

Trescal

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-21047274.1 / 2339285



SN CERAP

22 rue des Forges
36100 LES BORDES
Tél. : 02 54 49 78 32

mail : contact@cerap-sas.fr
SIRET 424 595 072 00010 - APE 2712Z
SIRET 424 595 072 00010 - APE 2712Z



Accréditation N° 2-6668
Portée disponible sur www.cofrac.fr

SOCIETE NOUVELLE CERAP - Les Bordes
22 rue des Forges
36100 Les Bordes

CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE N° FR213409120

Date d'étalonnage (Calibration Date) : 25/08/2021

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) + 2 page(s) de résultats

Date d'émission (Issue date) : 25/08/2021

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 5 068 530 Euros
R.C.S. Créteil B 562 047 050 - SIREN 562 047 050
Code TVA FR 56 562 047 050

Siège social
Parc d'affaires Silic
24-26, rue de Villeneuve - CS 80546
94150 Rungis



Motif de l'envoi (shipping reason) :

Etalonnage accrédité

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

Etalonnage accrédité

Etat du matériel après intervention (Instrument status after operation) :**Conditions d'environnement (Environmental conditions) :**

Température : (23 ± 2) °C

Hygrométrie : (45 ± 25) %HR

Liste des étalons utilisés (Reference equipments) :

Désignation (Description)	Marque (Manufacturer)	Modèle (Model)	Identification	Validité (Validity)	Document
Calibrateur de multimètre	FLUKE	5720A	64GC 11 001	25/02/2022	FR210817615
Thermocouple	/	S	T45	29/10/2021	FR194405914

Procédure(s) utilisée(s) (Procedure(s) used) : COFRAC**Informations complémentaires sur l'intervention (Additional informations) :** Applicatif d'attachement de document interne en COFRAC version 2.0

Etalonné en laboratoire par (Calibrated by) Sauvaget Olivier

Le 25/08/2021

ANNEXE DU CERTIFICAT D'ETALONNAGE N° FR213409120**I / PROGRAMME DE L'ÉTALONNAGE**

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

Fonction étalonnée	Calibre
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.

ANNEXE DU CERTIFICAT D'ETALONNAGE N° FR213409120

III / RESULTATSIII.1 / Résultats en mesure de température par couple thermoélectrique avec jonction de référence interne

Thermocouple de type S

Valeur étalon	Température correspondante	Valeur lue sur l'appareil	Incertitude d'étalonnage
4 233 μV	500,00 $^{\circ}\text{C}$	501,4 $^{\circ}\text{C}$	0,5 $^{\circ}\text{C}$
4 984 μV	575,00 $^{\circ}\text{C}$	576,4 $^{\circ}\text{C}$	0,5 $^{\circ}\text{C}$
6 381 μV	710,00 $^{\circ}\text{C}$	711,4 $^{\circ}\text{C}$	0,4 $^{\circ}\text{C}$
7 838 μV	845,00 $^{\circ}\text{C}$	846,4 $^{\circ}\text{C}$	0,4 $^{\circ}\text{C}$
9 414 μV	985,00 $^{\circ}\text{C}$	986,2 $^{\circ}\text{C}$	0,4 $^{\circ}\text{C}$
10 934 μV	1 115,00 $^{\circ}\text{C}$	1 116,2 $^{\circ}\text{C}$	0,4 $^{\circ}\text{C}$
12 554 μV	1 250,00 $^{\circ}\text{C}$	1 251,2 $^{\circ}\text{C}$	0,4 $^{\circ}\text{C}$

FIN DE L'ANNEXE DU CERTIFICAT D'ETALONNAGE

Section Laboratoires

ATTESTATION D'ACCREDITATION**ACCREDITATION CERTIFICATE****N° 2-6668 rév. 4**

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 :

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE /
HIGH FREQUENCY ELECTRICITY

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

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

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

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

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

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

Date de prise d'effet / *granting date* : **05/02/2021**
Date de fin de validité / *expiry date* : **31/01/2024**

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

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

Kerno MOUTARD

La présente attestation n'est valide qu'accompagnée de l'annexe technique.
This certificate is only valid if associated with the technical appendix.

