

ANNEXE TECHNIQUE N° 2
à l'attestation d'accréditation (convention n° 3039)
Norme NF EN ISO/CEI 17025 v2005

L'entité juridique ci-dessous désignée :

NOM : UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE - UFC Adresse : 1 RUE GOUDIMEL 25030 BESANÇON CEDEX

est accréditée par le Cofrac – Section Laboratoires – pour son ou ses laboratoire(s), site(s) et unité(s) technique(s) suivant(s) :

<u>SITE CONCERNÉ</u>	Nom : LNE-LTFB (Laboratoire Temps-Fréquence de Besançon) Adresse : 41 BIS AVENUE DE L'OBSERVATOIRE BP 1615 25010 BESANÇON
-----------------------------	--

Unité technique : UT 2-13 (FEMTO-ST)

L'accréditation est accordée selon le périmètre suivant : **Temps-Fréquence**

Elle porte sur les étalonnages suivants : Cf. tableaux pages suivantes.

ANNULE ET REMPLACE L'ANNEXE TECHNIQUE EDITEE LE 26/10/2011

Fait à Paris, le 21 novembre 2011

Le Responsable d'accréditation : Séverine MOUISEL

L'écart de la fréquence de référence locale est de : $\pm 10^{-12}$

La fréquence de référence du laboratoire est celle issue du signal de sortie de l'oscillateur asservi sur le signal fourni par l'Observatoire de Besançon (accréditation n° 2-06).

PORTÉE FLEXIBLE :

	Objet soumis à étalonnage Instrument de mesure (*)	Propriété mesurée Mesurande	Méthode d'étalonnage (norme, méthode développée par le laboratoire, méthode publiée) (**)
1	Synthétiseur de fréquence Générateur Oscillateur	Mesure de fréquence	Mesure par comparaison à l'aide d'un prémultiplicateur d'écart
2	Synthétiseur de fréquence Générateur Oscillateur	Mesure de fréquence	Mesure par comparaison à l'aide d'un analyseur d'intervalles de temps
3	Synthétiseur de fréquence Oscillateur	Mesure de densité spectrale de puissance des fluctuations de phase	Asservissement des 2 oscillateurs l'un sur l'autre. Analyse du signal d'erreur.
4	Synthétiseur de fréquence Générateur Oscillateur	Mesure de densité spectrale de puissance des fluctuations de phase	Asservissement de l'oscillateur à mesurer sur le signal synthétisé à partir de l'oscillateur de référence. Analyse du signal d'erreur.

(*) Le laboratoire détient une liste détaillée des instruments de mesure susceptibles d'être étalonnés.

(**) Le laboratoire peut employer d'autres méthodes (équivalentes en terme de principe) à condition de dégrader les incertitudes d'étalonnage mentionnées dans les tableaux de la portée détaillée ci-dessous.

Date de prise d'effet : 1^{er} novembre 2011	Les incertitudes élargies correspondent aux aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) du laboratoire pour une probabilité de couverture de 95%.
---	--

PORTÉE DÉTAILLÉE :

Ligne 1: MESURE DE FREQUENCE (avec un prémultiplicateur d'écart)

Domaine de mesure	Temps de mesure	Incertitude sur la stabilité exprimée en 2 écarts types σ_y (τ)	Méthodes et moyens mis en oeuvre
5 MHz ■ 10 MHz ■	0,1 s	$3 \cdot 10^{-12}$	Comparaison de la fréquence à mesurer à la fréquence de référence avec un prémultiplicateur d'écart.
5 MHz ■ 10 MHz ■	1 s	$5 \cdot 10^{-13}$	
5 MHz ■ 10 MHz ■	10 s	$3 \cdot 10^{-13}$	
5 MHz ■ 10 MHz ■	100 s	$3 \cdot 10^{-13}$	
5 MHz ■ 10 MHz ■	$0,1 \text{ s} \leq \tau < 1 \text{ s}$	$2 \cdot 10^{-13} \cdot [-0,78 \cdot (\text{Log } \tau) - 12,6]$	
5 MHz ■ 10 MHz ■	$1 \text{ s} \leq \tau < 10 \text{ s}$	$5 \cdot 10^{-13}$	
5 MHz ■ 10 MHz ■	$10 \text{ s} \leq \tau \leq 100 \text{ s}$	$3 \cdot 10^{-13}$	

■ → Valeur ponctuelle

^ → puissance

Log → Logarithme en base 10

Ligne 2: MESURE DE FREQUENCE (à l'aide d'un analyseur d'intervalles de temps)

