

Section Laboratoires

ATTESTATION D'ACCREDITATION
ACCREDITATION CERTIFICATE

N° 2-1823 rév. 10

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 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 Paris****24 - 26****RUE DE VILLENEUVE****94150 RUNGIS**

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

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

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

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

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

Date de prise d'effet / *granting date* : **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° 2-1823 Rév 9.
This certificate cancels and replaces the certificate N° 2-1823 [Rév 9](#).

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
--



Section Laboratoires

ANNEXE TECHNIQUE

à l'attestation N° 2-1823 rév. 10

L'accréditation concerne les prestations réalisées par :

TRESCAL - Agence de Paris
24 - 26
RUE DE VILLENEUVE
94150 RUNGIS

Contact :

Monsieur Mohand AGGAR
E-mail : mohan.aggar@trescal.com

Dans son unité technique :

- **Laboratoire d'Electricité-Magnétisme – Rungis**

Elle porte sur : voir pages suivantes

Accréditation Non Valide

Unité technique : Laboratoire d'Electricité-Magnétisme - Rungis

L'accréditation porte sur :

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

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Piles Références à diodes zeners	Différence de potentiel	/	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1V ■ 1,018V ■ 10V 	1,9 µV 2,4 µV 18 µV	Méthode par substitution	Référence de tension et diviseur Kelvin-Varley	PCEM-RUN-0002	Laboratoire
Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres Calibrateurs	Différence de potentiel	/	10 µV à 10 mV	1,2 µV	Méthode d'opposition à une tension divisée	Référence de tension et diviseurs	PCEM-RUN-0001	Laboratoire
			10 mV à 100 mV	1,4 µV				
			100 mV à 1 V	$1,4 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,4 \mu V$				
			1 V à 10 V	$1,7 \cdot 10^{-6} \cdot U + 7 \mu V$				
			10 V à 50 V	$5 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
			50 V à 100 V	$5 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
			100 V à 500 V	$7 \cdot 10^{-6} \cdot U$				
500 V à 1000 V	$1 \cdot 10^{-5} \cdot U$							
Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres	Différence de potentiel	/	0 mV à 220 mV	$1 \cdot 10^{-5} \cdot U + 1,1 \mu V$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0023	Laboratoire
			220 mV à 2,2V	$4,6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 2,6 \mu V$				
			2,2V à 11 V	$3,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 10 \mu V$				
			11 V à 22 V	$3,5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 50 \mu V$				
			22 V à 220 V	$5 \cdot 10^{-6} \cdot U + 0,27 mV$				
			220 V à 1000 V	$6 \cdot 10^{-6} \cdot U + 1,8 mV$				

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
Voltmètres Multimètres Calibrateurs Générateurs BF	Différence de potentiel BF	50 Hz à 10 kHz	20 mV à 70mV	$6,4 \cdot 10^{-4} \cdot U$	Transposition thermique	Générateur de tension continue, transfert thermique	PCEM-RUN-0003	Laboratoire
			70 mV à 220mV	$2 \cdot 10^{-4} \cdot U$				
		20 Hz à 40 Hz	0,22 V à 0,7 V	$7,7 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
			0,7 V à 220 V	$6,7 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
			220 V à 1000 V	$8,8 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
		40 Hz à 20 kHz	0,22 V à 0,7 V	$6,6 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
			0,7 V à 220 V	$5,1 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
			220 V à 1000 V	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$				
		Voltmètres Multimètres Calibrateurs Générateurs BF	Différence de potentiel BF	20 kHz à 50 kHz				
0,7 V à 2,2 V	$4,9 \cdot 10^{-5} \cdot U$							
2,2 V à 7 V	$5,2 \cdot 10^{-5} \cdot U$							
7 V à 22 V	$4,9 \cdot 10^{-5} \cdot U$							
22 V à 70 V	$5,9 \cdot 10^{-5} \cdot U$							
70 V à 220 V	$4,9 \cdot 10^{-5} \cdot U$							
220 V à 1000 V	$1,3 \cdot 10^{-4} \cdot U$							
50 kHz à 100 kHz	0,22 V à 0,7 V			$7,1 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
	0,7 V à 22 V			$6,2 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
	22 V à 70 V			$7,0 \cdot 10^{-5} \cdot U$				
	70 V à 220 V			$6,2 \cdot 10^{-5} \cdot U$				

