Section Laboratoires

ATTESTATION D'ACCREDITATION

ACCREDITATION CERTIFICATE

N° 2-1014 rév. 13

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

DGA Maîtrise de l'information
N° SIREN : 152000469

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 FREQUENCE 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* :

DGA Maîtrise de l'information
BP 7
35998 RENNES CEDEX 9

et précisément décrites dans l'annexe technique jointe, à l'exclusion des activités réalisées dans les pays listés dans le document GEN INF 16, dont la version en vigueur est disponible sur le site internet du Cofrac (www.cofrac.fr).
and precisely described in the attached technical appendix, excluding activities performed in the countries listed in the document GEN INF 16, the current version of which is available on our website (www.cofrac.fr).

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 / *Valid from :* **16/10/2026**
Date de fin de validité / *Valid until :* **31/01/2029**

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

Le Responsable du Pôle Electricité – Rayonnements – Technologies de l'Information,
Pole manager - Electricity-Radiation-Information Technologies,

DocuSigned by:
Jérémie FREIBURGER
43CFD5C124CF4F6...

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° 2-1014 Rév 12.
This certificate cancels and replaces the certificate N° 2-1014 Rév 12.

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° 2-1014 rév. 13

L'accréditation concerne les prestations réalisées par :

DGA Maîtrise de l'information
BP 7
35998 RENNES CEDEX 9

Dans son unité :

- Laboratoire de métrologie Electricité-Magnétisme

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**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Piles Références à diode zéner	Différence de potentiel	-	■ 1,018 V	900 nV	Méthode d'opposition	Référence de tension	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_702_S-CAT/15911	Laboratoire LE103
			■10 V	6,5 µV				
Multimètres Voltmètres Nanovoltmètres	Différence de potentiel	-	0 V à 20 mV	$8{,}0 \times 10^{-6} \times U + 40$ nV	Méthode d'opposition à une tension divisée	Diviseur et référence de tension	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_747_S-CAT/15880	Laboratoire LE103
Multimètres Calibrateurs Voltmètres	Différence de potentiel	-	0 V à 10 V	$1{,}0 \times 10^{-6} \times U + 0{,}10$ µV		Diviseur et référence de tension	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_751_S-CAT/15884	Laboratoire LE103
		-	10 V à 100 V	$1{,}7 \times 10^{-6} \times U$				
		-	100 V à 1 kV	$2{,}5 \times 10^{-6} \times U$				

■ Valeurs ponctuelles
U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volt.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	20 Hz■	■ 1 mV ■ 2 mV ■ 6 mV ■ 20 mV ■ 60 mV	$4{,}0 \times 10^{-5} \times U + 4{,}5\ \mu V$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			■ 200 mV ■ 600 mV ■ 2 V ■ 6 V ■ 20 V ■ 60 V ■ 1 kV	$6{,}5 \times 10^{-5} \times U$				
			■ 200 V ■ 600 V	$9{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	40 Hz■	■ 600 mV ■ 2 V ■ 6 V ■ 20 V ■ 60 V ■ 200 V ■ 600 V ■ 1 kV	$5{,}0 \times 10^{-5} \times U$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103

■ Valeurs ponctuelles
U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volt.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	60 Hz■ 1 kHz■	■ 1 mV ■ 2 mV ■ 6 mV ■ 20 mV	1,5 µV	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			■ 60 mV	3,5 µV				
			■ 200 mV	$7{,}5 \times 10^{-5} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	1 kHz■	■ 600 mV ■ 2 V ■ 6 V ■ 20 V ■ 60 V ■ 200 V	$5{,}0 \times 10^{-5} \times U$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			■ 600 V	$6{,}5 \times 10^{-5} \times U$				
			■ 1 kV	$4 \times 10^{-5} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	10 kHz■	■ 1 mV ■ 2 mV ■ 6 mV ■ 20 mV	11 µV	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			■ 60 mV	15 µV				
			■ 200 mV	$7{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			■ 600 mV ■ 2 V ■ 6 V ■ 20 V ■ 60 V ■ 200 V	$5{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			■ 600 V	$8{,}5 \times 10^{-5} \times U$				
			■ 1 kV	$8{,}0 \times 10^{-5} \times U$				

■ Valeurs ponctuelles
U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volt.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	50 kHz■	■ 1 mV	35 µV	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			■ 2 mV ■ 6 mV ■ 20 mV ■ 60 mV	25 µV				
			■ 200 mV	$7{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			■ 600 mV ■ 2 V ■ 6 V ■ 20 V ■ 60 V ■ 200 V	$5{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			■ 600 V ■ 1 kV	$1{,}0 \times 10^{-4} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	100 kHz■	■ 1 mV ■ 2 mV	35 µV	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			■ 6 mV ■ 20 mV	25 µV				
			■ 60 mV	40 µV				
			■ 200 mV	$1{,}2 \times 10^{-4} \times U$				
			■ 600 mV ■ 2 V ■ 6 V ■ 20 V ■ 60 V ■ 200 V	$5{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			■600 V ■ 1 kV	$1{,}3 \times 10^{-4} \times U$ $1{,}3 \times 10^{-4} \times U$				

■ Valeurs ponctuelles

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

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	300 kHz■	■ 20 mV ■ 60 mV ■ 200 mV	$1{,}5 \times 10^{-2} \times U$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			■ 600 mV ■ 2 V ■ 6 V ■ 20 V	$1{,}0 \times 10^{-3} \times U$				
			■ 60 V ■ 200 V	$1{,}5 \times 10^{-3} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	1 MHz■	■ 20 mV ■ 60 mV ■ 200 mV	$1{,}5 \times 10^{-2} \times U$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			■ 600 mV ■ 2 V ■ 6 V ■ 20 V ■ 60 V	$3{,}5 \times 10^{-3} \times U$				

■ Valeurs ponctuelles
U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volt.

