

Section Laboratoires

ATTESTATION D'ACCREDITATION
ACCREDITATION CERTIFICATE

N° 2-1576 rév. 9

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 Toulouse
23 AV JEAN FRANCOIS CHAMPOLLION
31100 TOULOUSE

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* : **04/05/2022**
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° 2-1576 Rév 8.
This certificate cancels and replaces the certificate N° 2-1576 [Rév 8](#).

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° 2-1576 rév. 9

L'accréditation concerne les prestations réalisées par :

TRESCAL - Agence de Toulouse
23 AV JEAN FRANCOIS CHAMPOLLION
31100 TOULOUSE

Contact :
Monsieur Michel SAMARAN
E-mail : michel.samaran@trescal.com

Dans son unité :

- Laboratoire d'étalonnage en Electricité-Magnétisme - Toulouse

Elle porte sur : voir pages suivantes

Domaine Electricité-Magnétisme en Laboratoire

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / Différence de potentiel								
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Piles Références à diodes zeners	Différence de potentiel	/	■ 1,018V ■ 10V	2,5 μ V 20 μ V	Comparaison à un étalon de référence	Référence de tension et diviseur Kelvin-Varley	PCEM-CAN-0001	Laboratoire
Nanovoltmètres, Voltmètres. Calibrateurs	Différence de potentiel	/	0 V à 300 μ V	50 nV	Mesure d'une tension réduite	Calibrateur + Résistances étalons. Nanovoltmètre	PCEM-CAN-0057	Laboratoire
			0,3 mV à 30 mV	$3,0 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,05 \mu$ V				
			30 mV à 200 mV	$3,2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,01 \mu$ V				
			0,2 V à 0,3 V	$3,6 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
Multimètres Voltmètres Calibrateurs	Différence de potentiel	/	0V à 10 V	$2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1 \mu$ V	Méthode d'opposition à une tension divisée	Référence de tension et diviseur Kelvin-Varley	PCEM-CAN-0001	Laboratoire
			10 V à 100 V	$2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 15 \mu$ V				
			100 V à 1 kV	$2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 150 \mu$ V				
Kilovoltmètres Sondes haute tension Générateurs haute tension Diélectrimètres	Différence de potentiel	/	1 kV à 10 kV	$4,1 \cdot 10^{-5} \cdot U + 10$ mV	Méthode de comparaison	Diviseur Haute-Tension et voltmètre	PCEM-CAN-0036	Laboratoire
			10 kV à 20 kV	$6,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 1,2$ V		Kilovoltmètre	PCEM-CAN-0037	
			20 kV à 40 kV	$9,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 12$ 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	40 Hz à 100 kHz	10 mV à 20 mV	$30 \cdot 10^{-5} \cdot U$	Mesure directe avec voltmètre différentiel	Transfert thermique	PCEM-CAN-0003	Laboratoire
		40 Hz à 100 kHz	20 mV à 220 mV	$15 \cdot 10^{-5} \cdot U$	Mesure directe avec voltmètre différentiel	Transfert thermique	PCEM-CAN-0003	Laboratoire
		40 Hz à 20 kHz	0,22 V à 1000 V	$7 \cdot 10^{-5} \cdot U$	Transposition thermique	Générateur de tension continue, transfert thermique	PCEM-CAN-0003	Laboratoire
		20 kHz à 50 kHz	0,22 V à 220 V	$8 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
		50 kHz à 100 kHz	0,22 V à 220 V	$10 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
		20 kHz à 50 kHz	220 V à 1000 V	$13 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
		50 kHz à 100 kHz	220 V à 300 V	$20 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
■ 100 kHz	220 V à 300 V	$13 \cdot 10^{-5} \cdot U$						
Kilovoltmètres Sondes haute tension Générateurs haute tension Diélectrimètres	Différence de potentiel BF	■ 50 Hz	1 kV à 5 kV	$6,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \text{ V}$	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 2,2mV	$2,9 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0024	Laboratoire
			2,2 mV à 22mV	$2,7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			22 mV à 220mV	$2,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 17 \mu V$				
			0,22 V à 2,2 V	$2,9 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,09mV$				
			2,2 V à 22 V	$3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,9mV$				
			22 V à 220V	$3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 8mV$				
		20 Hz à 40 Hz	1 mV à 2,2mV	$1,7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			2,2 mV à 22mV	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			22 mV à 220mV	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 13 \mu V$				
			0,22 V à 2,2 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,07mV$				
			2,2 V à 22 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,7mV$				
			22 V à 220V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 6mV$				
		40 Hz à 20 kHz	1 mV à 2,2mV	$1,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			2,2 mV à 22mV	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			22 mV à 220mV	$1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 13 \mu V$				
			0,22 V à 2,2 V	$5,2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,07mV$				
			2,2 V à 22 V	$5,4 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,7mV$				
			22 V à 220V	$6,2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 6mV$				
		20 kHz à 50 kHz	1 mV à 2,2mV	$2,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			2,2 mV à 22mV	$2,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			22 mV à 220mV	$2,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 14 \mu V$				
			0,22 V à 2,2 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,07mV$				
			2,2 V à 22 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,7mV$				
			22 V à 220V	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 6mV$				
		50 kHz à 100 kHz	1 mV à 2,2mV	$6,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			2,2 mV à 22mV	$6,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			22 mV à 220mV	$5,7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 25 \mu V$				
			0,22 V à 2,2 V	$2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,09mV$				
			2,2 V à 22 V	$2,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,8mV$				
			22 V à 220V	$2,3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9mV$				
100 kHz à 300 kHz	1 mV à 2,2mV	$1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U + 14 \mu V$						
	2,2 mV à 22mV	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 14 \mu V$						
	22 mV à 220mV	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 29 \mu V$						
	0,22 V à 2,2 V	$7,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,13mV$						
	2,2 V à 22 V	$4,3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 1,8mV$						