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

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (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	$2,9 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu\text{V}$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0024	Laboratoire
			2,2 mV à 22mV	$2,7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu\text{V}$				
			22 mV à 220mV	$2,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 17 \mu\text{V}$				
			0,22 V à 2,2 V	$2,9 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,09 \text{ mV}$				
			2,2 V à 22 V	$3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,9 \text{ mV}$				
			22 V à 220V	$3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 8 \text{ mV}$				
		20 Hz à 40 Hz	1 mV à 2,2mV	$1,7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu\text{V}$				
			2,2 mV à 22mV	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu\text{V}$				
			22 mV à 220mV	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 13 \mu\text{V}$				
			0,22 V à 2,2 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,07 \text{ mV}$				
			2,2 V à 22 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$				
			22 V à 220V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 6 \text{ mV}$				
		40 Hz à 20 kHz	1 mV à 2,2mV	$1,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu\text{V}$				
			2,2 mV à 22mV	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu\text{V}$				
			22 mV à 220mV	$1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 13 \mu\text{V}$				
			0,22 V à 2,2 V	$5,2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,07 \text{ mV}$				
			2,2 V à 22 V	$5,4 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$				
			22 V à 220V	$6,2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 6 \text{ mV}$				

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 Calibrateurs Générateurs BF	Différence de potentiel BF	20 kHz à 50 kHz	1 mV à 2,2mV	$2,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0024	Laboratoire
			2,2 mV à 22mV	$2,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 9 \mu V$				
			22 mV à 220mV	$2,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 14 \mu V$				
			0,22 V à 2,2 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,07 \text{ mV}$				
			2,2 V à 22 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,7 \text{ mV}$				
			22 V à 220V	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 6 \text{ mV}$				
		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	$2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,09 \text{ mV}$				
			2,2 V à 22 V	$2,0 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,8 \text{ mV}$				
			22 V à 220V	$2,3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 9 \text{ mV}$				
		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	$7,6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,13 \text{ mV}$				
			2,2 V à 22 V	$4,3 \cdot 10^{-4} \cdot U + 1,8 \text{ mV}$				

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 Calibrateurs Générateurs BF	Différence de potentiel BF	300 kHz à 500 kHz	22 mV à 220mV	$2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 35 \mu\text{V}$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0024	Laboratoire
			0,22 V à 2,2 V	$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,27 \text{ mV}$				
			2,2 V à 22 V	$1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 3,4 \text{ mV}$				
		500 kHz à 1 MHz	0,22 V à 2,2 V	$3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0,5 \text{ mV}$				
			2,2 V à 22 V	$2 \cdot 10^{-3} \cdot U + 8 \text{ mV}$				
		40 Hz à 1 kHz	220 V à 1100 V	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 20 \text{ mV}$				
		1 kHz à 20 kHz	220 V à 750 V	$2,4 \cdot 10^{-4} \cdot U + 24 \text{ mV}$				
		20 kHz à 50 kHz	220V à 750 V	$7 \cdot 10^{-4} \cdot U + 32 \text{ mV}$				
50 kHz à 100 kHz	220V à 750 V	$1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U + 90 \text{ mV}$						

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

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / 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
Générateurs de tension RF	Différence de potentiel RF	■ 1 MHz ■ 3 MHz ■ 5 MHz ■ 10 MHz	■ 1 V	20 mV	Mesure directe	Voltmètre RF (1)	PCEM-RUN-0004	Laboratoire
		■ 50 MHz	■ 1 V	25 mV				
		■ 100 MHz	■ 0,6 V	20 mV				
		■ 300 MHz	■ 0,6 V	25 mV				
		■ 500 MHz ■ 700 MHz	■ 0,6 V	40 mV				
		■ 1 GHz	■ 0,6 V	50 mV				

