

ANNEXE TECHNIQUE N° 1
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 BESANCON 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 BESANCON

Unité technique : UT 2-06 (Observatoire de Besançon)

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

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

Fait à Paris, le 26 août 2011

La Responsable d'accréditation : Séverine MOUISEL

L'incertitude à deux écart-types sur le raccordement quotidien de la fréquence locale de référence à la référence nationale (temps atomique français - TA(F)) est de : $\pm 6.10^{-14}$

PORTÉE FLEXIBLE :

	Objet soumis à étalonnage Instrument de mesure (*)	Propriété mesurée Mesurande	Méthode d'étalonnage (norme, méthode développée par le laboratoire, méthode publiée) (**)
1	Générateur Oscillateur	Intervalle de temps	Mesure à partir d'états
2	Générateur Oscillateur	Intervalle de temps	Mesure directe
3	Chronomètre avec borne d'accès à un signal	Intervalle de temps en horométrie	Mesure directe
4	Chronomètre sans borne d'accès à un signal	Intervalle de temps en horométrie	Mesure directe
5	Intervallomètre	Génération d'intervalle de temps	Génération directe
6	Générateur	Fréquence fixe (ou période)	Mesure par comparaison
7	Fréquence-mètre Générateur	Fréquence (ou période)	Mesure directe
8	Générateur Oscillateur	Stabilité (fréquences fixes)	Mesures à partir d'état
9	Générateur Oscillateur	Stabilité (fréquences fixes)	Mesure par comparaison
10	Générateur Compteur	Stabilité pour des fréquences variables	Mesure directe
11	Générateur Oscillateur	Dérive de fréquence	Mesure par comparaison
12	Générateur Oscillateur	Dérive de fréquence	Méthode GPS
13	Générateur Oscillateur	Ecart de fréquence	Méthode GPS

(*) 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} septembre 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 D'INTERVALLE DE TEMPS

Domaine de mesure	Incertitude relative	Moyens mis en œuvre
1 heure 6 heures 24 heures	$3,2 \cdot 10^{-13}$ $1,4 \cdot 10^{-13}$ $8,6 \cdot 10^{-14}$	Rattachement via GPS

Ligne 2: MESURE D'INTERVALLE DE TEMPS

Domaine de mesure	Incertitude absolue	Moyens mis en œuvre
1ms à 1000s 1000s à 10000s	1,2 ns 2,1 ns	Intervallomètre

Ligne 3 : MESURE D'INTERVALLE DE TEMPS EN HOROMÉTRIE

Domaine de mesure	Incertitude absolue	Moyens mis en œuvre
$\tau \geq 0,01s$	$1,4 \cdot 10^{-6} s$	Compteur piloté par l'échelle de temps de l'Observatoire

Ligne 4 : MESURE D'INTERVALLE DE TEMPS EN HOROMÉTRIE

Domaine de mesure	Incertitude absolue	Moyens mis en œuvre
$\tau \geq 1s$	$5 \cdot 10^{-3} s$	Compteur piloté par l'échelle de temps de l'Observatoire et couplé à un dispositif impersonnel Électronique pour le Contrôle des Chronomètres (DIEC II A)

Ligne 5 : GÉNÉRATION D'INTERVALLE DE TEMPS EN HOROMÉTRIE

Domaine de mesure	Incertitude absolue	Moyens mis en œuvre
$10 \mu\text{s} \leq \tau \leq 10 \text{ jours}$	0,2 μs	Générateur d'intervalle de temps programmable de 1 μs à 999999 s

Ligne 6 : MESURE DE FRÉQUENCE FIXE (OU DE PÉRIODE)

Domaine de mesure	Temps de mesure	Incertitude relative	Moyens mis en œuvre
0,1 MHz 1 MHz 2 MHz 2,5 MHz 5 MHz 10 MHz	10 s	$6 \cdot 10^{-13}$	Etalon atomique à jet de césium Multiplicateur d'écart associé à un compteur

Ligne 7 : MESURE DE FRÉQUENCE (OU DE PÉRIODE)

Domaine de mesure	Temps de mesure	Incertitude relative I(1)	Incertitude relative I(2)	Moyens mis en œuvre
1 mHz à 0,1 Hz	2 périodes	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-10}$	Fréquencemètre piloté par la fréquence de référence
0,1 Hz à 1 Hz	100 s	$6 \cdot 10^{-6}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$	
1 Hz à 10 Hz		$6 \cdot 10^{-7}$	$3,2 \cdot 10^{-7}$	
10 Hz à 100 Hz		$6 \cdot 10^{-8}$	$3,2 \cdot 10^{-8}$	
100 Hz à 1 kHz		$6 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	
1 kHz à 10 kHz		$6 \cdot 10^{-10}$	$3,2 \cdot 10^{-10}$	
10 kHz à 100 kHz		$6 \cdot 10^{-11}$	--	
100 kHz à 1 MHz		$6 \cdot 10^{-12}$	--	
1 MHz à 10 MHz		$1 \cdot 10^{-12}$	--	
10 MHz à 1,3 GHz		$8,5 \cdot 10^{-13}$	--	

I(1) : Incertitudes obtenues pour des signaux sinusoïdaux non bruités.