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

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

Cette attestation annule et remplace l'attestation N° 2-6668 Rév 3.
This certificate cancels and replaces the certificate N° 2-6668 [Rév 3](#).

Seul le texte en français peut engager la responsabilité du Cofrac.
The Cofrac's liability applies only to the french text.

Comité Français d'Accréditation - 52, rue Jacques Hillairet 75012 PARIS Tél. : +33 (0)1 44 68 82 20 – Fax : 33 (0)1 44 68 82 21 Siret : 397 879 487 00031 www.cofrac.fr
--

ANNEXE TECHNIQUE

à l'attestation N° 2-6668 rév. 4

L'accréditation concerne les prestations réalisées par :

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

Contact :

Monsieur Thierry SIROUX

E-mail : thierry.siroux@trescal.com

Dans son unité :

- Laboratoire d'étalonnage en Electricité-Magnétisme – Roissy

Elle porte sur : voir pages suivantes

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

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure (1)	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Sources de tension Référence de tension zener	Différence de potentiel	Courant continu	■ 10 V	37 μ V	Méthode par opposition	Référence de tension Zener Diviseur Kelvin Varley	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0014	En laboratoire
Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres Calibrateurs	Différence de potentiel	Courant continu	0,1 V à 1 V 1 V à 10 V	1,1.10 ⁻⁵ .U + 3,7 μ V 3,8.10 ⁻⁶ .U + 3,7 μ 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 1000 V	8.10 ⁻⁵ .U 9,1.10 ⁻⁵ .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	1,2.10 ⁻³ .U + 0,3 V 1,5.10 ⁻³ .U + 3 V 1,5.10 ⁻³ .U + 30 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 1000 V	1,5.10 ⁻⁴ .U + 2 μ V 5,9.10 ⁻⁵ .U + 5 μ V 5,6.10 ⁻⁵ .U + 60 μ V 5,5.10 ⁻⁵ .U + 0,35 mV 5,5.10 ⁻⁵ .U + 4 mV 5,5.10 ⁻⁵ .U + 40 mV	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	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 1000 V	6,5.10 ⁻⁵ .U + 6 μ V 5.10 ⁻⁵ .U + 16 μ V 5.10 ⁻⁵ .U + 0,25 mV 5,5.10 ⁻⁵ .U + 3 mV 5,5.10 ⁻⁵ .U + 10 mV	Mesure directe	Générateur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038	<i>Humidité ambiante 20 à 80 % HR</i>

■ 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	$1.10^{-5}.U + 1,1 \mu V$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0001	En laboratoire
			220 mV à 2,2V	$4,6.10^{-6}.U + 2,6 \mu V$				
			2,2V à 11 V	$3,5.10^{-6}.U + 10 \mu V$				
			11 V à 22 V	$3,5.10^{-6}.U + 50 \mu V$				
			22 V à 220 V	$5.10^{-6}.U + 0,27 mV$				
			220 V à 1000 V	$8,5.10^{-6}.U + 1,8 mV$				
Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres Calibrateurs	Différence de potentiel	/	0 μV à 190 mV	$6,6.10^{-6}.U + 0,8 \mu V$	Directe au moyen d'un multimètre étalon	Multimètre	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0009	En laboratoire
			0,2 V à 1,9 V	$4,4.10^{-6}.U + 1,3 \mu V$				
			2 V à 19 V	$4,4.10^{-6}.U + 6,2 \mu V$				
			20 V à 190 V	$6,8.10^{-6}.U + 0,12 mV$				
			200 V à 1000 V	$7.10^{-6}.U + 1,2 mV$				