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 220mV	$2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu V$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0024	Laboratoire
			0,22 V à 2,2 V	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,27 mV$				
			2,2 V à 22 V	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,4 mV$				
		500 kHz à 1 MHz	0,22 V à 2,2 V	$3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 mV$				
			2,2 V à 22 V	$2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 mV$				
		40 Hz à 1 kHz	220 V à 1100 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 20 mV$				
		1 kHz à 20 kHz	220 V à 1100 V	$2,4 \cdot 10^{-4} \cdot U + 24 mV$				
		20 kHz à 50 kHz	220V à 750 V	$7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 32 mV$				
50 kHz à 100 kHz	220V à 750 V	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 mV$						

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	$2 \cdot 10^{-2} \cdot U$	Mesure directe	Voltmètre HF (1)	PCEM-CAN-0006	Laboratoire
		100 MHz à 500 MHz	10 mV à 5 V	$2,5 \cdot 10^{-2} \cdot U$				
		500 MHz à 700 MHz	10 mV à 5 V	$3 \cdot 10^{-2} \cdot U$				
		700 MHz à 1 GHz	10 mV à 5 V	$5,1 \cdot 10^{-2} \cdot U$				
		■100 kHz ■1 MHz	10 mV à 10 V	$2 \cdot 10^{-2} \cdot U$				
		■10 MHz ■50 MHz ■100 MHz ■300 MHz ■500 MHz	10 mV à 5 V	$2 \cdot 10^{-2} \cdot U$				
		■700 MHz	10 mV à 5 V	$3 \cdot 10^{-2} \cdot U$				
		■1 GHz	10 mV à 5 V	$5 \cdot 10^{-2} \cdot U$				
Voltmètres HF	Différence de potentiel HF	100 kHz à 1 MHz	10 mV à 10 V	$(2 \cdot 10^{-2} + 1,2 \Gamma x) \cdot U$	Mesure par substitution	Voltmètre HF (1)	PCEM-CAN-0006	Laboratoire
		1 MHz à 250 MHz	10 mV à 2 V	$(3 \cdot 10^{-2} + 1,2 \Gamma x) \cdot U$				
		250 MHz à 500 MHz	10 mV à 1,8 V	$(3 \cdot 10^{-2} + 1,2 \Gamma x) \cdot U$				
		500 MHz à 700 MHz	10 mV à 1,8 V	$(3,5 \cdot 10^{-2} + 1,2 \Gamma x) \cdot U$				
		700 MHz à 1 GHz	10 mV à 1,8 V	$(4 \cdot 10^{-2} + 1,2 \Gamma x) \cdot U$				