■ Valeurs ponctuelles

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

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
Nanoampèremètres Ampèremètres Calibrateurs Multimètres	Intensité de courant électrique	/	1 nA à 1 µA	$4 \cdot 10^{-5} \cdot I + 1,2 \text{ pA}$	Mesure de la tension aux bornes d'une résistance	Référence de tension, diviseurs et résistances étalons	PCEM-RUN-0005	Laboratoire
			1 µA à 10 µA	$5,1 \cdot 10^{-6} \cdot I + 12 \text{ pA}$				
			10 µA à 100 µA	$4,5 \cdot 10^{-6} \cdot I + 120 \text{ pA}$				
			100 µA à 1 mA	$5,4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,1 \text{ nA}$				
			1 mA à 10 mA	$1,1 \cdot 10^{-5} \cdot I + 13 \text{ nA}$				
			10 mA à 50 mA	$5 \cdot 10^{-6} \cdot I + 120 \text{ nA}$				
			50 mA à 100 mA	$4 \cdot 10^{-6} \cdot I + 1,2 \text{ µA}$				
			100 mA à 500 mA	$1,5 \cdot 10^{-5} \cdot I + 13 \text{ µA}$				
500 mA à 1 A	$8,9 \cdot 10^{-5} \cdot I + 3 \text{ µA}$							
Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Pincés ampèremétriques	Intensité de courant électrique	/	1 A à 10 A	$6,6 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,2 \text{ mA}$	Mesure de la tension aux bornes d'un shunt	Shunts et multimètre	PCEM-RUN-0006	Laboratoire
Nanoampèremètres Ampèremètres Multimètres	Intensité de courant électrique	/	10µA à 220 µA	$4,2 \cdot 10^{-5} \cdot I + 7,2 \text{ nA}$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0025	Laboratoire
			0,22 mA à 2,2 mA	$3,6 \cdot 10^{-5} \cdot I + 12 \text{ nA}$				
			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	$4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2,7 \text{ mA}$							

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 Ampèremètres	Intensité de courant électrique	■ 50 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz	5 mA à 10 mA	$1,2 \cdot 10^{-4} \cdot I$	Transposition thermique de courant	Générateur de courant continu, transfert thermique, shunts	PCEM-RUN-0007	Laboratoire
		■ 50 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz	10 mA à 100 mA	$1,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 12 \mu A$				
		■ 50 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz	100 mA à 2 A	$1,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 90 \mu A$				
		■ 50 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz	2 A à 10 A	$3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1,9 \text{ mA}$				
		■ 5 kHz	5 mA à 10 mA	$2 \cdot 10^{-4} \cdot I$				
		■ 5 kHz	10 mA à 100 mA	$1,9 \cdot 10^{-4} \cdot I + 12 \mu A$				
		■ 5 kHz	100 mA à 2 A	$2,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 90 \mu A$				
		■ 5 kHz	2 A à 10 A	$3,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1,9 \text{ mA}$				

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

■ Valeurs ponctuelles

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	9µA à 220µA	$3,2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,025 \mu A$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0026	Laboratoire
			0,22 mA à 2,2 mA	$3,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,08 \mu A$				
			2,2 mA à 22 mA	$3,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,9 \mu A$				
			22 mA à 220 mA	$3,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 10 \mu A$				
		20 Hz à 40 Hz	9µA à 220µA	$2 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,021 \mu A$				
			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	$2,9 \cdot 10^{-4} \cdot I + 60 \mu A$				
			2,2 A à 11 A	$4,8 \cdot 10^{-4} \cdot I + 3,6 \mu A$				

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	1 kHz à 5 kHz	9 μ A à 220 μ A	$3,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,017 \mu A$	Directe au moyen d'un calibrateur étalon	Calibrateur	PCEM-RUN-0026	Laboratoire
			0,22 mA à 2,2 mA	$9,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 0,32 \mu A$				
			2,2 mA à 22 mA	$3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1,7 \mu A$				
			22 mA à 220 mA	$2,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 12 \mu A$				
		5 kHz à 10 kHz	9 μ A à 220 μ A	$7,6 \cdot 10^{-3} \cdot I + 0,30 \mu A$				
			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 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 Shunts	Résistance électrique	/	■ 100 $\mu\Omega$	20 n Ω	Méthode de comparaison	Résistance	PCEM-RUN-0008	Laboratoire
Résistances fixes ou à décades Boîtes de résistances Calibrateurs Shunts	Résistance électrique		100 $\mu\Omega$ à 1 m Ω	$2,2 \cdot 10^{-4} \cdot R + 40$ n Ω				
			1 m Ω à 10 m Ω	$2,2 \cdot 10^{-5} \cdot R + 130$ n Ω				
			10 m Ω à 100 m Ω	$6,5 \cdot 10^{-5} \cdot R + 200$ n Ω				
			100 m Ω à 1 Ω	$2,5 \cdot 10^{-5} \cdot R + 200$ n Ω				
Résistances fixes ou à décades Boîtes de résistances Calibrateurs	Résistance électrique		1 Ω à 10 Ω	$2,5 \cdot 10^{-5} \cdot R + 80$ $\mu\Omega$	Méthode potentiométrique	Diviseur, résistance	PCEM-RUN-0009	Laboratoire
			10 Ω à 100 Ω	$9 \cdot 10^{-6} \cdot R + 250$ $\mu\Omega$				
			100 Ω à 1 k Ω	$8 \cdot 10^{-6} \cdot R + 2,5$ m Ω				
			1 k Ω à 10 k Ω	$6,5 \cdot 10^{-6} \cdot R + 12$ m Ω				
			10 k Ω à 100 k Ω	$6,8 \cdot 10^{-6} \cdot R + 110$ m Ω				
		100 k Ω à 1 M Ω	$2,1 \cdot 10^{-5} \cdot R + 0,6$ Ω					