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	20 Hz à 60 Hz	1 mV à 2 mV	$1{,}0 \times 10^{-3} \times U + 4{,}0\ \mu V$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			2 mV à 6 mV	$3{,}0 \times 10^{-4} \times U + 4{,}0\ \mu V$				
			6 mV à 600 mV	$1{,}0 \times 10^{-4} \times U + 4{,}0\ \mu V$				
			600 mV à 200 V	$8{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			200 V à 1 kV	$1{,}0 \times 10^{-4} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	60 Hz à 1 kHz	1 mV à 2 mV	$1{,}5 \times 10^{-3} \times U + 1{,}0\ \mu V$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			2 mV à 6 mV	$3{,}0 \times 10^{-4} \times U + 1{,}0\ \mu V$				
			6 mV à 200 mV	$1{,}5 \times 10^{-4} \times U + 1{,}0\ \mu V$				
			200 mV à 600 mV	$9{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			600 mV à 200 V	$6{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			200 V à 1 kV	$8{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	1 kHz à 10 kHz	1 mV à 2 mV	$6{,}0 \times 10^{-3} \times U + 8{,}0\ \mu V$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			2 mV à 6 mV	$1{,}0 \times 10^{-3} \times U + 8{,}0\ \mu V$				
			6 mV à 20 mV	$3{,}5 \cdot 10^{-4} \times U + 8{,}0\ \mu V$				
			20 mV à 200 mV	$2{,}5 \times 10^{-4} \times U + 8{,}0\ \mu V$				
			200 mV à 600 mV	$8{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			600 mV à 200 V	$6{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			200 V à 1 kV	$9{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	10 kHz à 50 kHz	1 mV à 2 mV	$2{,}6 \times 10^{-2} \times U + 15\ \mu V$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			2 mV à 6 mV	$3{,}5 \times 10^{-3} \times U + 15\ \mu V$				
			6 mV à 20 mV	$6{,}0 \times 10^{-4} \times U + 15\ \mu V$				
			20 mV à 200 mV	$4{,}0 \times 10^{-4} \times U + 15\ \mu V$				
			200 mV à 600 mV	$8{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			600 mV à 200 V	$6{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			200 V à 1 kV	$1{,}2 \times 10^{-4} \times U$				

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

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	50 kHz à 100 kHz	1 mV à 2 mV	$3{,}5 \times 10^{-2} \times U + 15\ \mu V$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			2 mV à 6 mV	$7{,}0 \times 10^{-3} \times U + 15\ \mu V$				
			6 mV à 20 mV	$1{,}0 \times 10^{-3} \times U + 15\ \mu V$				
			20 mV à 200 mV	$7{,}0 \times 10^{-4} \times U + 15\ \mu V$				
			200 mV à 600 mV	$9{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			600 mV à 200 V	$7{,}0 \times 10^{-5} \times U$				
			200 V à 1 kV	$1{,}5 \times 10^{-4} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	100 kHz à 300 kHz	6 mV à 60 mV	$1{,}5 \times 10^{-2} \times U$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			60 mV à 600 mV	$1{,}2 \times 10^{-2} \times U$				
			600 mV à 20 V	$1{,}0 \times 10^{-3} \times U$				
			20 V à 200 V	$1{,}6 \times 10^{-3} \times U$				
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Générateurs BF	Différence de potentiel	300 kHz à 1 MHz	6 mV à 60 mV	$1{,}5 \times 10^{-2} \times U$	Mesure directe	Voltmètre à transfert thermique	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_708_S/15878	Laboratoire LE103
			60 mV à 600 mV	$1{,}2 \times 10^{-2} \times U$				
			600 mV à 60 V	$3{,}5 \times 10^{-3} \times U$				

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

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / C**ourant continu** / Intensité de courant électrique								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Multimètres Calibrateurs Ampèremètres	Intensité de courant électrique	-	0 µA à 19 µA	$3{,}0 \times 10^{-6} \times I + 20$ pA	Mesure de la tension aux bornes d'une résistance	Résistance et voltmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_712_S/16282	Laboratoire LE103
			19 µA à 190 µA	$3{,}0 \times 10^{-6} \times I + 60$ pA				
			190 µA à 1,9 mA	$3{,}0 \times 10^{-6} \times I + 0{,}6$ nA				
			1,9 mA à 10 mA	$3{,}0 \times 10^{-6} \times I + 6$ nA				
			10 mA à 19 mA	$3{,}0 \times 10^{-6} \times I + 20$ nA				
			19 mA à 100 mA	$3{,}0 \times 10^{-6} \times I + 0{,}2$ µA				
			100 mA à 1 A	$8{,}5 \times 10^{-6} \times I + 2{,}0$ µA				
			1 A à 5 A	$9{,}0 \times 10^{-6} \times I + 20$ µA				
			5 A à 10 A	$2{,}5 \times 10^{-5} \times I + 20$ µA				
			10 A à 50 A	$7{,}5 \times 10^{-5} \times I + 2{,}0$ mA				
			50 A à 100 A	$1{,}2 \times 10^{-4} \times I + 2{,}0$ mA				