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	$1,7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0002	En laboratoire
		40 Hz à 20 kHz		$1,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
		20 kHz à 50 kHz		$2,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
		50 kHz à 100 kHz		$6,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
		100 kHz à 300 kHz		$1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 14 \mu V$				
		20 Hz à 40 Hz	2,2 mV à 22 mV	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
		40 Hz à 20 kHz		$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
		20 kHz à 50 kHz		$2,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
		50 kHz à 100 kHz		$6,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
		100 kHz à 300 kHz		$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 14 \mu V$				
		20 Hz à 40 Hz	22 mV à 220 mV	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 13 \mu V$				
		40 Hz à 20 kHz		$1,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 13 \mu V$				
		20 kHz à 50 kHz		$2,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 14 \mu V$				
		50 kHz à 100 kHz		$5,7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 25 \mu V$				
		100 kHz à 300 kHz		$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 29 \mu V$				
		300 kHz à 500 kHz	$2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu V$					
		20 Hz à 40 Hz	0,22 V à 2,2 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,07 \text{ mV}$				
		40 Hz à 20 kHz		$5,2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,07 \text{ mV}$				
		20 kHz à 50 kHz		$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,07 \text{ mV}$				
		50 kHz à 100 kHz		$2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,09 \text{ mV}$				
		100 kHz à 300 kHz		$7,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$				
		300 kHz à 500 kHz		$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,27 \text{ mV}$				
		500 kHz à 1 MHz		$3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \text{ mV}$				

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	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0002	En laboratoire
		40 Hz à 20 kHz		$5,4 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$				
		20 kHz à 50 kHz		$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$				
		50 kHz à 100 kHz		$2,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$				
		100 kHz à 300 kHz		$4,3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 1,8 \text{ mV}$				
		300 kHz à 500 kHz		$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,4 \text{ mV}$				
		500 kHz à 1 MHz	$2,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$					
		20 Hz à 40 Hz	22 V à 220 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 6 \text{ mV}$				
		40 Hz à 20 kHz		$6,2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 6 \text{ mV}$				
		20 kHz à 50 kHz		$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 6 \text{ mV}$				
		50 kHz à 100 kHz		$2,3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \text{ mV}$				
		40 Hz à 1 kHz	220 V à 1000 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 36 \text{ mV}$				
		1 kHz à 20 kHz		$2,4 \cdot 10^{-4} \cdot U + 38 \text{ mV}$				

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	$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 6 \mu V$	Directe au moyen d'un multimètre étalon	Multimètre	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0010	En laboratoire
		100 Hz à 2 kHz		$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 4 \mu V$				
		2 kHz à 10 kHz		$1,7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 6 \mu V$				
		10 kHz à 100 kHz		$9,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 25 \mu V$				
		40 Hz à 100 Hz	0,2 V à 1,9 V	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 40 \mu V$				
		100 Hz à 2 kHz		$1,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 40 \mu V$				
		2 kHz à 10 kHz		$1,4 \cdot 10^{-4} \cdot U + 40 \mu V$				
		10 kHz à 100 kHz		$7,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 250 \mu V$				
		40 Hz à 100 Hz	2 V à 19 V	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 350 \mu V$				
		100 Hz à 2 kHz		$1,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 350 \mu V$				
		2 kHz à 10 kHz		$1,4 \cdot 10^{-4} \cdot U + 350 \mu V$				
		10 kHz à 100 kHz		$7,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,5 mV$				
		40 Hz à 100 Hz	20 V à 190 V	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 3 mV$				
		100 Hz à 2 kHz		$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 3 mV$				
		2 kHz à 10 kHz		$1,4 \cdot 10^{-4} \cdot U + 3 mV$				
		10 kHz à 100 kHz		$7,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 25 mV$				
50 Hz à 1 kHz	200 V à 1000 V	$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 25 mV$						