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

■ Valeurs ponctuelles

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 22 V	1 M Ω à 10 M Ω	7.10 ⁻⁵ .R	Méthode des 2 générateurs	Générateurs de tension, résistance	PCEM-RUN-0032	Laboratoire
		Sous 22 V à 100 V	1 M Ω à 10 M Ω	1.10 ⁻⁴ .R				
		Sous 10 V à 22 V	10 M Ω à 100 M Ω	3,5.10 ⁻⁴ .R				
		Sous 22 V à 220 V	10 M Ω à 100 M Ω	1,6.10 ⁻⁴ .R				
		Sous 220 V à 1000 V	10 M Ω à 100 M Ω	1.10 ⁻⁴ .R				
		Sous 10 V à 20 V	100 M Ω à 1 G Ω	1,4.10 ⁻³ .R				
		Sous 20 V à 200 V	100 M Ω à 1 G Ω	1.10 ⁻³ .R				
		Sous 200 V à 1000 V	100 M Ω à 1 G Ω	1,6.10 ⁻⁴ .R				
		Sous 10 V à 20 V	1 G Ω à 10 G Ω	1,4.10 ⁻³ .R				
		Sous 20 V à 1000 V	1 G Ω à 10 G Ω	1.10 ⁻³ .R				
		Sous 10 V à 20 V	10 G Ω à 100 G Ω	1,4.10 ⁻² .R				
		Sous 20 V à 1000 V	10 G Ω à 100 G Ω	7.10 ⁻³ .R				
		Sous 20 V à 1000 V	100 G Ω à 1 T Ω	1,4.10 ⁻² .R				

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

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
Milliohmmètres Ohmmètres	Résistance électrique	/	■ 100 $\mu\Omega$	10 n Ω	Mesure directe	Résistance	PCEM-RUN-0010	Laboratoire
			■ 1 m Ω	20 n Ω				
			■ 10 m Ω	40 n Ω				
			■ 100 m Ω	1,2 $\mu\Omega$				
			■ 1 Ω	2,7 $\mu\Omega$				
			■ 10 Ω	55 $\mu\Omega$				
			■ 100 Ω	530 $\mu\Omega$				
			■ 1 k Ω	2,2 m Ω				
			■ 10 k Ω	66 m Ω				
			■ 100 k Ω	690 m Ω				
			■ 1 M Ω	22 Ω				
Multimètres Mégohmmètres	Résistance électrique	Sous 100 V à 1000 V	■ 100 M Ω	500 k Ω	Mesure directe	Résistance	PCEM-RUN-0031	Laboratoire
			■ 1 G Ω	7,0 M Ω				
			■ 10 G Ω	100 M Ω				
			■ 100 G Ω	1000 M Ω				
			■ 1 T Ω	10 G Ω				

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	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				
			■ 10 MΩ	0,5 kΩ				
			■ 19 MΩ	1,2 kΩ				
■ 100 MΩ	16 kΩ							

■ Valeurs ponctuelles

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / 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	Résistance électrique En 4 ou 5 fils	■ 1 kHz	■ 1 Ω	0,9 m Ω	Mesure par substitution	Résistance, pont de mesure RLC	PCEM-RUN-0029	Laboratoire
			■ 10 Ω	2,0 m Ω				
			■ 100 Ω	20 m Ω				
			■ 1 k Ω	200 m Ω				
			■ 10 k Ω	2,0 Ω				
	Résistance électrique En 2 ou 3 fils	■ 1 kHz	■ 1 Ω	9 m Ω				
			■ 10 Ω	10 m Ω				
			■ 100 Ω	20 m Ω				
			■ 1 k Ω	200 m Ω				
			■ 10 k Ω	2,0 Ω				
Ponts de mesure	Résistance électrique En 4 ou 5 fils	■ 1 kHz	■ 1 Ω	0,6 m Ω	Mesure directe	Résistance	PCEM-RUN-0030	Laboratoire
			■ 10 Ω	2,0 m Ω				
			■ 100 Ω	20 m Ω				
			■ 1 k Ω	200 m Ω				
			■ 10 k Ω	2,0 Ω				
	Résistance électrique En 2 ou 3 fils	■ 1 kHz	■ 1 Ω	9 m Ω				
			■ 10 Ω	10 m Ω				
			■ 100 Ω	20 m Ω				
			■ 1 k Ω	200 m Ω				
			■ 10 k Ω	2,0 Ω				