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

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	20 Hz à 60 Hz	10 µA à 20 µA	$6{,}0 \times 10^{-4} \times I + 1$ nA	Mesure de la tension aux bornes d'une résistance	Résistance et voltmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_713_S/14989	Laboratoire LE103
		60 Hz à 1 kHz		$6{,}0 \times 10^{-4} \times I$				
		1 kHz à 10 kHz		$6{,}0 \times 10^{-4} \times I + 4$ nA				
		20 Hz à 1 kHz	20 µA à 60 µA	$6{,}0 \times 10^{-4} \times I$				
		1 kHz à 10 kHz		$6{,}0 \times 10^{-4} \times I + 4$ nA				
		20 Hz à 10 kHz	60 µA à 10 mA	$6{,}0 \times 10^{-4} \times I$				
Multimètres Calibrateurs Ampèremètres	Intensité de courant électrique	20 Hz à 20 kHz	10 mA à 500 mA	$1{,}5 \times 10^{-4} \times I$	Transposition thermique de courant	Générateur de courant continu, transfert thermique, shunts	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_714_S/14957	Laboratoire LE103
		20 Hz à 20 kHz	500 mA à 5 A	$2{,}0 \times 10^{-4} \times I$				
		20 Hz à 40 Hz	5 A à 10 A	$2{,}5 \times 10^{-4} \times I$				
		40 Hz à 5 kHz		$2 \times 10^{-4} \times I$				
		5 kHz à 20 kHz		$2{,}5 \times 10^{-4} \times I$				
		20 Hz à 40 Hz	10 A à 20 A	$3{,}5 \times 10^{-4} \times I$				
		40 Hz à 5 kHz		$3{,}0 \times 10^{-4} \times I$				
		5 kHz à 20 kHz		$3{,}5 \times 10^{-4} \times I$				

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

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 Résistances fixes ou décades Boites de résistances (définition en 4 ou 5 bornes)	Resistance électrique	U ≤ 100 mV	0,1 mΩ à 1 mΩ	$4{,}5 \times 10^{-6} \times R$	Méthode de comparaison	Résistance, comparateur de courant	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_15912_CAT	Laboratoire LE103
		U ≤ 300 mV	1 mΩ à 10 mΩ	$2{,}0 \times 10^{-6} \times R + 50$ nΩ				
		U ≤ 1 V	10 mΩ à 100 mΩ	$1{,}5 \times 10^{-6} \times R$				
		U ≤ 3 V	100 mΩ à 1 Ω	$1{,}0 \times 10^{-6} \times R$				
Calibrateurs Résistances fixes ou décades Boites de résistances (définition en 4 ou 5 bornes)	Resistance électrique	-	1 Ω à 1 kΩ	$1{,}5 \times 10^{-6} \times R$	Méthode de comparaison	Résistance, comparateur de courant	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_15913_CAT	Laboratoire LE103
			1 kΩ à 10 kΩ	$2{,}7 \times 10^{-6} \times R$				
			10 kΩ à 100 kΩ	$3{,}0 \times 10^{-6} \times R$				
Calibrateurs Résistances fixes ou décades Boites de résistances (définition en 2 ou 3 bornes)	Resistance électrique	-	100 kΩ à 1 MΩ	$5{,}5 \times 10^{-6} \times R$	Méthode de comparaison	Résistance, comparateur de courant	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_15913_CAT	Laboratoire LE103
Calibrateurs Résistances fixes ou décades Boites de résistances (définition en 3 ou 5 bornes)	Resistance électrique	-	1 MΩ à 10 MΩ	$1{,}0 \times 10^{-5} \times R$	Méthode de comparaison	Résistance, comparateur de courant	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_15913_CAT	Laboratoire LE103
			10 MΩ à 100 MΩ	$1{,}7 \times 10^{-5} \times R - 45$ Ω				
			100 MΩ à 1 GΩ	$1{,}3 \times 10^{-4} \times R - 0{,}95$ kΩ				

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

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 Résistances fixes ou décades Boites de résistances (définition en 4 bornes) Ohmmètres	Résistance électrique	-	1 mΩ ■	25 nΩ	Mesure directe	Résistance	Méthode interne Mode_opératoire_DGA_MI_758_S-CAT/15888	Laboratoire LE103
			10 mΩ ■	40 nΩ				
			100 mΩ ■	0,25 µΩ				
			1 Ω ■	1,0 µΩ				
			10 Ω ■	12 µΩ				
			100 Ω ■	0,12 mΩ				
			1 kΩ ■	1,6 mΩ				
			10 kΩ ■	26 mΩ				
			100 kΩ ■	0,44 Ω				
			1 MΩ ■	30 Ω				
			10 MΩ ■	300 Ω				
			100 MΩ ■	4,0 kΩ				

■ Valeurs ponctuelles

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 (définition en 3 bornes) Capacimètres Pont de mesure	Capacité électrique	1 kHz ■	■ 10 fF ■ 100 fF ■ 1 pF	$1{,}1 \times 10^{-4} \times C + 0{,}12$ fF	Méthode de comparaison	Pont à transformateur condensateur	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_715_S/13102	Laboratoire LE103
			■ 10 pF ■ 100 pF ■ 10 nF ■ 100 nF ■ 1 µF	$1{,}1 \times 10^{-4} \times C$				
			■ 1 nF	$3{,}5 \times 10^{-5} \times C$				

■ Valeurs ponctuelles
C est la valeur de la capacité électrique exprimée en farad

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 thermocouples	Température par simulation électrique	Type J Avec compensation de soudure froide	-8,095 mV à -7,976 mV (-210 °C à -204 °C)	8,0 µV (0,40 °C)	Mesure directe de ddp et conversion en °C	Générateur de tension et compensation de soudure froide	Méthode interne Mode_operatoire DGA MI_14942_CAT	Laboratoire LE103
			-7,976 mV à -7,659 mV (-204 °C à -190 °C)	8,0 µV (0,35 °C)				
			-7,659 mV à -7,094 mV (-190 °C à -169 °C)	8,0 µV (0,30 °C)				
			-7,094 mV à -5,727 mV (-169 °C à -128 °C)	8,0 µV (0,25 °C)				
			-5,727 mV à 1,019 mV (-128 °C à 20 °C)	8,0 µV (0,20 °C)				
			1,019 mV à 69,553 mV (20 °C à 1 200 °C)	8,0 µV (0,15 °C)				
		Type K Avec compensation de soudure froide	-5,891 mV à -5,813 mV (-200 °C à -195 °C)	6,0 µV (0,40 °C)				
			-5,813 mV à -5,512 mV (-195 °C à -178 °C)	6,0 µV (0,35 °C)				
			-5,512 mV à -5,029 mV (-178 °C à -155 °C)	6,0 µV (0,30 °C)				
			-5,029 mV à -3,939 mV (-155 °C à -113 °C)	6,0 µV (0,25 °C)				
			-3,939 mV à -0,079 mV (-113 °C à -2 °C)	6,0 µV (0,20 °C)				
			-0,079 mV à 0,798 mV (-2 °C à 20 °C)	6,0 µV (0,15 °C)				
			0,798 mV à 54,886 mV (20 °C à 1 372 °C)	6,0 µV (0,20 °C)				