■ Valeurs ponctuelles

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

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

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

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

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Ampèremètres Calibrateurs Multimètres	Intensité de courant électrique	/	100 nA à 10 mA	$4.10^{-5}.I + 200 \text{ pA}$	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	$6.10^{-5}.I$				
			2.2 à 20 A	$3.10^{-4}.I$				
Picoampèremètres Electromètres Générateurs de faible courant	Intensité de courant électrique	/	1 pA à 10 pA	$4,5.10^{-3}.I + 16 \text{ fA}$	Comparaison à un courant étalon	RHV et générateur de tension	PCEM-CAN-039	Laboratoire
			10 pA à 100 pA	$6.10^{-3}.I + 10 \text{ fA}$				
			100 pA à 1 nA	$5.10^{-3}.I + 22 \text{ fA}$				
Nanoampèremètres Ampremètres Multimètres	Intensité de courant électrique	/	10µA à 220 µA	$4,2.10^{-5}.I + 7,2 \text{ nA}$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0025	Laboratoire
			0,22 mA à 2,2 mA	$3,6.10^{-5}.I + 12 \text{ nA}$				
			2,2 mA à 22 mA	$3,6.10^{-5}.I + 110 \text{ nA}$				
			22 mA à 220 mA	$4,8.10^{-5}.I + 2,2 \text{ µA}$				
			220 mA à 2,2 A	$7,2.10^{-5}.I + 34 \text{ µA}$				
			2,2 A à 11 A	$4.10^{-4}.I + 2,7 \text{ mA}$				
Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Pincés ampèremétriques	Intensité de courant électrique	/	10 A à 100 A	$7.10^{-5}.I + 4 \text{ mA}$	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	$1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,3 \mu A$	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	$1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1 \mu A$				
		50 Hz à 5 kHz	220 mA à 2,2 A	$1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 35 \mu A$				
		50 Hz à 5 kHz	2,2 A à 10 A	$4,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3 \text{ mA}$				
		50 Hz à 5 kHz	10 A à 20 A	$7,5 \cdot 10^{-4} \cdot I$				
Générateur de courant	Intensité de courant électrique	■ 50 Hz	0,1 A à 1,1 A	$3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I$	Mesure à l'aide d'une chaîne de mesure étalonnée	Shunt associé à un multimètre	PCEM-CAN-0050	Laboratoire
			1 A à 2 A	$3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I$				
			2 A à 5 A	$3,7 \cdot 10^{-3} \cdot I$				
Pince ampéremétriques Tores amagnétiques Transformateurs d'intensité	Intensité de courant électrique	■ 50 Hz	20 A à 50 A	$7,5 \cdot 10^{-4} \cdot I$	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	$7,5 \cdot 10^{-4} \cdot I$				
			100 A à 200 A	$4,1 \cdot 10^{-3} \cdot I$				
			200 A à 1000 A	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I$				
			1000 A à 2000 A	$6 \cdot 10^{-3} \cdot I$				

■ 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	9µA à 220µA	$2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,021 \mu A$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN 0026	Laboratoire
			0,22 mA à 2,2 mA	$1,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,08 \mu A$				
			2,2 mA à 22 mA	$1,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,8 \mu A$				
			22 mA à 220 mA	$1,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \mu A$				
		40 Hz à 1 kHz	9µA à 220µA	$7,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,013 \mu A$				
			0,22 mA à 2,2 mA	$2,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,08 \mu A$				
			2,2 mA à 22 mA	$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,8 \mu A$				
			22 mA à 220 mA	$1,4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \mu A$				
			0,22 A à 2,2 A	$2,9 \cdot 10^{-4} \cdot I + 60 \mu A$				
		1 kHz à 5 kHz	2,2 A à 11 A	$4,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3,6 \text{ mA}$				
			9µA à 220µA	$3,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,017 \mu A$				
			0,22 mA à 2,2 mA	$9,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,32 \mu A$				
			2,2 mA à 22 mA	$3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1,7 \mu A$				
		5 kHz à 10 kHz	22 mA à 220 mA	$2,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 12 \mu A$				
			9µA à 220µA	$7,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,30 \mu A$				
			0,22 mA à 2,2 mA	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1,4 \mu A$				
2,2 mA à 22 mA	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 7 \mu A$							
		22 mA à 220 mA	$1,1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 21 \mu A$					

