

Section Laboratoires

ATTESTATION D'ACCREDITATION**ACCREDITATION CERTIFICATE****N° 2-13 rév. 12**

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

UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE

N° SIREN : 192512150

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 :

TEMPS ET FREQUENCE*TIME AND FREQUENCY*réalisées par / *performed by :***LNE-LTFB****41 BIS AVENUE DE L'OBSERVATOIRE****BP 1615****25010 BESANCON CEDEX**

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* : **31/10/2024**

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° 2-13 Rév 11.
This certificate cancels and replaces the certificate N° 2-13 [Rév 11](#).

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° 2-13 rév. 12

L'accréditation concerne les prestations réalisées par :

LNE-LTFB
41 BIS AVENUE DE L'OBSERVATOIRE
BP 1615
25010 BESANCON CEDEX

Dans son unité technique :

- UT 2-13 (FEMTO-ST)

Elle porte sur : voir pages suivantes

Unité technique : UT 2-13 (FEMTO-ST)

Portée générale

TEMPS-FREQUENCE / Stabilité de 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
Source de fréquence	Stabilité de Fréquence	Pas d'échantillonnage fixe : t = 0,1s	5 MHz, 10 MHz	3×10^{-12}	Comparaison de la fréquence à mesurer avec la fréquence de référence via un pré-multiplicateur d'écart	Multiplicateur d'écart	PROCET01	Laboratoire
		Pas d'échantillonnage fixe : t = 1s	5 MHz, 10 MHz	5×10^{-13}				
		Pas d'échantillonnage fixe : t = 10s, t=100s	5 MHz, 10 MHz	3×10^{-13}				
		Pas d'échantillonnage variable : 0,1 s ≤ t < 1 s	5 MHz, 10 MHz	$2 \times 10^{[-0,78 \times (\text{Log } t) - 12,6]}$				
		Pas d'échantillonnage variable : 1 s ≤ t < 10 s	5 MHz, 10 MHz	5×10^{-13}				
		Pas d'échantillonnage variable : 10 s ≤ t ≤ 100 s	5 MHz, 10 MHz	3×10^{-13}				

TEMPS-FREQUENCE / Stabilité de 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
Source de fréquence	Stabilité de Fréquence	Pas d'échantillonnage variable : 0,1 s ≤ t < 1 s	5 MHz	$2 \times 10^{[-0,81 \times (\text{Log } t) - 12,454]}$	Comparaison de la fréquence à mesurer avec la fréquence de référence via un analyseur d'intervalles de temps	Analyseur TSC5110A	PROCET08	Laboratoire
		Pas d'échantillonnage variable : 1 s ≤ t < 10 s	5 MHz	$2 \times 10^{[-0,217 \times (\text{Log } t) - 12,454]}$				
		Pas d'échantillonnage variable : 10 s ≤ t ≤ 100 s	5 MHz	$2 \times 10^{[0,18 \times (\text{Log } t) - 12,851]}$				
		Pas d'échantillonnage variable : 0,1 s ≤ t < 1 s	10 MHz	$2 \times 10^{[-0,83 \times (\text{Log } t) - 12,417]}$				
		Pas d'échantillonnage variable : 1 s ≤ t < 10 s	10 MHz	$2 \times 10^{[-0,25 \times (\text{Log } t) - 12,417]}$				
		Pas d'échantillonnage variable : 10 s ≤ t ≤ 100 s	10 MHz	$2 \times 10^{[0,2 \times (\text{Log } t) - 12,87]}$				

TEMPS-FREQUENCE / Stabilité de 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
Source de fréquence	Stabilité de Fréquence	Pas d'échantillonnage fixe : 0,1 s	5 MHz à 1 GHz	5×10^{-12}	Mesure du battement entre le signal à mesurer et le signal issu d'un synthétiseur piloté	Synthétiseur de fréquence	PROCET02	Laboratoire
		Pas d'échantillonnage fixe : 1 s	5 MHz à 1 GHz	6×10^{-13}				
		Pas d'échantillonnage fixe : 10 s ou 100 s	5 MHz à 1 GHz	3×10^{-13}				