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 70mV	$2,4 \cdot 10^{-4} \cdot U$	Transposition thermique	Générateur de tension continue, transfert thermique	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0007	En laboratoire						
			70 mV à 220 mV	$6,3 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
		20 Hz à 40 Hz	0,22 V à 0,7 V	$6,5 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			0,7 V à 2,2 V	$4,2 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			2,2 V à 7 V	$5,4 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			7 V à 22 V	$4,6 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			22 V à 70 V	$6,1 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			70 V à 220 V	$5,0 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			220 V à 1000 V	$6,0 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
		40 Hz à 20 kHz	0,22 V à 0,7 V	$5,7 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			0,7 V à 2,2 V	$3,8 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			2,2 V à 7 V	$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			7 V à 22 V	$4,0 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			22 V à 70 V	$5,4 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			70 V à 220 V	$4,0 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
			220 V à 1000 V	$6,0 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
		Voltmètres Multimètres Calibrateurs Générateurs BF	Différence de potentiel BF	20 kHz à 50 kHz					0,22 V à 0,7 V	$5,7 \cdot 10^{-5} \cdot U$	Transposition thermique	Générateur de tension continue, transfert thermique	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0007	En laboratoire
									0,7 V à 2,2 V	$3,8 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
2,2 V à 7 V	$5,3 \cdot 10^{-5} \cdot U$													
7 V à 22 V	$4,3 \cdot 10^{-5} \cdot U$													
22 V à 70 V	$6,3 \cdot 10^{-5} \cdot U$													
70 V à 220 V	$4,5 \cdot 10^{-5} \cdot U$													
50 kHz à 100 kHz	0,22 V à 0,7 V			$6,7 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
	0,7 V à 2,2 V			$5,5 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
	2,2 V à 7 V			$6,1 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
	7 V à 22 V			$5,5 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
	22 V à 70 V			$7,4 \cdot 10^{-5} \cdot U$										
	70 V à 220 V			$6,0 \cdot 10^{-5} \cdot U$										

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	$3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,4 \text{ V}$ $3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 4 \text{ V}$ $3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \text{ V}$	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%.U 6,0%.U 6,5%.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%.U 6,0%.U 6,5%.U				
		50 kHz à 10 MHz 10 MHz à 100 MHz 100 MHz à 1 GHz	1 V à 2,5 V	4,0%.U 6,0%.U 6,5%.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	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,2 \text{ mV}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ mV}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 15 \text{ mV}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,15 \text{ V}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,5 \text{ V}$	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 1000 V	$2,1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \mu\text{V}$ $5,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,5 \text{ mV}$ $4,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 4,5 \text{ mV}$ $8 \cdot 10^{-4} \cdot U + 38 \text{ mV}$ $1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 \text{ mV}$	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	$2 \cdot 10^{-2} \cdot I + 60 \text{ fA}$	Mesure par substitution	Electromètre Source de tension continu Résistance	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0019	En laboratoire	
			10 pA à 100 pA	$1,3 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,4 \text{ pA}$					
		100 pA à 1 nA	$8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,3 \text{ pA}$						
		1 nA à 10 nA	$7,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,5 \text{ pA}$						
			10 nA à 100 nA	$6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 4 \text{ pA}$					
			100 nA à 1 µA	$6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 70 \text{ pA}$					
Ampèremètres Générateurs Pico-sources Calibrateurs Multimètres	Intensité de courant électrique	Courant continu	1 µA à 10 µA	$7 \cdot 10^{-5} \cdot I$	Mesure de la tension aux bornes d'une résistance	Résistance Générateur de tension	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0020	En laboratoire	
				10 µA à 100 µA					$3 \cdot 10^{-5} \cdot I$
			100 µA à 10 mA	$1,6 \cdot 10^{-5} \cdot I$					
			10 mA à 1 A	$6 \cdot 10^{-5} \cdot I$					
			1 A à 15 A	$2,8 \cdot 10^{-4} \cdot I$	Mesure de la tension aux bornes d'une résistance	Résistance Voltmètre	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0021		
			15 A à 100 A	$3,3 \cdot 10^{-4} \cdot I$					
Nanoampèremètres Ampèremètres Multimètres	Intensité de courant électrique	Courant continu	10 µA à 220 µA	$4,2 \cdot 10^{-5} \cdot I + 7,2 \text{ nA}$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0003	En laboratoire	
				0,22 mA à 2,2 mA					$3,6 \cdot 10^{-5} \cdot I + 12 \text{ nA}$
				2,2 mA à 22 mA					$3,6 \cdot 10^{-5} \cdot I + 110 \text{ nA}$
				22 mA à 220 mA					$4,8 \cdot 10^{-5} \cdot I + 2,2 \text{ µA}$
				220 mA à 2,2 A					$7,2 \cdot 10^{-5} \cdot I + 34 \text{ µA}$
				2,2 A à 11 A					$4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2,7 \text{ mA}$
Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Nanoampèremètres	Intensité de courant électrique	Courant continu	20 µA à 190 µA	$1,5 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,7 \text{ nA}$	Directe au moyen d'un multimètre étalon	Multimètre	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0011	En laboratoire	
				200 µA à 1,9 mA					$1,5 \cdot 10^{-5} \cdot I + 7 \text{ nA}$
				2 mA à 19 mA					$1,7 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,07 \text{ µA}$
				20 mA à 190 mA					$6 \cdot 10^{-5} \cdot I + 1,3 \text{ µA}$
				200 mA à 1,9 A					$2,2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 50 \text{ µA}$
				2 A à 10 A					$5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 7 \text{ mA}$