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	/	$R \leq 10 \text{ m}\Omega$	$1.10^{-4}.R + 0.5 \mu\Omega$	Méthode de comparaison	Résistance	PCEM-CAN-0005	Laboratoire
Résistances fixes ou à décades Boîtes de résistances Calibrateurs Shunts	Résistance électrique	/	10 mΩ à 10 Ω	$5.10^{-5}.R + 1 \mu\Omega$	Méthode de comparaison	Résistance	PCEM-CAN-0005	Laboratoire
			10 Ω à 1 MΩ	$5.10^{-5}.R$	Mesure directe	Ohmmètre étalon	PCEM-CAN-0005	Laboratoire
			1 MΩ à 10 MΩ	$6.10^{-5}.R$	Mesure directe	Ohmmètre étalon	PCEM-CAN-0005	Laboratoire
			10 MΩ à 100 MΩ	$21.10^{-5}.R$	Mesure directe	Ohmmètre étalon	PCEM-CAN-0005	Laboratoire
Résistances Ponts de mesure, Milliohmmètres Ohmmètres	Résistance électrique	/	■ 1 Ω	53 μΩ	Mesure directe	Résistance	PCEM-CAN-0005	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	/	■ 1 Ω	120 μΩ	Mesure directe au moyen d'un calibrateur	Calibrateur	PCEM-RUN-0005	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				
			■ 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	$6 \cdot 10^{-5} \cdot R$	Méthode des 2 générateurs	Générateurs de tension, résistance	PCEM-CAN-0005	Laboratoire
		Sous 20 V à 100 V	1 MΩ à 10 MΩ	$1 \cdot 10^{-4} \cdot R$				
		Sous 10 V à 20 V	10 MΩ à 100 MΩ	$3 \cdot 10^{-4} \cdot R$				
		Sous 20 V à 200 V	10 MΩ à 100 MΩ	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot R$				
		Sous 200 V à 1000 V	10 MΩ à 100 MΩ	$1 \cdot 10^{-4} \cdot R$				
		Sous 10 V à 20 V	100 MΩ à 1 GΩ	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R$				
		Sous 20 V à 200 V	100 MΩ à 1 GΩ	$1 \cdot 10^{-3} \cdot R$				
		Sous 200 V à 1000 V	100 MΩ à 1 GΩ	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot R$				
		Sous 10 V à 20 V	1 GΩ à 10 GΩ	$1,3 \cdot 10^{-3} \cdot R$				
		Sous 20 V à 200 V	1 GΩ à 10 GΩ	$1 \cdot 10^{-3} \cdot R$				
		Sous 200 V à 1000 V	1 GΩ à 10 GΩ	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot R$				
		Sous 10 V à 20 V	10 GΩ à 100 GΩ	$1,3 \cdot 10^{-2} \cdot R$				
		Sous 20 V à 200 V	10 GΩ à 100 GΩ	$7 \cdot 10^{-3} \cdot R$				
		Sous 200 V à 1000 V	10 GΩ à 100 GΩ	$1 \cdot 10^{-3} \cdot R$				
Sous 20 V à 200 V	100 GΩ à 1 TΩ	$1,3 \cdot 10^{-2} \cdot R$						
Sous 200 V à 1000 V	100 GΩ à 1 TΩ	$7 \cdot 10^{-3} \cdot R$						
Multimètres Mégohmmètres	Résistance électrique	Sous 100 V à 1000 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 1000 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	$5 \cdot 10^{-5} \cdot R + 3 \mu\Omega$	Mesure au moyen d'un ohmmètre re-étalonné sur des valeurs ponctuelles	Ohmmètre Résistances étalons	PCEM-CAN-0058	Laboratoire
			10 Ω à 100 Ω	$3,5 \cdot 10^{-5} \cdot R + 50 \mu\Omega$				
			100 Ω à 1 MΩ	$3,5 \cdot 10^{-5} \cdot R$				
			1 MΩ à 10 MΩ	$3,5 \cdot 10^{-5} \cdot R + 20 \Omega$				
			10 MΩ à 100 MΩ	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot R + 200 \Omega$				

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

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

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

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

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

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement

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

■ Valeur ponctuelle.

Γx est la valeur du module du facteur de réflexion.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement (suite)

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

Γ_x est la valeur du module du facteur de réflexion.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement (suite)

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

Γ_x est la valeur du module du facteur de réflexion.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement (suite)