TEMPS-FREQUENCE/ Densité spectrale de puissance des fluctuations de phase

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Source de fréquence	Bruit de phase	*Voir tableau 1 ci-dessous	5 MHz à 500 MHz	2 dB	Mesure de deux oscillateurs identiques. Analyse FFT du signal d'écart de phase obtenu par comparaison du signal analysé et du signal référence asservi sur celui-ci	Banc de mesure HP3048	PROCET09	Laboratoire
		*Voir tableau 2 ci-dessous	500 MHz à 18 GHz	2 dB				
		*Voir tableau 3 ci-dessous	5 MHz à 1,8 GHz	2,5 dB	Analyse FFT du signal d'écart de phase obtenu par comparaison du signal analysé et du signal référence asservi sur celui-ci	Banc de mesure de bruit de phase EUROPTTEST PN 9000.	PROCET11	
		*Voir tableau 4 ci-dessous	5 MHz à 5,4 GHz	2 dB	Analyse FFT du signal d'écart de phase obtenu par comparaison du signal analysé et du signal référence asservi sur celui-ci	Mesure du battement entre le signal à mesurer et le signal issu d'un synthétiseur piloté par la référence.	PROCET10	Laboratoire

TEMPS ET FREQUENCE / Densité spectrale de puissance des fluctuations de phase

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode	Lieu de réalisation
Source de fréquence	Bruit de phase	Voir tableau 5	5 MHz à 30 MHz	2 dB	Mesure de deux oscillateurs à bruits de phase identiques	Banc de mesure Symmetricom TSC 5120A	PROCET12	Laboratoire
		Voir tableaux 6.a et 7.a / 7.b	10 MHz à 26,5 GHz	4 dB	Mesure d'un oscillateur par intercorrélacion des deux mesures résultantes de sa comparaison avec deux sources internes décorréelées	Banc de mesure Agilent E5052B et E5053A	PROCET13	
		Voir tableau 8 (pour plus de 15 moyennages)	8 GHz à 12 GHz	2,5 dB	Mesure d'un oscillateur par intercorrélacion des deux signaux de sortie des deux bras de mesure de bruit de phase à lignes à retard décorréelées	Banc Optoélectronique	PROCET14	
Système de mesure de bruit de phase		Voir tableaux 5 / 6.a et 7.a / 7.b	10 MHz 100 MHz	3 dB 4,5 dB	Mesure simultanée d'un oscillateur par deux systèmes de caractérisation du bruit de phase	Banc de mesure Symmetricom TSC 5120A Banc de mesure Agilent E5052B	PROCET15	

Tableau 1		
Domaine de mesure	Fréquence de Fourier (f) Hz	Bruit de phase unilatéral résiduel du banc de mesure $L(f)$ en dBc/Hz
5 MHz à 500 MHz	$1 \leq f < 10$	-140 à -150
	$10 \leq f < 10^2$	-150 à -160
	$10^2 \leq f < 10^3$	-160 à -170
	$10^3 \leq f < 10^4$	-170 à -172
	$10^4 \leq f \leq 10^5$	-172

Tableau 2		
Domaine de mesure	Fréquence de Fourier (f) Hz	Bruit de phase unilatéral résiduel du banc de mesure $L(f)$ en dBc/Hz
500 MHz à 18 GHz	$1 \leq f < 10$	-130 à -140
	$10 \leq f < 10^2$	-140 à -150
	$10^2 \leq f < 10^3$	-150 à -160
	$10^3 \leq f < 10^4$	-160 à -170
	$10^4 \leq f \leq 10^5$	-170

Tableau 3		
Domaine de Mesure	Fréquence de Fourier (f) Hz	Bruit de phase unilatéral résiduel du banc de mesure $L(f)$ en dBc/Hz
5 MHz à 1,8 GHz	$1 \leq f < 10$	-130 à -140
	$10 \leq f < 10^2$	-140 à -150
	$10^2 \leq f < 10^3$	-150 à -160
	$10^3 \leq f < 10^4$	-160 à -170
	$10^4 \leq f < 10^5$	-170
	$10^5 \leq f \leq 10^7$	-170

Tableau 4						
Domaine de mesure (MHz)	Bruit de phase unilatéral résiduel $L(f)$ exprimé en dBc/Hz en fonction des Fréquences de Fourier $L(f) = (S\phi(f) - 3 \text{ dB})$					
	1 Hz	10 Hz	10^2 Hz	10^3 Hz	10^4 Hz	10^5 Hz
4,5 à 5,5	- 120	- 140	- 150	- 160	- 165	- 165
9 à 11	- 114	- 136	- 144	- 156	- 159	- 159
11 à 120	- 94	- 113	- 130	- 140	- 146	- 146
120 à 160	- 90	- 120	- 132	- 142	- 148	- 146
160 à 320	- 88	- 113	- 126	- 133	- 143	- 142
320 à 640	- 82	- 107	- 119	- 130	- 148	- 148
640 à 1280	- 75	- 101	- 111	- 122	- 140	- 142
1280 à 2700	- 65	- 60	- 90	- 120	- 130	- 130
2700 à 5400	- 55	- 53	- 84	- 114	- 124	- 124