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	$4,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 40 \mu A$ $9,2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,6 \text{ mA}$	Mesure directe	Ampèremètre	Procédure sd'étalonnage PCEM-ROI-0038	Sur site <i>Température ambiante 18 à 28°C</i>
Ampèremètres Multimètres Mesureurs d'intensité	Intensité de courant électrique	Courant continu	35 μA à 3,3 mA 3,3 mA à 33 mA 33 mA à 330 mA 330 mA à 2,2 A 2,2 A à 11 A	$1,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,2 \mu A$ $1,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,7 \mu A$ $2,0 \cdot 10^{-4} \cdot I + 30 \mu A$ $4,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,17 \text{ mA}$ $6,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \text{ mA}$	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	$1 \cdot 10^{-3} \cdot I$ $1 \cdot 10^{-3} \cdot I$	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	$4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 2 \text{ mA}$	Mesure directe	Ampèremètre	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038	Sur site <i>Température ambiante 18 à 28°C</i>
Ampèremètres Multimètres Mesureurs d'intensité	Intensité de courant électrique	50 Hz■	35 µA à 3,3 mA 3,3 mA à 33 mA 33 mA à 330 mA 330 mA à 2,2 A 2,2 A à 11 A	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,9 \text{ µA}$ $10 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \text{ µA}$ $9 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,12 \text{ mA}$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,61 \text{ mA}$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 6,5 \text{ mA}$	Mesure directe	Générateur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038	<i>Humidité ambiante 20 à 80 % HR</i>

■ Valeurs ponctuels

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	$7,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,013 \mu A$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0004	Laboratoire
		1 kHz à 5 kHz		$4,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,017 \mu A$				
		5 kHz à 10 kHz		$1,1 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,30 \mu A$				
		40 Hz à 1 kHz	0,22 mA à 2,2 mA	$2,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,08 \mu A$				
		1 kHz à 5 kHz		$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,32 \mu A$				
		5 kHz à 10 kHz		$4,4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,4 \mu A$				
		40 Hz à 1 kHz	2,2 mA à 22 mA	$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,9 \mu A$				
		1 kHz à 5 kHz		$7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1,7 \mu A$				
		5 kHz à 10 kHz		$4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7 \mu A$				
		40 Hz à 1 kHz	22 mA à 220 mA	$1,4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \mu A$				
		1 kHz à 5 kHz		$7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 12 \mu A$				
		5 kHz à 10 kHz		$4 \cdot 10^{-3} \cdot I + 21 \mu A$				
		40 Hz à 1 kHz	0,22 A à 2,2 A	$2,9 \cdot 10^{-4} \cdot I + 60 \mu A$				
		40 Hz à 1 kHz	2,2 A à 10 A	$4,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3,6 \text{ mA}$				
Multimètres Ampèremètres	Intensité de courant électrique	50 Hz à 5 kHz	10 µA à 190 µA	$3,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,024 \mu A$	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	$3,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,24 \mu A$				
		50 Hz à 5 kHz	2 mA à 19 mA	$3,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2,4 \mu A$				
		50 Hz à 5 kHz	20 mA à 190 mA	$3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 24 \mu A$				
		50 Hz à 2 kHz	200 mA à 1,9 A	$7,2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,28 \text{ mA}$				
		2 kHz à 5 kHz		$8,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,28 \text{ mA}$				
		50 Hz à 2 kHz	2 A à 10 A	$9,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 7 \text{ mA}$				
		2 kHz à 5 kHz		$3 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7 \text{ mA}$				

