\Omega$	$80 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$				Alimentation électrique 216 V à 253 V
			1,0 k $\Omega$ à 10 k $\Omega$	$50 \times 10^{-6} \times R + 4,5 \text{ m}\Omega$				
			10 k $\Omega$ à 100 k $\Omega$	$45 \times 10^{-6} \times R + 140 \text{ m}\Omega$				
			0,10 M $\Omega$ à 1,0 M $\Omega$	$65 \times 10^{-6} \times R + 5 \Omega$				
			1,0 M $\Omega$ à 10 M $\Omega$	$130 \times 10^{-6} \times R + 900 \Omega$				

$R$  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 $\mu\text{A}$ 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											
										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 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 $\mu$ 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 $\mu\text{V}$ 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	$1,7 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0002	En laboratoire
		40 Hz à 20 kHz		$1,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		20 kHz à 50 kHz		$2,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		50 kHz à 100 kHz		$6,5 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		100 kHz à 300 kHz		$1,9 \times 10^{-3} \times U + 14 \mu\text{V}$				
		20 Hz à 40 Hz	2,2 mV à 22 mV	$1,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		40 Hz à 20 kHz		$1,1 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		20 kHz à 50 kHz		$2,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		50 kHz à 100 kHz		$6,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		100 kHz à 300 kHz		$1,8 \times 10^{-3} \times U + 14 \mu\text{V}$				
		20 Hz à 40 Hz	22 mV à 220 mV	$1,1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$				
		40 Hz à 20 kHz		$1,0 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$				
		20 kHz à 50 kHz		$2,2 \times 10^{-4} \times U + 14 \mu\text{V}$				
		50 kHz à 100 kHz		$5,7 \times 10^{-4} \times U + 25 \mu\text{V}$				
		100 kHz à 300 kHz		$1,7 \times 10^{-3} \times U + 29 \mu\text{V}$				
		300 kHz à 500 kHz	$2,3 \times 10^{-3} \times U + 35 \mu\text{V}$					
		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 $\mu$ A à 190 $\mu$ A	$1,5 \times 10^{-5} \times I + 0,7 \text{ nA}$	Directe au moyen d'un multimètre étalon	Multimètre	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0011	En laboratoire
			200 $\mu$ A à 1,9 mA	$1,5 \times 10^{-5} \times I + 7 \text{ nA}$				
			2 mA à 19 mA	$1,7 \times 10^{-5} \times I + 0,07 \mu\text{A}$				
			20 mA à 190 mA	$6 \times 10^{-5} \times I + 1,3 \mu\text{A}$				
			200 mA à 1,9 A	$2,2 \times 10^{-4} \times I + 50 \mu\text{A}$				
			2 A à 10 A	$5 \times 10^{-4} \times I + 7 \text{ mA}$				

$I$  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 $\mu\text{A}$ 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</i> 18 à 28 °C
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</i> 20 à 80 % HR

■ 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"> <li>■ 50 Hz</li> <li>■ 400 Hz</li> <li>■ 1 kHz</li> <li>■ 5 kHz</li> </ul>	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 &lt; 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 $\Omega$ à 20 $\Omega$ 20 $\Omega$ à 200 $\Omega$ 200 $\Omega$ à 2 k $\Omega$ 2 k $\Omega$ à 20 k $\Omega$ 20 k $\Omega$ à 200 k $\Omega$ 200 k $\Omega$ à 2 M $\Omega$ 2 M $\Omega$ à 20 M $\Omega$	$7 \times 10^{-4} \times R + 5 \text{ m}\Omega$ $6,5 \times 10^{-4} \times R + 15 \text{ m}\Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 40 \text{ m}\Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 1,5 \Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 4 \Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 300 \Omega$ $9 \times 10^{-4} \times R + 3\,000 \Omega$	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 $\Omega$ à 330 $\Omega$ 330 $\Omega$ à 3,3 k $\Omega$ 3,3 k $\Omega$ à 33 k $\Omega$ 33 k $\Omega$ à 330 k $\Omega$ 330 k $\Omega$ à 3,3 M $\Omega$ 3,3 M $\Omega$ à 33 M $\Omega$ 33 M $\Omega$ à 330 M $\Omega$	$1,5 \times 10^{-4} \times R + 12 \text{ m}\Omega$ $7 \times 10^{-5} \times R + 60 \text{ m}\Omega$ $7 \times 10^{-5} \times R + 0,6 \Omega$ $9 \times 10^{-5} \times R + 5,5 \Omega$ $1,4 \times 10^{-4} \times R + 120 \Omega$ $8 \times 10^{-4} \times R + 4,5 \text{ k}\Omega$ $5,2 \times 10^{-3} \times R + 180 \text{ k}\Omega$	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 $\mu$ 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 $\mu$ 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 $\mu$ V 2,8 $\mu$ V	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 $\mu$ V à 100 mV *	1,8 $\mu$ V	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 $\mu$ V couple K 10 $\mu$ V couple T 12 $\mu$ V couple J 4 $\mu$ V couple S 10 $\mu$ V couple N 21 $\mu$ V 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 $\mu$ V couple K 10 $\mu$ V couple T 12 $\mu$ V couple J 4 $\mu$ V couple S 10 $\mu$ V couple N 21 $\mu$ V 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 $\Omega$ à 1 000 $\Omega$	15 m $\Omega$	Mesure par substitution	Ohmmètre Résistance	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0037	
Simulateur de température pour thermorésistance	Température par simulation électrique	/	1 $\Omega$ à 100 $\Omega$	5 m $\Omega$	Mesure par substitution	Ohmmètre Résistance	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0036	
			100 $\Omega$ à 1 000 $\Omega$	7 m $\Omega$				