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
Condensateurs fixes ou à décades	Capacité électrique	■ 1 kHz	100 pF à 1 nF	$1,4 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,22 \text{ pF}$	Mesure par substitution	Condensateur, pont de mesure RLC	PCEM-RUN-0011	Laboratoire
			1 nF à 10 nF	$2,9 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,1 \text{ pF}$				
			10 nF à 100 nF	$1,4 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,12 \text{ pF}$				
			100 nF à 1 μ F	$1,6 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,84 \text{ pF}$				
			1 μ F à 10 μ F	$7,5 \cdot 10^{-4} \cdot C + 30 \text{ pF}$				
Ponts de mesure Capacimètres	Capacité électrique	■ 1 kHz	100 pF à 1 nF	$1,3 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,12 \text{ pF}$	Mesure directe	Condensateur	PCEM-RUN-0012	Laboratoire
		■ 1 kHz	1 nF à 10 nF	$2,8 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,14 \text{ pF}$				
		■ 1 kHz	10 nF à 100 nF	$1,3 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,14 \text{ pF}$				
		■ 1 kHz	100 nF à 1 μ F	$1,5 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,14 \text{ pF}$				
		■ 1 kHz	1 μ F à 10 μ F	$8 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,1 \text{ pF}$				
		■ 100 Hz	10 μ F à 100 μ F	$9,8 \cdot 10^{-4} \cdot C + 0,1 \text{ pF}$				

■ 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	1 mH à 10 mH	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot L + 1 \mu\text{H}$	Mesure par substitution	Inductance, pont de mesure RLC	PCEM-RUN-0013	Laboratoire
			10 mH à 100 mH	$2,5 \cdot 10^{-3} \cdot L + 1 \mu\text{H}$				
			100 mH à 1 H	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot L + 1,7 \mu\text{H}$				
			1 H à 10 H	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot L + 14 \mu\text{H}$				
Ponts de mesure Selfmètres	Inductance	■ 1 kHz	1 mH à 10 mH	$2,4 \cdot 10^{-3} \cdot L + 1 \mu\text{H}$	Mesure directe	Inductance	PCEM-RUN-0014	Laboratoire
			10 mH à 100 mH	$2,4 \cdot 10^{-3} \cdot L + 1 \mu\text{H}$				
			100 mH à 1 H	$1,4 \cdot 10^{-3} \cdot L + 1 \mu\text{H}$				
			1 H à 10 H	$3,8 \cdot 10^{-3} \cdot L$				

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

■ Valeurs ponctuelles

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
Indicateurs de température par thermocouple type K, J, T, N, R, S, B, E	Température par simulation électrique	Sans compensation de soudure froide	- 20 mV à 70 mV	4 μ V	Mesure directe de ddp et conversion en °C	Générateur de tension	PCEM-RUN-0015	Laboratoire
Indicateurs de température par thermocouple type J, T, K	Température par simulation électrique	Avec compensation de soudure froide	- 20 mV à 70 mV	9 μ V	Mesure directe de ddp avec soudure froide déportée et conversion en °C	Générateur de tension, thermocouple de compensation, référence de température	PCEM-RUN-0016	Laboratoire
Simulateurs de température par thermocouple type K, J, T, N, R, S, B, E	Température par simulation électrique	Sans compensation de soudure froide	- 20 mV à 70 mV	3 μ V	Mesure directe de ddp et conversion en °C	Voltmètre	PCEM-RUN-0017	Laboratoire
Simulateurs de température par thermocouple type K, J, T	Température par simulation électrique	Avec compensation de soudure froide	- 20 mV à 70 mV	9 μ V	Mesure directe de ddp et conversion en °C	Voltmètre, thermocouple de compensation, référence de température	PCEM-RUN-0018	Laboratoire
Indicateurs de température par thermorésistance	Température par simulation électrique	/	10 Ω à 100 Ω	$1,3 \cdot 10^{-5} \cdot R + 0,4 \text{ m}\Omega$	Mesure directe de la résistance et conversion en °C	Ohmmètre, résistance	PCEM-RUN-0020	Laboratoire
Indicateurs de température par thermorésistance	Température par simulation électrique	/	100 Ω à 1 k Ω	$1,3 \cdot 10^{-5} \cdot R + 3 \text{ m}\Omega$	Mesure directe de la résistance et conversion en °C	Ohmmètre, résistance	PCEM-RUN-0020	Laboratoire
Simulateurs de température par thermorésistance	Température par simulation électrique	/	10 Ω à 100 Ω	$1,3 \cdot 10^{-5} \cdot R + 0,3 \text{ m}\Omega$	Mesure directe de la résistance et conversion en °C	Ohmmètre, résistance	PCEM-RUN-0019	Laboratoire
			100 Ω à 1 k Ω	$1,2 \cdot 10^{-5} \cdot R + 3 \text{ m}\Omega$				