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	Intensité de courant électrique	<ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz 	10 mA	$1,3 \cdot 10^{-4} \cdot I$	Transposition thermique de courant	Générateur de courant continu, transfert thermique, shunts	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0008	Laboratoire
			10 mA à 100 mA	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \mu A$				
			100 mA à 2 A	$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 40 \mu A$				
			2 A à 10 A	$4,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3 \text{ mA}$				
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 5 kHz 	10 A à 20 A	$6,8 \cdot 10^{-4} \cdot I$				
			10 mA	$1,9 \cdot 10^{-4} \cdot I$				
			10 mA à 100 mA	$1,9 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \mu A$				
			100 mA à 2 A	$1,9 \cdot 10^{-4} \cdot I + 40 \mu A$				
			2 A à 10 A	$5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3 \text{ mA}$				
			10 A à 20 A	$7,2 \cdot 10^{-4} \cdot I$				

■ 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 < 100A</i>	1 mΩ à 10 mΩ	$3,8 \cdot 10^{-4} \cdot R$	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 1 Ω à 5 Ω 5 Ω à 10 Ω	37 μΩ $2 \cdot 10^{-5} \cdot R + 9 \mu\Omega$ $2 \cdot 10^{-5} \cdot R + 160 \mu\Omega$ $2,2 \cdot 10^{-5} \cdot R + 120 \mu\Omega$ $1,7 \cdot 10^{-5} \cdot R + 80 \mu\Omega$	Méthode potentiométrique	Résistances Diviseur	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0024	
			10 Ω à 100 Ω 100 Ω à 100 kΩ 100 kΩ à 10 MΩ	$1,7 \cdot 10^{-5} \cdot R$ $1,2 \cdot 10^{-5} \cdot R$ $2,3 \cdot 10^{-5} \cdot R$			Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0025	
Résistances hautes valeurs	Résistance électrique	Courant continu	10 GΩ ■ 100 GΩ ■ 1 TΩ ■ 10 TΩ ■	$8 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1 \cdot 10^{-2} \cdot R$ $1,6 \cdot 10^{-2} \cdot R$ $3 \cdot 10^{-2} \cdot R$	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 1000V</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 *	$4,8 \cdot 10^{-4} \cdot R$ $6,5 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $7,6 \cdot 10^{-3} \cdot R$	Mesure potentiométrique	Générateurs Résistances	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0027	
			1 GΩ à 10 GΩ ** 10 GΩ à 100 GΩ **	$9,0 \cdot 10^{-3} \cdot R$ $1 \cdot 10^{-2} \cdot R$			Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0028	

■ Valeurs ponctuels

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 ■ 1 Ω ■ 10 Ω ■ 100 Ω ■ 1 kΩ ■ 10 kΩ ■ 100 kΩ ■ 1 MΩ ■	10 nΩ 40 nΩ 700 nΩ 10 μΩ 50 μΩ 500 μΩ 4 mΩ 35 mΩ 0,6 Ω 7 Ω	Mesure directe	Résistance	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0029	En laboratoire