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 thermocouples	Température par simulation électrique	Type N Avec compensation de soudure froide	-3,990 mV à -3,907 mV (-200 °C à -192 °C)	4,0 µV (0,40 °C)	Mesure directe de ddp et conversion en °C	Générateur de tension et compensation de soudure froide	Méthode interne Mode_operatoire DGA MI_14942_CAT	Laboratoire LE103
			-3,907 mV à -3,728 mV (-192 °C à -177 °C)	4,0 µV (0,35 °C)				
			-3,728 mV à -3,431 mV (-177 °C à -156 °C)	4,0 µV (0,30 °C)				
			-3,431 mV à -2,769 mV (-156 °C à -118 °C)	4,0 µV (0,25 °C)				
			-2,769 mV à 0,131 mV (-118 °C à 5 °C)	4,0 µV (0,20 °C)				
			0,131 mV à 47,513 mV (5 °C à 1 300 °C)	4,0 µV (0,15 °C)				
		Type R Avec compensation de soudure froide	-0,226 mV à -0,150 mV (-50 °C à -31 °C)	1,5 µV (0,35 °C)				
			-0,150 mV à -0,011 mV (-31 °C à -2 °C)	1,5 µV (0,30 °C)				
			-0,011 mV à 0,303 mV (-2 °C à 51 °C)	1,5 µV (0,25 °C)				
			0,303 mV à 1,372 mV (51 °C à 189 °C)	1,5 µV (0,20 °C)				
			1,372 mV à 10,665 mV (189 °C à 1 012 °C)	1,5 µV (0,15 °C)				
			10,665 mV à 20,208 mV (1 012 °C à 1 699 °C)	1,5 µV (0,10 °C)				
			20,208 mV à 21,101 mV (1 699 °C à 1 768 °C)	1,5 µV (0,15 °C)				

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 thermocouples	Température par simulation électrique	Type S Avec compensation de soudure froide	-0,236 mV à 0,181 mV (-50 °C à -37 °C)	1,5 µV (0,35 °C)	Mesure directe de ddp et conversion en °C	Générateur de tension et compensation de soudure froide	Méthode interne Mode_operatoire DGA MI_14942_CAT	Laboratoire LE103
			-0,181 mV à -0,037 mV (-37 °C à -7 °C)	1,5 µV (0,30 °C)				
			-0,037 mV à 0,312 mV (-7 °C à 52 °C)	1,5 µV (0,25 °C)				
			0,312 mV à 1,716 mV (52 °C à 232 °C)	1,5 µV (0,20 °C)				
			1,716 mV à 18,693 mV (232 °C à 1 768 °C)	1,5 µV (0,15 °C)				
		Type T Avec compensation de soudure froide	-5,603 mV à -5,224 mV (-200 °C à -178 °C)	6,5 µV (0,36 °C)				
			-5,224 mV à -4,604 mV (-178 °C à -148 °C)	6,5 µV (0,30 °C)				
			-4,604 mV à -3,350 mV (-148 °C à -99 °C)	6,5 µV (0,25 °C)				
			-3,350 mV à 20,872 mV (-99 °C à 400 °C)	6,5 µV (0,20 °C)				

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 (*)**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Indicateurs de température par thermocouples	Température par simulation électrique	Type J ; Sans compensation de soudure froide	-8,095 mV à 0 mV (-210 °C à 0 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,10 °C)	Mesure directe de ddp et conversion en °C	Générateur de tension	Méthode interne Mode_operatoire _DGA MI_756_S/14942	Laboratoire LE103
			0 mV à 69,553 mV (0 °C à 1200 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,11 °C)				
		Type K ; Sans compensation de soudure froide	-5,891 mV à 0 mV (-200 °C à 0 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,13 °C)				
			0 mV à 20,644 mV (0 °C à 500 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,10 °C)				
			20,644 mV à 54,886 mV (500 °C à 1372 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,13 °C)				
		Type N ; Sans compensation de soudure froide	-3,990 mV à 20,613 mV (-200 °C à 600 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,11 °C)				
			20,613 mV à 47,513 mV (600 °C à 1300 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,12 °C)				
		Type R ; Sans compensation de soudure froide	-0,226 mV à 0,000 mV (-50 °C à 0 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,20 °C)				
			0 mV à 21,103 mV (0 °C à 1768,1 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,15 °C)				

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

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 (*)**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Indicateurs de température par thermocouples	Température par simulation électrique	Type S ; Sans compensation de soudure froide	-0,236 mV à 0 mV (-50 °C à 0 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,20 °C)	Mesure directe de ddp et conversion en °C	Générateur de tension	Méthode interne Mode_operatoire DGA MI_756_S-CAT/14942	Laboratoire LE103
			0 mV à 18,694 mV (0 °C à 1768,1 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,15 °C)				
		Type T ; Sans compensation de soudure froide	-5,603 mV à 0 mV (-200 °C à 0 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,12 °C)				
			0 mV à 20,872 mV (0 °C à 400 °C)	$1{,}4 \times 10^{-5} \times U + 0{,}44$ µV (0,08 °C)				
Indicateur de température par thermorésistances	Température par simulation électrique	PT25	5 Ω à 9 Ω pas de 1 Ω (-196,572 °C à -158,911 °C)	$1{,}0 \times 10^{-5} \times R + 30$ µΩ ($7{,}0 \times 10^{-6} \times T + 7{,}0$ m°C)			Méthode interne Mode_opératoire_ DGA_MI_757_S-CAT/14958	
			9 Ω à 97 Ω pas de 1 Ω (-158,911 °C à 841,536 °C)	$4{,}5 \times 10^{-6} \times R + 0{,}30$ mΩ ($7{,}0 \times 10^{-6} \times T + 7{,}0$ m°C)				

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohm.
U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volt.
T est la valeur de la température exprimée en °C.