(\*) 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 °C											
5 °C		0,5 %	0,7%	0,9 %	1,1 %	1,2 %	1,4 %	1,6 %	1,8 %	2,0 %	
10 °C											
15 °C											
20 °C			0,8 %	1,0 %	1,2 %	1,4 %	1,6 %	1,8 %			
25 °C											
30 °C											

## 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 %	/	
5 °C											
10 °C			0,5 %	0,7 %	0,9 %	1,1 %	1,3 %	1,5 %	1,7 %	1,9 %	2,0 %
15 °C											
20 °C		0,6 %		0,8 %	1,0 %	1,2 %	1,4 %	1,6 %	1,8 %		
25 °C											
30 °C											
35 °C		0,4 %	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,1 %	1,3 %	1,5 %	1,7 %	1,9 %	
40 °C											
45 °C											
50 °C			0,9 %	1,1 %	1,3 %	1,5 %	1,7 %	1,9 %			
55 °C											
60 °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.

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		Méthode interne PCTE-ROI-0003	
		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		
		250 °C à 275 °C	0,090 °C			
		50 °C à 200 °C	0,28 °C		Méthode interne PCTE-ROI-0004	
		200 °C à 420 °C	0,30 °C			
		420 °C à 600 °C	0,49 °C			
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			
		20 °C à 130 °C	0,070 °C		Méthode interne PCTE-ROI-0001	
		50 °C à 250 °C	0,060 °C			
		250 °C à 275 °C	0,090 °C			
		50 °C à 200 °C	0,27 °C	Méthode par comparaison à une chaîne de mesure de température avec Pt100 dans un four portable	Méthode interne PCTE-ROI-0004	
		200 °C à 420 °C	0,29 °C			
		420 °C à 600 °C	0,47 °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 (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 <sup>(1)</sup>	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 <sup>(1)</sup>	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 /  $\mu$ 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 <sup>(1)</sup>	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 <sup>(1)</sup>	Incertitude élargie <sup>(2) (3)</sup>	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 <sup>(1)</sup>	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 <sup>(1)</sup>	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 <sup>(1)</sup>	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 <sup>(1)</sup>	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	$5 \leq A < 100$ $5 \leq F < 10$	2,2 %	Méthode interne n° PCAC-RUN-0001	Etalonnage par comparaison indirecte à un accéléromètre étalon de référence	En laboratoire
		$5 \leq A < 100$ $10 \leq F < 30$	1,6 %			
		$5 \leq A < 100$ $30 \leq F \leq 3\ 000$	1,4 %			
		$5 \leq A < 100$ $3\ 000 < F \leq 6\ 000$	2,4 %			
		$5 \leq A < 100$ $6\ 000 < F \leq 10\ 000$	3,4 %			
		$100 \leq A \leq 750$ $25 \leq F < 30$	1,4 %			
		$100 \leq A \leq 750$ $30 \leq F \leq 3\ 000$	1,1 %			
		$100 \leq A \leq 750$ $3\ 000 < F \leq 6\ 000$	2,4 %			
		$100 \leq A \leq 750$ $6\ 000 < F \leq 10\ 000$	3,4 %			

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

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 ( <i>f</i> 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 ( <i>f</i> 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 ( <i>f</i> 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 ( <i>f</i> 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 ( <i>f</i> 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 $\Omega$ à 1 $\Omega$	$90 \times 10^{-6} \times R + 70 \mu\Omega$	Mesure directe	Multimètre	PCEM-CAN-0035	Site client
			1 $\Omega$ à 10 $\Omega$	$90 \times 10^{-6} \times R + 40 \mu\Omega$				Température ambiante 18 à 28 °C
			10 $\Omega$ à 100 $\Omega$	$40 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$				Humidité ambiante < 80 % HR
			100 $\Omega$ à 1000 $\Omega$	$80 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$				Alimentation électrique 216 V à 253 V
			1,0 k $\Omega$ à 10 k $\Omega$	$50 \times 10^{-6} \times R + 4,5 \text{ m}\Omega$				
			10 k $\Omega$ à 100 k $\Omega$	$45 \times 10^{-6} \times R + 140 \text{ m}\Omega$				
			0,10 M $\Omega$ à 1,0 M $\Omega$	$65 \times 10^{-6} \times R + 5 \Omega$				
			1,0 M $\Omega$ à 10 M $\Omega$	$130 \times 10^{-6} \times R + 900 \Omega$				