Tableau 5. Banc symmetricom TSC 5120A

Phase Noise Specifications	
• Measurement accuracy:	±1.0 dB
• Offset frequency range:	0.1 mHz to 1 MHz
• System noise floor (for 10 MHz input):	
Offset	$\mathcal{L}(f)$ Phase Noise
1 Hz	-145 dBc/Hz
10 Hz	-155 dBc/Hz
100 Hz	-165 dBc/Hz
≥10 kHz	-175 dBc/Hz
• System noise floor (for 10 MHz input) when using 5120A-01's internal reference:	
Offset	$\mathcal{L}(f)$ Phase Noise
1 Hz	-120 dBc/Hz
≥10 kHz	-168 dBc/Hz

Tableau 6. a Banc agilent E5052B : bruit de phase résiduel en dBc/Hz (Corrélation = 1. Temps d'intégration : 12.9 s)

RF input frequency		Offset frequency [Hz] from the carrier									
		1	10	100	1k	10k	100k	1M	10M	40M	100M
10 MHz	specification				-148	-156	-166	-168	----	----	----
	SPD	-100	-131	-151	-164	-172	-178	-178	----	----	----
100 MHz	specification				-147	-156	-163	-168	-170	----	----
	SPD	-80	-111	-136	-154	-164	-171	-175	-178	----	----
1 GHz	specification				-128	-137	-144	-160	-170	-168	-169
	SPD	-60	-91	-116	-135	-146	-155	-171	-178	-178	-177
3 GHz	specification				-118	-127	-133	-149	-163	-164	-165
	SPD	-50	-81	-106	-127	-135	-142	-161	-175	-177	-177
7 GHz	specification				-111	-120	-127	-143	-157	-158	-159
	SPD	-43	-74	-99	-121	-129	-138	-154	-171	-174	-175

Tableau 7.a : Banc agilent E5052B + E5053A : bruit de phase résiduel en dBc/Hz (Corrélation = 1. Temps d'intégration : 13 s. « normal capture range »)

RF input frequency	Offset frequency [Hz] from the carrier									
	1	10	100	1k	10k	100k	1M	10M	40M	100M
3 GHz	-48	-79	-99	-124	-135	-137	-153	-164	-167	-167
10 GHz	-38	-72	-91	-116	-124	-128	-147	-156	-160	-160
18 GHz	-33	-66	-85	-110	-121	-125	-141	-150	-154	-154
26,5 GHz	-30	-63	-82	-107	-118	-122	-138	-147	-151	-151

Tableau 7.b : Banc agilent E5052B + E5053A : bruit de phase résiduel en dBc/Hz (Corrélation = 1. Temps d'intégration : 13 s. « wide capture range »)

RF input frequency	Offset frequency [Hz] from the carrier								
	1	10	100	1k	10k	100k	1M	10M	40M
3 GHz	---	---	---	-106	-126	-141	-153	-157	-158
10 GHz	---	---	---	-106	-125	-141	-153	-157	-158
18 GHz	---	---	---	-106	-125	-140	-153	-157	-158
26,5 GHz	---	---	---	-106	-125	-139	-153	-157	-158

Tableau 8 : Banc optoélectronique : plancher de bruit de phase résiduel en dBc/Hz

Input frequency (carrier)	Offset frequency from carrier								
	(*) 10 Hz	(*) 100 Hz	(*) 1 kHz	(*) 10 kHz	(*) 40 kHz	(-) 50 kHz	(-) 100 kHz	(-) 1 MHz	
8 GHz	-80	-112	-140	-165	-168	-145	-148	-170	AVG : 200
10 GHz	-80	-110	-135	-165	-168	-142	-146	-170	AVG : 100
12 GHz	-79	-107	-132	-155	-160	-140	-144	-166	AVG : 100

(*) : Fibre de longueur 2km

(-) : Fibre de longueur 100m

Porté flexible FLEX3 :

Le laboratoire peut employer, adapter ou développer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur sans toutefois que les incertitudes mentionnées ne soient inférieures aux possibilités en matière de mesure et d'étalonnage (CMCs) répertoriés dans la base de données du BIPM ("KCDB", base de données des comparaisons clés), liée à la mise en place des accords de reconnaissance du CIPM.

Portée détaillée*

**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 : **31/10/2024**

La Responsable d'accréditation
The Accreditation Manager

Séverine MOUISEL

Cette annexe technique annule et remplace l'annexe technique 2-13 Rév. 11.

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