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

Γ_x est la valeur du module du facteur de réflexion.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Facteur de réflexion								
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Composants passifs (charges) .Entrées de dispositifs de mesure.	Module du Facteur de réflexion	1 GHz à 18 GHz de 0.001 à 0.5 Mesure sur coaxial 50 W type 7 mm (de 1 à 18 GHz) et coaxial de type N (de 1 à 12 GHz)	0,001	0,0023	Mesure du rapport entre signal réfléchi et signal incident	Réflectomètre compensé	PCEM-CAN-0009	Laboratoire
			0,003	0,0026				
			0,004	0,0027				
			0,006	0,0028				
			0,01	0,0029				
			0,018	0,0031				
			0,03	0,0033				
			0,06	0,0050				
			0,1	0,0070				
			0,13	0,0072				
			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	0,0009	Mesure du rapport entre signal réfléchi et signal incident	Réflectomètre compensé	PCEM-CAN-0010	Laboratoire
			0,003	0,0011				
			0,006	0,0012				
			0,01	0,0013				
			0,03	0,0017				
			0,06	0,0027				
			0,1	0,0040				
			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	0,0016	Mesure du rapport entre signal réfléchi et signal incident	Réflectomètre compensé	PCEM-CAN-0010	Laboratoire
			0,003	0,0016				
			0,006	0,0017				
			0,01	0,0017				
			0,03	0,002				
			0,06	0,0029				
			0,1	0,0042				
			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	$(2 + 7 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot Kx$	Mesure par comparaison	Transferts de puissance étalonné 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	$(2,2 + 4 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot Kx$				
		28 GHz ■ 32 GHz, 35 GHz ■ 38 GHz ■	Kx mesuré pour une puissance de 1 mW à 10 mW	$(2,2 + 4 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot Kx$				

■ Valeurs ponctuelles

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

Γx 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 = 1mW	$(0.8 + 1,4 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot P$	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	$(2.8 + 10 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot Kx$	Mesure par comparaison	Transferts de puissance étalonné sur ligne coaxiale 50 Ω	PCEM-CAN-0007	Laboratoire

■ Valeurs ponctuelles

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

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

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Excès de bruit								
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Sources de bruit	Rapport d'excès de bruit	30 MHz ■ 1 GHz ■ 2 GHz ■ 4 GHz ■ 6 GHz ■ 8,2 GHz ■ 10 GHz ■ 12,4 GHz ■	ENR de 14 dB à 16 dB (ou 10000K)■	0,23 + 0,4 .Γ 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 10000K)■	0,30 + 0,4 .Γ x				

■ Valeurs ponctuelles

Γx est le module du facteur de réflexion ($\Gamma x < 0,15$).

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

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

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

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Calibrateurs Alimentations Générateurs	Différence de potentiel	/	0 mV à 100 mV	$10,0 \cdot 10^{-6} \cdot U + 5 \mu V$	Mesure directe	Multimètre	PCEM-CAN-0031	Site client
			0,10 V à 1,0 V	$10,0 \cdot 10^{-6} \cdot U + 6 \mu V$				Température ambiante 18 à 28 °C
			1,0 V à 10 V	$10,0 \cdot 10^{-6} \cdot U + 8 \mu V$				Humidité ambiante < 80% HR
			10 V à 100 V	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U + 200 \mu V$				Alimentation électrique 216V à 253 V
			100 V à 1000 V	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U + 400 \mu V$				

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
Calibrateurs Alimentations Générateurs	Intensité de courant électrique	/	1µA à 10 µA	$80 \cdot 10^{-6} \cdot I + 6 \text{ nA}$	Mesure directe	Multimètre	PCEM-CAN-0032	Site client
			10 µA à 100 µA	$90 \cdot 10^{-6} \cdot I + 8 \text{ nA}$				Température ambiante 18 à 28 °C
			0,10 mA à 1,0 mA	$120 \cdot 10^{-6} \cdot I + 15 \text{ nA}$				Humidité ambiante < 80% HR
			1,0 mA à 10 mA	$120 \cdot 10^{-6} \cdot I + 100 \text{ nA}$				Alimentation électrique 216V à 253 V
			10 mA à 100 mA	$180 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1 \mu A$				
			100 mA à 1000 mA	$180 \cdot 10^{-6} \cdot I + 15 \mu A$				

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

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
Calibrateurs Alimentations Générateurs	Différence de potentiel	40 Hz à 10 kHz	10 mV à 100 mV	$3,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 110 \mu V$	Mesure directe	Multimètre	PCEM-CAN-0033	Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80% HR Alimentation électrique 216V à 253 V
			0,10 V à 1,0 V	$4,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 120 \mu V$				
			1,0 V à 10 V	$3,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 150 \mu V$				
			10 V à 100 V	$3,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 550 \mu V$				
Calibrateurs Alimentations Générateurs	Différence de potentiel	45 Hz à 1 kHz	100 V à 700 V	$3,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 4 \text{ mV}$	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 / 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	60 Hz à 400Hz	1 mA à 10 mA	$4,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3,5 \mu A$	Mesure directe	Multimètre	PCEM-CAN-0034	Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80% HR Alimentation électrique 216V à 253 V
			10 mA à 100 mA	$4,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 35 \mu A$				
			0,1 A à 1 A	$6,0 \cdot 10^{-4} \cdot I + 250 \mu A$				