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 (*)	Principe de la méthode	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	Lieu de réalisation
Indicateurs de température par thermorésistance	Température par simulation électrique	PT100	19 Ω à 99 Ω pas de 1 Ω (-198,889 °C à -2,558 °C)	$4{,}5 \times 10^{-6} \times R + 0{,}30$ mΩ $(4{,}0 \times 10^{-6} \times T + 2{,}5$ m°C)	Mesure directe de la résistance et conversion en °C	Résistance	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_757_S/14958	Laboratoire LE103
			100 Ω à 390 Ω pas de 10 Ω (0 °C à 848,357 °C)	$4{,}5 \times 10^{-6} \times R + 0{,}60$ mΩ $(6{,}0 \times 10^{-6} \times T + 3{,}0$ m°C)				
		PT1000	190 Ω à 990 Ω pas de 10 Ω (-198,889 °C à -2,558 °C)	$4{,}5 \times 10^{-6} \times R + 0{,}60$ mΩ $(4{,}0 \times 10^{-6} \times T + 1{,}5$ m°C)				
			1 kΩ à 3,9 kΩ pas de 100 Ω (0 °C à 848,357 °C)	$4{,}5 \times 10^{-6} \times R + 6{,}0$ mΩ $(6{,}5 \times 10^{-6} \times T + 3{,}0$ m°C)				

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohm.
T est la valeur de la température exprimée en °C.

(1) Les étendues de température équivalentes sont, pour chaque couple thermoélectrique ou thermorésistance, déterminées conformément aux normes en vigueur.
(*) Afin d'obtenir l'incertitude globale d'étalonnage, l'incertitude convertie en °C sera combinée avec la résolution, la stabilité... propres à l'instrument. L'incertitude propre à la table de conversion utilisée est prise en compte.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Facteur d'étalonnage								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	■ 0,5 MHz – 1 MHz – 10 MHz – 30 MHz – 50 MHz	de 1 à 10 mW	$(2,3 + 0,40 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	transfert de puissance, sonde étalon	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_717_S-CAT/15917	Laboratoire LE102
		■ 100 MHz – 1 GHz		$(2,2 + 2,20 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
		■ 2 GHz – 3 GHz – 4 GHz		$(2,2 + 3,90 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
		500 kHz à 50 MHz		$(2,7 + 0,30 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
		50 MHz à 1 GHz		$(3,0 + 2,20 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
		1 GHz à 4 GHz		$(3,0 + 3,00 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	■ 30 MHz – 50 MHz – 300 MHz – 1 GHz	de 1 à 10 mW	$(1,6 + 0,9 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	transfert de puissance, monture bolométrique étalon	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_718_S-CAT/15384	Laboratoire LE102
		■ 2 GHz – 5 GHz – 8 GHz – 10 GHz – 12,4 GHz		$(2,1 + 9,2 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
		■ 13 GHz – 14 GHz – 15 GHz – 16 GHz – 17 GHz – 18 GHz		$(2,8 + 12 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	■ 18 GHz – 19 GHz – 20 GHz – 21 GHz – 22 GHz – 23 GHz – 24 GHz – 25 GHz – 26,5 GHz	de 1 à 10 mW	$(3,7 + 1,1 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	transfert de puissance, monture bolométrique étalon Sonde étalon	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_719_S-CAT/15918	Laboratoire LE102
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	■ 28 GHz – 30 GHz – 32 GHz – 35 GHz – 38 GHz – 40 GHz	de 1 à 10 mW	$(4,0 + 1,5 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	transfert de puissance, monture bolométrique étalon	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_720_S-CAT/15919	Laboratoire LE102
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	■ 93,5 GHz – 94 GHz – 95 GHz	de 1 à 10 mW	$(4,7 + 2,8 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	transfert de puissance, Sonde étalon	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_721_S-CAT/15920	Laboratoire LE102

■ Valeurs ponctuelles
Γx est le module du facteur de réflexion de l'élément à étalonner
Kx est le facteur d'étalonnage des wattmètres.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Facteur d'étalonnage								
Objet	**Caractéristique mesurée ou recherchée**	**Domaine d'application**	**Etendue de mesure**	**Incertitude élargie**	**Principe de la méthode**	**Principaux moyens utilisés**	**Référence de la méthode**	**Lieu de réalisation**
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	30 MHz à 1 GHz	de 1 à 10 mW	$(1,9 + 1,5 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	transfert de puissance, monture bolométrique étalon	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_718_S-CAT/15384	Laboratoire LE102
		1 GHz à 12,4 GHz		$(2,2 + 8,0 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
		12,4 GHz à 18 GHz		$(2,9 + 11 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$				
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	18 GHz à 26,5 GHz	de 1 à 10 mW	$(4,0 + 1,1 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	transfert de puissance, monture bolométrique étalon Sonde étalon	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_719_S-CAT/15918	Laboratoire LE102
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	26,5 GHz à 40 GHz	de 1 à 10 mW	$(4,5 + 1,1 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	transfert de puissance, monture bolométrique étalon	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_720_S-CAT/15919	Laboratoire LE102
Sonde de puissance Monture bolométrique	Facteur d'étalonnage	93,5 GHz à 95 GHz	de 1 à 10 mW	$(4,7 + 2,8 \times \Gamma x) \times 10^{-2} \times Kx$	Méthode par substitution	Transfert de puissance Sonde étalon	Méthode interne Mode_opératoire_DGA_MI_721_S-CAT/15920	Laboratoire LE102