R est la valeur de la résistance exprimée en ohms.

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	Puissance	0,1 A à 2 A, 0,1 V à 1 V	10 mW à 2 W	$1,7 \cdot 10^{-4} \cdot P$	Génération de tension et courant continu	Générateur de tension, générateur de courant	PCEM-RUN-0021	Laboratoire
		2 A à 5 A, 1 V à 100 V	2 W à 500 W	$2,4 \cdot 10^{-4} \cdot P + 0,3 \text{ mW}$				
		5 A à 20 A, 100 V à 500 V	500 W à 10k W	$4,5 \cdot 10^{-4} \cdot P$				

P est la valeur de la puissance exprimée en watts.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Puissance basse 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
Wattmètres	Puissance	<ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz Cos (φ)=1 50 mA à 100 mA, 1 V à 100 V 	50 mW à 10 W	$3,4 \cdot 10^{-4} \cdot P + 5 \mu W$	Génération de tension et courant alternatifs avec mesure du déphasage	Générateur de tension, générateur de courant, phasemètre	PCEM-RUN-0022	Laboratoire
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz Cos (φ)=1 0,5 A à 1 A, 20 V à 100 V 	10 W à 100 W	$3,6 \cdot 10^{-4} \cdot P + 0,8 \text{ mW}$				
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz Cos (φ)=1 1 A à 2 A, 100 V à 300 V 	100W à 600 W	$3,5 \cdot 10^{-4} \cdot P + 2,0 \text{ mW}$				
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz Cos (φ)=1 ■ 10 A, 60 V à 300 V 	600 W à 6 kW	$6,2 \cdot 10^{-4} \cdot P + 60 \text{ mW}$				
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz Cos (φ)=0,8 50 mA à 100 mA, 1 V à 100 V 	40 mW à 8 W	$8,5 \cdot 10^{-4} \cdot P + 2 \mu W$				
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz Cos (φ)=0,8 0,5 A à 1 A, 20 V à 100 V 	8 W à 80 W	$8,5 \cdot 10^{-4} \cdot P + 1 \text{ mW}$				
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 50 Hz Cos (φ)=0,8 1 A à 2 A, 100 V à 300 V 	80 W à 480 W	$8,5 \cdot 10^{-4} \cdot P + 1 \text{ mW}$				

P est la valeur de la puissance exprimée en watts.

■ Valeurs ponctuelles

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Puissance basse fréquence (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	Puissance	■ 50 Hz Cos (φ)=0,8 ■ 10 A, 60 V à 300 V	480 W à 4,8 kW	$1.10^{-3}.P + 30 \text{ mW}$	Génération de tension et courant alternatifs avec mesure du déphasage	Générateur de tension, générateur de courant, phasemètre	PCEM-RUN-0022	Laboratoire
		■ 50 Hz Cos (φ)=0,5 50 mA à 100 mA, 1 V à 100 V	25 mW à 5 W	$1,9.10^{-3}.P$				
		■ 50 Hz Cos (φ)=0,5 0,5 A à 1 A, 20 V à 100 V	5 W à 50 W	$1,9.10^{-3}.P$				
		■ 50 Hz Cos (φ)=0,5 1 A à 2 A, 100 V à 300 V	50 W à 300 W	$1,9.10^{-3}.P$				
		■ 50 Hz Cos (φ)=0,5 ■ 10 A, 60 V à 300 V	300 W à 3 kW	$1,9.10^{-3}.P$				

P est la valeur de la puissance exprimée en watts.

■ Valeurs ponctuelles

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 MOUISEL

Cette annexe technique annule et remplace l'annexe technique 2-1823 Rév. 9.

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

Accréditation Non Valide