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

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

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

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / Courant continu / 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	/	0 mV à 300 mV	$75 \cdot 10^{-6} \cdot U + 7 \mu\text{V}$	Mesure directe	Calibrateur universel	PCEM-CAN-0026	Site client
			0,30 V à 3,0 V	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 15 \mu\text{V}$				Température ambiante 18 à 28 °C
			3,0 V à 30 V	$65 \cdot 10^{-6} \cdot U + 150 \mu\text{V}$				Humidité ambiante < 80% HR
			30 V à 300 V	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 800 \mu\text{V}$				Alimentation électrique 216V à 253 V
			300 V à 1000 V	$80 \cdot 10^{-6} \cdot U + 3000 \mu\text{V}$				

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

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

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

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	$1,6 \cdot 10^{-3} \cdot U + 180 \mu V$	Mesure directe	Calibrateur universel	PCEM-CAN-0028	Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80% HR Alimentation électrique 216V à 253 V
			30 mV à 300 mV	$1,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 200 \mu V$				
			0,30 V à 3,0 V	$7,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 250 \mu V$				
			3,0 V à 30 V	$7,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 1000 \mu V$				
			30 V à 300 V	$11 \cdot 10^{-4} \cdot U + 25 mV$				
			300 V à 1000 V	$22 \cdot 10^{-4} \cdot U + 800 mV$				

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	$14 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \mu A$	Mesure directe	Calibrateur universel	PCEM-CAN-0029	Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80% HR Alimentation électrique 216V à 253 V
			3,0 mA à 10 mA	$11 \cdot 10^{-4} \cdot I + 15 \mu A$				
			10 mA à 30 mA	$12 \cdot 10^{-4} \cdot I + 12 \mu A$				
			30 mA à 300 mA	$14 \cdot 10^{-4} \cdot I + 70 \mu A$				
			0,30 A à 1,0 A	$15 \cdot 10^{-4} \cdot I + 500 \mu A$				
			1,0 A à 2,0 A	$5 \cdot 10^{-3} \cdot I + 1 mA$				
			2,0 A à 10 A	$6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 5 mA$				

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	130.10 ⁻⁶ .R + 16 mΩ	Mesure directe	Calibreur universel (1)	PCEM-CAN-0030	Site client Température ambiante 18 à 28 °C Humidité ambiante < 80% HR Alimentation électrique 216V à 253 V						
		3,0 Ω	1 mA à 125 mA												
		11 Ω	1 mA à 125 mA	10 Ω à 300 Ω	140.10 ⁻⁶ .R + 20 mΩ										
		33 Ω	1 mA à 125 mA												
		110 Ω	1 mA à 70 mA	0,3 kΩ à 3,0 kΩ	160.10 ⁻⁶ .R + 100 mΩ										
		330 Ω	1 mA à 40 mA												
		1,1 kΩ	0,1 mA à 18 mA	3,0 kΩ à 30 kΩ	160.10 ⁻⁶ .R + 1000 mΩ										
		3,3 kΩ	0,1 mA à 5 mA												
		11 kΩ	10 μA à 1800 μA	30 kΩ à 100 kΩ	160.10 ⁻⁶ .R + 10 Ω										
		33 kΩ	10 μA à 500 μA												
		110 kΩ	1 μA à 180 μA												
		330 kΩ	1 μA à 50 μA												
				1,1 MΩ	1 μA à 18 μA					0,30 MΩ à 1,0 MΩ	200.10 ⁻⁶ .R + 80 Ω	Mesure directe	Calibreur universel (2)	PCEM-CAN-0030	
				3,3 MΩ	0,1 μA à 5 μA					1,0 MΩ à 3,0 MΩ	230.10 ⁻⁶ .R + 100 Ω				
		11 MΩ	25 nA à 1800 nA	3,0 MΩ à 10 MΩ	700.10 ⁻⁶ .R + 800 Ω										

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.

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 : **04/05/2022** Date de fin de validité : **31/01/2024**

La Responsable d'accréditation
The Accreditation Manager

Séverine MOUISEL

Cette annexe technique annule et remplace l'annexe technique 2-1576 Rév. 8.

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