Domaine de mesure	Temps de mesure τ	Incertitude sur la stabilité exprimée en 2 écarts types $\sigma_y(\tau)$	Méthode et moyens mis en oeuvre
5 MHz ■	$0,1s \leq \tau < 1s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [-0,81 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,454]$	Comparaison de la fréquence à mesurer à la fréquence de référence à l'aide du banc TSC5110A.
5 MHz ■	$1s \leq \tau < 10s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [-0,217 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,454]$	
5 MHz ■	$10s \leq \tau \leq 100s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [+0,18 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,851]$	
10 MHz ■	$0,1s \leq \tau < 1s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [-0,83 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,417]$	
10 MHz ■	$1s \leq \tau < 10s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [-0,25 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,417]$	
10 MHz ■	$10s \leq \tau \leq 100s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [+0,2 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,87]$	

Domaine de mesure	Temps de mesure τ	Incertitude sur la stabilité exprimée en 2 écarts types $\sigma_y(\tau)$	Méthode et moyens mis en oeuvre
1 MHz à 20 MHz	$0,1s \leq \tau < 1s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [-1,154 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,217]$	Comparaison de la fréquence à mesurer à la fréquence de référence à l'aide d'un analyseur d'intervalles de temps.
	$1s \leq \tau < 10s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [-0,44 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,217]$	
	$10s \leq \tau \leq 100s$	$2 \cdot 10^{-12} \cdot [+0,3 \cdot (\text{Log}\tau) - 12,95]$	

Domaine de mesure	Temps de mesure	Incertitude sur la stabilité exprimée en 2 écarts types $\sigma_y(\tau)$	Méthodes et moyens mis en oeuvre
5 MHz à 1 GHz	0,1 s	$5 \cdot 10^{-12}$	Mesure du battement entre le signal à mesurer et le signal issu d'un synthétiseur piloté par la référence.
	1 s	$6 \cdot 10^{-13}$	
	10 s	$3 \cdot 10^{-13}$	
	100 s	$3 \cdot 10^{-13}$	

Date de prise d'effet : 1^{er} novembre 2011	Les incertitudes élargies correspondent aux aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) du laboratoire pour une probabilité de couverture de 95%.
---	--

Ligne 3 : MESURE DE DENSITE SPECTRALE DE PUISSANCE DES FLUCTUATIONS DE PHASE

Domaine de mesure	Fréquence de Fourier (f) Hz	Bruit de phase unilatéral résiduel du banc de mesure $\mathcal{L}^*(f)$ en dBc/Hz	Incertitude (2 σ)	Méthodes et moyens mis en oeuvre
5 MHz à 500 MHz	$1 \leq f < 10$	-140 à -150**	2 dB	Test de deux oscillateurs identiques. Asservissement des 2 oscillateurs l'un sur l'autre. Analyse du signal d'erreur.
	$10 \leq f < 10^2$	-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		
500 MHz à 18 GHz	$1 \leq f < 10$	-130 à -140**	2 dB	Test de deux oscillateurs identiques. Asservissement des 2 oscillateurs l'un sur l'autre. Analyse du signal d'erreur.
	$10 \leq f < 10^2$	-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		

Domaine de Mesure	Fréquence de Fourier Hz	Bruit de phase unilatéral résiduel du banc de mesure $\mathcal{L}^*(f)$ en dBc/Hz	Incertitude (2 σ)	Méthodes et moyens mis en oeuvre
5 MHz à 1,8 GHz	$1 \leq f < 10$	-130 à -140**	2,5 dB	Asservissement de l'oscillateur à mesurer sur un oscillateur de référence par l'intermédiaire d'un banc de mesure de bruit de phase EUROPTST PN 9000.
	$10 \leq f < 10^2$	-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		

* : $\mathcal{L}(f) = S\phi(f) - 3$ dB avec $S\phi(f)$ en dB rad²/Hz

** : - x à -y signifie une décroissance selon un profil linéaire dans un espace log – log de $\mathcal{L}(f)$ en fonction de f

Ligne 4 : MESURE DE DENSITE SPECTRALE DE PUISSANCE DES FLUCTUATIONS DE PHASE

($S_{\phi}(f)$ en dB rad²/Hz)

Domaine de mesure (MHz)	Bruit de phase unilatéral résiduel $\mathcal{E}^*(f)$ exprimé en dBc/Hz en fonction des Fréquences de Fourier						Incertitude (2σ)	Méthodes et moyens mis en oeuvre
	1 Hz	10 Hz	10 ² Hz	10 ³ Hz	10 ⁴ Hz	10 ⁵ Hz		
5 ± 0,5	- 120*	- 140*	- 150*	- 160*	- 165*	- 165*	2 dB	Asservissement de l'oscillateur à mesurer sur le signal synthétisé à partir de l'oscillateur de référence. Analyse du signal d'erreur de l'asservissement
10 ± 1	- 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***		

* $\mathcal{E}(f) = S_{\phi}(f) - 3$ dB

Note :

* valeurs obtenues avec le synthétiseur n° 1 divisé respectivement par 32 ou par 16 pour 5 MHz et 10 MHz

** valeurs obtenues avec le synthétiseur n° 1

*** valeurs obtenues avec le synthétiseur n° 2