Γx est le module du facteur de réflexion de l'élément à étalonner
Kx est le facteur d'étalonnage des wattmètres.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Puissance 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**
Calibrateur de milliwattmètre Source HF	Puissance RF	■ 30 MHz – 50 MHz – 300 MHz – 1 GHz	1 µW à 10 µW	$(1{,}2 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-2} \times \Gamma x^2)^{1/2} \times P$	Mesure directe	Wattmètre et monture bolométrique	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_716_S-CAT/15916	Laboratoire LE102
			10 µW à 10 mW	$(3{,}9 \times 10^{-4} + 2 \times 10^{-2} \times \Gamma x^2)^{1/2} \times P$				
Calibrateur de milliwattmètre Source HF	Puissance RF	■ 2 GHz – 4 GHz – 5 GHz – 8 GHz – 10 GHz –12,4 GHz	1 µW à 10 µW	$(1{,}2 \times 10^{-3} + 4 \times 10^{-2} \times \Gamma x^2)^{1/2} \times P$	Mesure directe	Wattmètre et monture bolométrique	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_716_S-CAT/15916	Laboratoire LE102
			10 µW à 10 mW	$(3{,}9 \times 10^{-4} + 4 \times 10^{-2} \times \Gamma x^2)^{1/2} \times P$				
Calibrateur de milliwattmètre Source HF	Puissance RF	■ 13 GHz – 14 GHz – 15 GHz – 16 GHz – 17 GHz – 18 GHz	1 µW à 10 µW	$(1{,}2 \times 10^{-3} + 10 \times 10^{-2} \times \Gamma x^2)^{1/2} \times P$	Mesure directe	Wattmètre et monture bolométrique	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_716_S-CAT/15916	Laboratoire LE102
			10 µW à 10 mW	$(4{,}4 \times 10^{-4} + 10 \times 10^{-2} \times \Gamma x^2)^{1/2} \times P$				

■ Valeurs ponctuelles
Γx est le module du facteur de réflexion de l'élément à étalonner
P est la valeur de la puissance électrique exprimée en watts

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**
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	10 MHz à 18 GHz	0 dB à 30 dB	(0,10 + 0,6 × Γx) dB	Méthode par variation de puissance	Sonde de puissance et milliwattmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_722_S-CAT/15921	Laboratoire LE102
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	10 MHz à 500 MHz	■ 30 dB	(0,21 + 0,45 × Γx) dB	Méthode par substitution directe	Affaiblisseur étalon et récepteur HF	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_723_S-CAT/15922	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,26 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,26 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,26 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 70 dB	(0,27 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 80 dB	(0,32 + 0,40 × Γx) dB				
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	500 MHz à 18 GHz	■ 30 dB	(0,33 + 0,30 × Γx) dB	Méthode par substitution directe	Affaiblisseur étalon et récepteur HF	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_723_S-CAT/15922	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,33 + 0,30 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,47 + 0,20 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,47 + 0,20 × Γx) dB				
			■ 70 dB	(0,51 + 0,20 × Γx) dB				
			■ 80 dB	(0,51 + 0,20 × Γx) dB				
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	18 GHz à 26,5 GHz	0 dB à 10dB	(0,07 + 0,7 × Γx) dB	Méthode par variation de puissance	Sonde de puissance et milliwattmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_724_S-CAT/15923	Laboratoire LE102
			10 dB à 30 dB	(0,13 + 0,5 × Γx) dB				
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	26,5 GHz à 40 GHz	0 dB à 3 dB	(0,09 + 0,6 × Γx) dB	Méthode par variation de puissance	Sonde de puissance et milliwattmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_726_S-CAT/15925	Laboratoire LE102
			3 dB à 30 dB	(0,11 + 0,6 × Γx) dB				
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	93,5 GHz à 95 GHz	0 dB à 20 dB	(0,06 + 0,6 × Γx) dB	Méthode par variation de puissance	Sonde de puissance et milliwattmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_728_S-CAT/15927	Laboratoire LE102
			20 dB à 30 dB	(0,28 + 0,25 × Γx) dB				

■ Valeurs ponctuelles

Γx est le module du facteur de réflexion de l'élément à étalonner

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**
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	■ 1 GHz – 2 GHz – 4 GHz – 6 GHz – 8 GHz – 10 GHz – 12 GHz – 15 GHz – 18 GHz	■ 30 dB	(0,19 + 0,45 × Γx) dB	Méthode de substitution à fréquence intermédiaire	Affaiblisseur étalon, mélangeur et récepteur HF	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_723_S-CAT/15922	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,26 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,26 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,26 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 70 dB	(0,27 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 80 dB	(0,27 + 0,40 × Γx) dB				
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	■ 18 GHz – 20 GHz – 22 GHz – 24 GHz – 26,5 GHz	■ 30 dB	(0,22 + 0,35 × Γx) dB	Méthode de substitution série en HF	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, Analyseur de spectre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_725_S-CAT/15924	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,22 + 0,35 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,39 + 0,2 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,50 + 0,15 × Γx) dB				
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	■ 26,5 GHz – 30 GHz – 33 GHz – 36 GHz – 40 GHz	■ 30 dB	(0,16 + 0,4 × Γx) dB	Méthode de substitution série en HF	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, Analyseur de spectre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_727_S-CAT/15926	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,16 + 0,4 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,24 + 0,3 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,36 + 0,2 × Γx) dB				
Affaiblisseur fixe Câble HF Ligne à air	Affaiblissement	■ 93,5 GHz – 94 GHz – 95 GHz	■ 30 dB	(0,16 + 0,5 × Γx) dB	Méthode de substitution série en HF	Affaiblisseur étalon, ROSmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_729_S-CAT/11225	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,16 + 0,5 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,26 + 0,4 × Γx) dB				
			■ 55 dB	(0,31 + 0,3 × Γx) dB				