I(2) : Incertitudes obtenues pour des signaux rectangulaires non bruités, de temps de montée nul.

Dans les résultats de mesure il sera tenu compte de l'écart de fréquence entre la fréquence de référence locale et celle du TA(F) (Temps Atomique Français)

GENERATION DE FREQUENCE

Le laboratoire peut générer des fréquences dans les domaines de fréquence présentés ci-dessus. Les méthodes et les calculs d'incertitude ont été validés.

Date de prise d'effet : 1^{er} septembre 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 8 : MESURE DE STABILITÉ À PARTIR DE MESURES D'ÉTAT (FRÉQUENCES FIXES)

Domaine de mesure	Nombre de mesures	Incertitude relative	Moyens mis en œuvre
1 MHz, 5 MHz 10 MHz	M	$1.10^{-12} / \sqrt{M}$ (1 heure) $2.10^{-13} / \sqrt{M}$ (6 heures) $8.10^{-14} / \sqrt{M}$ (24 heures)	Rattachement via GPS

Ligne 9 : MESURE DE STABILITÉ À PARTIR DE MESURES D'ÉCART DE FRÉQUENCES (FRÉQUENCES FIXES)

Domaine de mesure	Durée des mesures	Nombre de mesures	Incertitude relative	Moyens mis en œuvre
1 MHz, 5 MHz 10 MHz	1 s	100	1.10^{-12}	Etalon atomique à jet de césium Multiplicateur d'écart associé à un compteur
	10 s	100	7.10^{-13}	

Ligne 10 : MESURE DE STABILITÉ A PARTIR DE MESURES D'ECART (FRÉQUENCES VARIABLES)

Domaine de mesure	Incertitude ($\tau = 1$ s)	Incertitude ($\tau = 10$ s)	Incertitude ($\tau = 100$ s)	Moyens mis en œuvre
$1 \text{ Hz} \leq F_X < 10 \text{ Hz}$	16.10^{-6}	16.10^{-7}	19.10^{-8}	Fréquencemètre réciproque
$10 \text{ Hz} \leq F_X < 100 \text{ Hz}$	16.10^{-7}	16.10^{-8}	19.10^{-9}	
$100 \text{ Hz} \leq F_X < 1 \text{ kHz}$	16.10^{-8}	16.10^{-9}	19.10^{-10}	
$1 \text{ kHz} \leq F_X < 10 \text{ kHz}$	16.10^{-9}	16.10^{-10}	19.10^{-11}	
$10 \text{ kHz} \leq F_X < 100 \text{ kHz}$	16.10^{-10}	16.10^{-11}	19.10^{-12}	
$100 \text{ kHz} \leq F_X < 1 \text{ MHz}$	$16,2.10^{-11}$	$16,2.10^{-12}$	19.10^{-13}	
$1 \text{ MHz} \leq F_X < 10 \text{ MHz}$	$2,6.10^{-11}$	$2,8.10^{-12}$	$3,2.10^{-13}$	
$10 \text{ MHz} \leq F_X \leq 1,3 \text{ GHz}$	2.10^{-11}	$2,2.10^{-12}$	$2,6.10^{-13}$	

τ : temps de mesure (s)

Ligne 11 : MESURE DE LA DÉRIVE DE FRÉQUENCE

Domaine de mesure	Temps de mesure	Incertitude relative	Moyens mis en œuvre
5 MHz 10 MHz (valeurs ponctuelles)	30 jours (*)	$1,8 \cdot 10^{-15} / d$	Diviseur de fréquence et intervalloètre

Notes : (*) Pour un temps de mesure inférieur à 30 jours, l'incertitude relative est dégradée.
d est le symbole de l'unité jour pour la grandeur de temps.

Ligne 12 : MESURE DE LA DÉRIVE DE FRÉQUENCE

Domaine de mesure	Temps de mesure	Incertitude relative	Moyens mis en œuvre
Poursuites de satellites en vues communes (780 mesures par poursuite)	30 jours (*)	$3,9 \cdot 10^{-14} / \text{mois}$	GPS en vue commune (programme fourni par le BIPM)
Poursuites de satellites en vues communes (780 mesures par poursuite)	30 jours (*)	$3,9 \cdot 10^{-14} / \text{mois}$	GPS en mode Melting pot.

Notes : (*) Pour un temps de mesure inférieur à 30 jours, l'incertitude relative est dégradée

Ligne 13 : RACCORDEMENT À DISTANCE D'UN LABORATOIRE

Domaine de mesure	Incertitude relative	Moyens mis en œuvre
Poursuites de satellites en vues communes (780 mesures par poursuite)	$9 \cdot 10^{-14}$	GPS en vue commune (programme fourni par le BIPM)
Poursuites de satellites en vues communes (780 mesures par poursuite)	$9 \cdot 10^{-14}$	GPS en mode Melting pot.

Dans les résultats de mesure il sera tenu compte de l'écart de fréquence entre la fréquence de référence locale et celle du TA(F) (Temps atomique français)