$R$  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 $\mu\text{A}$ 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	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 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 / <b>Courant continu</b> / 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"> <li>■ 1,018V</li> <li>■ 10V</li> </ul>	2,5 $\mu$ V 20 $\mu$ 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 $\mu$ 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	$1,1 \times 10^{-4} \times U + 0,7 \text{ mV}$				
		40 Hz à 10 kHz	22 V à 220 V	$1,1 \times 10^{-4} \times U + 6 \text{ mV}$				
			1 mV à 2,2 mV	$1,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
			2,2 mV à 22 mV	$1,1 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		10 kHz à 20 kHz	22 mV à 220 mV	$1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$				
			1 mV à 2,2 mV	$1,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
			2,2 mV à 22 mV	$1,1 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		20 kHz à 50 kHz	22 mV à 220 mV	$1 \times 10^{-4} \times U + 13 \mu\text{V}$				
			1 mV à 2,2 mV	$2,6 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
			2,2 mV à 22 mV	$2,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		50 kHz à 100 kHz	22 mV à 220 mV	$2,2 \times 10^{-4} \times U + 14 \mu\text{V}$				
			1 mV à 2,2 mV	$6,5 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
			2,2 mV à 22 mV	$6,2 \times 10^{-4} \times U + 9 \mu\text{V}$				
		100 kHz à 300 kHz	22 mV à 220 mV	$5,7 \times 10^{-4} \times U + 25 \mu\text{V}$				
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.

$\Gamma x$  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

*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 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	$1 \times 10^{-3} \times R$				
Sous 20 V à 200 V	100 GΩ à 1 TΩ	$1,3 \times 10^{-2} \times R$						
Sous 200 V à 1 000 V	100 GΩ à 1 TΩ	$7 \times 10^{-3} \times R$						
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 MΩ	$3,5 \times 10^{-5} \times R$				
			1 MΩ à 10 MΩ	$3,5 \times 10^{-5} \times R + 20 \Omega$				
			10 MΩ à 100 MΩ	$1,1 \times 10^{-4} \times R + 200 \Omega$				

*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 $\Omega$ à 160 $\Omega$ 160 $\Omega$ à 323,2 $\Omega$	15 m $\Omega$ 25 m $\Omega$	Méthode par mesure directe	Résistances	PCTE-CAN-0026	Laboratoire
Simulateur pour thermo-résistance (mode générateur)	Température par simulation électrique	/	18,5 $\Omega$ à 160 $\Omega$ 160 $\Omega$ à 323,2 $\Omega$	10 m $\Omega$ 20 m $\Omega$	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 $\mu$ 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 $\mu$ 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 $\mu$ V à 14 $\mu$ 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 $\mu$ V à 14 $\mu$ 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.

$\Gamma x$  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	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				

$\Gamma_x$  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				

$\Gamma_x$  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				

$\Gamma_x$  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				
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.

$\Gamma_x$  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.

$\Gamma_x$  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

$\Gamma_x$  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 client**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
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 $\mu\text{A}$ à 10 $\mu\text{A}$	$80 \times 10^{-6} \times I + 6 \text{ nA}$	Mesure directe	Multimètre	PCEM-CAN-0032	Site client
			10 $\mu\text{A}$ à 100 $\mu\text{A}$	$90 \times 10^{-6} \times I + 8 \text{ nA}$				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 $\Omega$ à 1 $\Omega$	$90 \times 10^{-6} \times R + 70 \mu\Omega$	Mesure directe	Multimètre	PCEM-CAN-0035	Site client
			1 $\Omega$ à 10 $\Omega$	$90 \times 10^{-6} \times R + 40 \mu\Omega$				Température ambiante 18 à 28 °C
			10 $\Omega$ à 100 $\Omega$	$40 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$				Humidité ambiante < 80 % HR
			100 $\Omega$ à 1000 $\Omega$	$80 \times 10^{-6} \times R + 450 \mu\Omega$				Alimentation électrique 216 V à 253 V
			1,0 k $\Omega$ à 10 k $\Omega$	$50 \times 10^{-6} \times R + 4,5 \text{ m}\Omega$				
			10 k $\Omega$ à 100 k $\Omega$	$45 \times 10^{-6} \times R + 140 \text{ m}\Omega$				
			0,10 M $\Omega$ à 1,0 M $\Omega$	$65 \times 10^{-6} \times R + 5 \Omega$				
			1,0 M $\Omega$ à 10 M $\Omega$	$130 \times 10^{-6} \times R + 900 \Omega$				