■ Valeurs ponctuelles
Γx est le module du facteur de réflexion de l'élément à étalonner

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**
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	10 MHz à 18 GHz	0 dB à 30 dB	(0,10 + 1,1 × Γx) dB	Méthode par variation de puissance	Sonde de puissance et milliwattmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_722_S-CAT/15921	Laboratoire LE102
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	10 MHz à 500 MHz	■ 30 dB	(0,15 + 0,90 × Γx) dB	Méthode par substitution directe	Affaiblisseur étalon et récepteur HF	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_723_S-CAT/15922	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,15 + 0,90 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,15 + 0,90 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,20 + 0,80 × Γx) dB				
			■ 70 dB	(0,28 + 0,70 × Γx) dB				
			■ 80 dB	(0,28 + 0,65 × Γx) dB				
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	500 MHz à 18 GHz	■ 30 dB	(0,33 + 0,60 × Γx) dB	Méthode par substitution directe	Affaiblisseur étalon et récepteur HF	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_723_S-CAT/15922	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,33 + 0,60 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,47 + 0,45 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,47 + 0,45 × Γx) dB				
			■ 70 dB	(0,52 + 0,40 × Γx) dB				
			■ 80 dB	(0,52 + 0,40 × Γx) dB				
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	18 GHz à 26,5 GHz	0 dB à 20 dB	(0,08 + 1,1 × Γx) dB	Méthode par variation de puissance	Sonde de puissance et milliwattmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_724_S-CAT/15923	Laboratoire LE102
			20 dB à 30 dB	(0,13 + 1,0 × Γx) dB				
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	26,5 GHz à 40 GHz	0 dB à 30 dB	(0,11 + 1,0 × Γx) dB	Méthode par variation de puissance	Sonde de puissance et milliwattmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_726_S-CAT/15925	Laboratoire LE102
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	93,5 GHz à 95 GHz	0 dB à 20 dB	(0,06 + 1,0 × Γx) dB	Méthode par variation de puissance	Sonde de puissance et milliwattmètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_728_S-CAT/15927	Laboratoire LE102
			20 dB à 30 dB	(0,28 + 0,25 × Γx) dB				

■ Valeurs ponctuelles

Γx est le module du facteur de réflexion de l'élément à étalonner

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**
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	■ 1 GHz – 2 GHz – 4 GHz – 6 GHz – 8 GHz – 10 GHz –12 GHz – 15 GHz – 1 8 GHz	■ 30 dB	(0,19 + 0,90 × Γx) dB	Méthode par substitution directe	Affaiblisseur étalon, mélangeur et récepteur HF	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_723_S-CAT/15922	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,19 + 0,90 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,19 + 0,90 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,22 + 0,80 × Γx) dB				
			■ 70 dB	(0,28 + 0,70 × Γx) dB				
			■ 80 dB	(0,32 + 0,65 × Γx) dB				
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	■ 18 GHz – 20 GHz – 22 GHz – 24 GHz – 26,5 GHz	■ 30 dB	(0,23 + 0,6 × Γx) dB	Méthode de substitution série en HF	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, Analyseur de spectre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_725_S-CAT/15924	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,23 + 0,6 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,39 + 0,4 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,49 + 0,3 × Γx) dB				
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	■ 26,5 GHz – 30 GHz – 33 GHz – 36 GHz – 40 GHz	■ 30 dB	(0,16 + 0,7 × Γx) dB	Méthode de substitution série en HF	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, Analyseur de spectre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_727_S-CAT/15926	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,16 + 0,7 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,24 + 0,55 × Γx) dB				
			■ 60 dB	(0,36 + 0,45 × Γx) dB				
Affaiblisseur variable	Affaiblissement	■ 93,5 GHz – 94 GHz – 95 GHz	■ 30 dB	(0,16 + 1,0 × Γx) dB	Méthode de substitution série en HF	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, Analyseur de spectre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_729_S-CAT/11225	Laboratoire LE102
			■ 40 dB	(0,16 + 1,0 × Γx) dB				
			■ 50 dB	(0,26 + 0,8 × Γx) dB				
			■ 55 dB	(0,31 + 0,8 × Γx) dB				

■ Valeurs ponctuelles
Γx est le module du facteur de réflexion de l'élément à étalonner

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Bruit radioélectrique								
Objet	**Caractéristique mesurée 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 Générateur de bruit	Rapport d'excès de bruit (ENR)	■ 0,03 GHz – 0,3 GHz – 1 GHz – 4 GHz	$4,5 \leq ENR < 10$	$0,50 + 0,075 \times \Gamma x$	Méthode de substitution	Source de bruit étalon, affaiblisseur étalon,	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_730_S-CAT/15928	Laboratoire LE102
			$10 \leq ENR < 30$	$0,39 + 0,097 \times \Gamma x$				
		■ 8,2 GHz – 8,6 GHz – 9,4 GHz – 10 GHz – 11,2 GHz – 12,4 GHz	$4,5 \leq ENR < 10$	$0,43 + 0,09 \times \Gamma x$				
			$10 \leq ENR < 30$	$0,29 + 0,13 \times \Gamma x$				
		■ 15 GHz – 18 GHz	$4,5 \leq ENR < 10$	$0,41 + 0,093 \times \Gamma x$				
			$10 \leq ENR < 30$	$0,26 + 0,15 \times \Gamma x$				