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
Milliohmètres 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							
Milliohmètres Ohmmètres	Résistance électrique	/	0,1 Ω à 1,0 Ω	$2 \cdot 10^{-5} \cdot R + 6 \mu\Omega$	Mesure directe au moyen d'un multimètre étalon	Multimètre	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0013	Laboratoire
			1,0 Ω à 10 Ω	$1,1 \cdot 10^{-5} \cdot R + 20 \mu\Omega$				
			10 Ω à 100 Ω	$1 \cdot 10^{-5} \cdot R + 0,20 \text{ m}\Omega$				
			0,10 kΩ à 1,0 kΩ	$1 \cdot 10^{-5} \cdot R + 1 \text{ m}\Omega$				
			1,0 kΩ à 10 kΩ	$1 \cdot 10^{-5} \cdot R + 10 \text{ m}\Omega$				
			10 kΩ à 100 kΩ	$1 \cdot 10^{-5} \cdot R + 100 \text{ m}\Omega$				
			0,10 MΩ à 1,0 MΩ	$1,2 \cdot 10^{-5} \cdot R + 1,2 \Omega$				
			1,0 MΩ à 10 MΩ	$7 \cdot 10^{-5} \cdot R + 120 \Omega$				
			10 MΩ à 100 MΩ	$6 \cdot 10^{-4} \cdot R + 12 \text{ k}\Omega$				
0,10 GΩ à 1,0 GΩ	$2 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1,2 \text{ M}\Omega$							

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

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Résistances Simulateur de résistance	Résistance électrique	Courant continu	0,1 Ω à 20 Ω 20 Ω à 200 Ω 200 Ω à 2 kΩ 2 kΩ à 20 kΩ 20 kΩ à 200 kΩ 200 kΩ à 2 MΩ 2 MΩ à 20 MΩ	$7 \cdot 10^{-4} \cdot R + 5 \text{ m}\Omega$ $6,5 \cdot 10^{-4} \cdot R + 15 \text{ m}\Omega$ $9 \cdot 10^{-4} \cdot R + 40 \text{ m}\Omega$ $9 \cdot 10^{-4} \cdot R + 1,5 \Omega$ $9 \cdot 10^{-4} \cdot R + 4 \Omega$ $9 \cdot 10^{-4} \cdot R + 300 \Omega$ $9 \cdot 10^{-4} \cdot R + 3000 \Omega$	Mesure directe	Ohmmètre	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038	Sur site <i>Température ambiante 18 à 28°C</i> <i>Humidité ambiante 20 à 80 % HR</i>
Ohmmètres Mesureurs de résistance Pont de mesure	Résistance électrique	Courant continu	0,1 Ω à 330 Ω 330 Ω à 3,3 kΩ 3,3 kΩ à 33 kΩ 33 kΩ à 330 kΩ 330 kΩ à 3,3 MΩ 3,3 MΩ à 33 MΩ 33 MΩ à 330 MΩ	$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot R + 12 \text{ m}\Omega$ $7 \cdot 10^{-5} \cdot R + 60 \text{ m}\Omega$ $7 \cdot 10^{-5} \cdot R + 0,6 \Omega$ $9 \cdot 10^{-5} \cdot R + 5,5 \Omega$ $1,4 \cdot 10^{-4} \cdot R + 120 \Omega$ $8 \cdot 10^{-4} \cdot R + 4,5 \text{ k}\Omega$ $5,2 \cdot 10^{-3} \cdot R + 180 \text{ k}\Omega$	Mesure directe	Générateur de résistance simulée	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0038	

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 μF■	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 μF	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot C + 22 \text{ fF}$ $3,1 \cdot 10^{-4} \cdot C$	Mesure par substitution	Condensateur Pont de mesure RLC	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0031	

■ Valeurs ponctuels

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

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

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

(*) 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.

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 thermorésistance	Température par simulation électrique	/	1 Ω à 1000 Ω	15 m Ω	Mesure par substitution	Ohmmètre Résistance	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0037	En laboratoire
Simulateur de température pour thermorésistance	Température par simulation électrique	/	1 Ω à 100 Ω	5 m Ω	Mesure par substitution	Ohmmètre Résistance	Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0036	
			100 Ω à 1000 Ω	7 m Ω	Mesure par substitution		Procédure d'étalonnage PCEM-ROI-0036	

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

(1) Les domaines de température équivalents sont, pour chaque couple thermorésistance, 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.

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

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

Date de prise d'effet : **05/02/2021** Date de fin de validité : **31/01/2024**

La Responsable d'accréditation
The Accreditation Manager

Séverine MOISEL

Cette annexe technique annule et remplace l'annexe technique 2-6668 Rév. 3.

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