$R$  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 $\mu\text{A}$ 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 2 $\sigma$		
	5	23	50
$\theta$ (°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 <sub>k</sub> =2(U <sub>w</sub> ) Ts (°C)	U <sub>w</sub> (% 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<sub>k</sub>=2=0,23 °C)) et de Ts (de 10 °C à 70 °C (U<sub>k</sub>=2= de 0,18 °C à 0,59 °C))

Ts est la température sèche exprimée en °C

U<sub>w</sub> 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 <sub>k=2</sub> (U <sub>w</sub> ) T <sub>s</sub> (°C)	U <sub>w</sub> (% 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 $\mu\text{m}$	$0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$	Comparaison mécanique	NF EN ISO 3650 (03/1999) Procédure PVF-0060	Comparateur de cales étalons Cales 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 $\mu\text{m}$ $1,2 \mu\text{m} + 2,6 \times 10^{-6} \times D$	$1 \text{ mm} \leq D \leq 20 \text{ mm}$ $20 \text{ mm} < D \leq 100 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$	$1\text{ mm} \leq D \leq 50\text{ mm}$ $0,3\text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 6\text{ mm}$	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

$\alpha$  : 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"> <li>- Erreur d'indication contact pleine touche</li> <li>- Erreur d'indication contact sur surface limitée</li> <li>- Erreur d'indication contact linéaire</li> <li>- Erreur de fidélité</li> </ul> <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs supérieurs</li> <li>- Effet de la distance des becs d'intérieur à couteaux</li> </ul> <p><i>NF E 11-091 (03/2013)</i></p>	$10 \mu\text{m} + q + 15 \times 10^{-6} \times L$  $10 \mu\text{m} + q + 15 \times 10^{-6} \times L$ $11 \mu\text{m} + q$ -  $11 \mu\text{m} + q$  $11 \mu\text{m} + q$	$L \leq 600 \text{ mm}$	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><i>NF E 11-095 (10/2013)</i></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><i>NF E 11-095 (10/2013)</i></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 $\mu\text{m}$ 3 $\mu\text{m}$ 2 $\mu\text{m}$ -	$L \leq 10 \text{ mm}$	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 $\mu\text{m}$ 4 $\mu\text{m}$ 3 $\mu\text{m}$ -					

$q$  : 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	Comparaison à une chaîne de mesure étalon dans un four avec bloc d'égalisation	PCTE-CAN-0021	
		100 °C à 600 °C	0,50 °C			
		150 °C à 350 °C	1,2 °C			
		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 $\mu\text{m}$	$0,5 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$	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>	$0,95 \mu\text{m} + 2,5 \times 10^{-6} \times L$	$100 \text{ mm} < L \leq 275 \text{ mm}$	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 en acier</u>	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 <sup>-6</sup> × 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 <sup>-6</sup> × 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 <sup>-6</sup> × 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 <sup>-6</sup> × 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 $\mu\text{m}$	$1 \text{ mm} \leq D \leq 200 \text{ mm}$ $0,3 \text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 6 \text{ mm}$	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
Bague filetée cylindrique Profil triangulaire symétrique $\alpha = 60^\circ$	Diamètre sur flancs simple <i>XP E 03-110 (12/2003)</i>	2,5 $\mu\text{m}$	$3 \text{ mm} \leq D \leq 150 \text{ mm}$ $0,5 \text{ mm} \leq \text{Pas} \leq 2,5 \text{ mm}$	Comparaison mécanique	XP E 03-110 (12/2003) Procédure PVF-0071	Banc de mesure unidirectionnel Cylindres à rainures $\alpha = 60^\circ$	En labo

$\alpha$  : 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"> <li>- Erreur d'indication contact pleine touche</li> <li>- Erreur d'indication contact sur surface limitée</li> <li>- Erreur d'indication de contact linéaire</li> <li>- Erreur de fidélité</li> </ul> <p>Mesurages avec les autres becs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreur de décalage d'échelle des becs d'intérieur et des becs couteaux</li> <li>- Effet de la distance des becs de mesure d'intérieur à couteaux</li> </ul> <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 $\mu\text{m}$	$2 \text{ mm} \leq D \leq 300 \text{ mm}$ $0 \mu\text{m} \leq E_c \leq 15 \mu\text{m}$	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 $\mu\text{m}$ + 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 $\mu\text{m}$ + 5 %	$2 \mu\text{m} \leq R_t \leq 15 \mu\text{m}$				
	Rz NF EN ISO 4287 (12/1998)	0,1 $\mu\text{m}$ + 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](http://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](http://www.cofrac.fr)