■ Valeurs ponctuelles

Γx est le module du facteur de réflexion de l'élément à étalonner

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Directivité et 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**
Coupleur, réflectomètre ou charge coaxiale	Directivité ou facteur de réflexion en module	1 GHz à 18 GHz	0,003	+0,011 – 0,003	Réflectomètre sur coaxial	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, réflectomètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_731_S-CAT/15929	Laboratoire LE102
			0,01	+0,11 – 0,010				
			0,03	0,011				
			0,1	0,014				
			0,3	0,032				
Coupleur ou charge mobile sur guide d'onde	Directivité ou facteur de réflexion en module	8,2 GHz à 12,4 GHz	0,001	0,000 90	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_732_S-CAT/15930	Laboratoire LE102
			0,003	0,000 90				
			0,01	0,001 0				
			0,03	0,001 6				
			0,1	0,004 5				
Coupleur ou charge mobile sur guide d'onde	Directivité ou facteur de réflexion en module	12,4 GHz à 18 GHz	0,001	+0,001 4 – 0,001 0	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_733_S-CAT/15931	Laboratoire LE102
			0,003	0,001 4				
			0,01	0,001 6				
			0,03	0,002 2				
			0,1	0,006 0				
Coupleur ou charge mobile sur guide d'onde	Directivité ou facteur de réflexion en module	18 GHz à 24 GHz	0,001	+0,001 7 – 0,001	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_734_S-CAT/15932	Laboratoire LE102
			0,003	0,001 8				
			0,01	0,001 9				
			0,03	0,002 5				
			0,1	0,006 3				
		24 GHz à 26,5 GHz	0,001	+0,001 7 – 0,001				
			0,003	0,001 8				
			0,01	0,002 2				
			0,03	0,004 1				
			0,1	0,013				
Coupleur ou charge mobile sur guide d'onde	Directivité ou facteur de réflexion en module	26,5 GHz à 40 GHz	0,001	+0,002 0 – 0,001 0	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_735_S-CAT/15933	Laboratoire LE102
			0,003	0,002 0				
			0,01	0,002 1				
			0,03	0,002 8				
			0,1	0,006 9				

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**
Coupleur ou charge mobile sur guide d'onde	Facteur de réflexion en module	93,5 GHz à 95 GHz	0,001	0,003 – 0,001	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_736_S-CAT/15934	Laboratoire LE102
			0,003	0,003				
			0,01	0,003 3				
			0,03	0,006 4				
			0,1	0,020				
Charge coaxiale fixe	Facteur de réflexion en module	1 GHz à 18 GHz (Connecteur : N femelle)	0,003	+0,019 – 0,003	Réflectomètre sur coaxial	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, réflectomètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_731_S-CAT/15929	Laboratoire LE102
			0,01	+0,019 – 0,010				
			0,03	0,019				
			0,1	0,021				
			0,3	0,034				
Charge coaxiale fixe	Facteur de réflexion en module	1 GHz à 18 GHz (Connecteur : N mâle, 3,5 mm, 2,4 mm ou 7 mm)	0,003	+0,022 – 0,003	Réflectomètre sur coaxial	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, réflectomètre	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_731_S-CAT/15929	Laboratoire LE102
			0,01	+0,022 – 0,010				
			0,03	0,022				
			0,1	0,024				
			0,3	0,036				
Charge fixe sur guide d'onde	Facteur de réflexion en module	8,2 GHz à 12,4 GHz	0,003	0,006 0 – 0,003 0	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_732_S-CAT/15930	Laboratoire LE102
			0,01	0,006 0				
			0,03	0,006 0				
			0,1	0,007 5				
			0,3	0,014				
Charge fixe sur guide d'onde	Facteur de réflexion en module	12,4 GHz à 18 GHz	0,003	0,007 5 – 0,003 0	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGA MI_733_S-CAT/15931	Laboratoire LE102
			0,01	0,007 5				
			0,03	0,007 5				
			0,1	0,009 5				
			0,3	0,019				

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**
Charge fixe sur guide d'onde	Facteur de réflexion en module	18 GHz à 24 GHz	0,003	+0,007 2 – 0,0 030	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_734_S-CAT/15932	Laboratoire LE102
			0,01	0,007 2				
			0,03	0,007 4				
			0,1	0,009 2				
			0,3	0,019				
		24 GHz à 26,5 GHz	0,003	+0,007 2 – 0,003 0				
			0,01	0,007 3				
			0,03	0,008 1				
			0,1	0,014				
			0,3	0,038				
Charge fixe sur guide d'onde	Facteur de réflexion en module	26,5 GHz à 40 GHz	0,003	0,019 – 0,003	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_735_S-CAT/15933	Laboratoire LE102
			0,01	0,019 – 0,01				
			0,03	0,019				
			0,1	0,020				
			0,3	0,027				
Charge fixe sur guide d'onde	Facteur de réflexion en module	93,5 GHz à 95 GHz	0,003	0,034 – 0,003	Réflectomètre semi compensé sur guide d'onde	Affaiblisseur étalon, ROSmètre, coupleur guide d'onde	Méthode interne Mode_operatoire_DGAMI_736_S-CAT/15934	Laboratoire LE102
			0,01	0,034 – 0,01				
			0,03	0,034				
			0,1	0,039				
			0,3	0,067				

Portée flexible FLEX2 : Le laboratoire est reconnu compétent pour adopter toute méthode reconnue, dans le domaine couvert par la portée générale dans la limite de ses CMC. La liste détaillée des prestations réalisées par l'organisme est disponible sur le site internet www.cofrac.fr ou directement auprès de l'organisme.

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 : **16/10/2026** Date de fin de validité : **31/01/2029**

Cette annexe technique annule et remplace l'annexe technique 2-1014 Rév. 12.

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