



FIRST

TF

Facilities for Innovation, Research,
Services and Training in Time & Frequency

**Réseau d'excellence FIRST-TF
Assemblée générale
Talence, 8-9 juin 2017**

**Ressources numériques pédagogiques
pour le T/F**



- ❑ Formation et diffusion des savoirs
- ❑ EFTS
- ❑ Ressources pédagogiques
- ❑ Quelques exemples : logiciel de calcul d'incertitudes, simulateur d'horloge, médiation scientifique sur les mesures de précision

○ Formation :

- Ecole thématique T/F EFTS, Formation continue pour ingénieurs, professeurs du lycée
- Matériel pédagogique mutualisable (horloge Rb en cellule, horloge à atomes froids, horloges CPT, mesure de bruit de phase dans transmission par fibre, récepteurs GPS, détecteur de particules cosmiques, horloges synchronisées par France Inter / GPS / NPT, ...)
- Ressources pédagogiques ([base de ressources sur site web](#)), logiciel de calcul d'incertitudes (LNE), simulateur d'horloge atomique

○ Diffusion vers le public :

- Interventions (Journées porte ouvertes, La science se livre, Tout est quantique, Journées du patrimoine, Fête de la science, Festival della Scienza, ...)
- Expositions (Festival della Scienza, ...), expositions itinérantes, mise en valeur du patrimoine instrumental
- Matériel, maquettes (fontaine à atomes froids, piège électrique à particules)
- Vidéos, ressources pour médiation scientifique
- Missions doctorales pour médiation scientifique



○ Formation :

- **Ecole thématique T/F EFTS,** Formation continue pour ingénieurs, professeurs du lycée
- Matériel pédagogique mutualisable (horloge Rb en cellule, horloge à atomes froids, horloges CPT, mesure de bruit de phase dans transmission par fibre, récepteurs GPS, détecteur de particules cosmiques, horloges synchronisées par France Inter / GPS / NPT, ...)
- **Ressources pédagogiques ([base de ressources sur site web](#)), logiciel de calcul d'incertitudes (LNE), simulateur d'horloge atomique**

○ Diffusion vers le public :

- Interventions (Journées porte ouvertes, La science se livre, Tout est quantique, Journées du patrimoine, Fête de la science, Festival della Scienza, ...)
- Expositions (Festival della Scienza, ...), expositions itinérantes, mise en valeur du patrimoine instrumental
- Matériel, maquettes (fontaine à atomes froids, piège électrique à particules)
- Vidéos, ressources pour médiation scientifique
- **Missions doctorales pour médiation scientifique**



Current Session Home

Welcome to the 2017 European Frequency and Time Seminar

[Click here for the EFTS 2017 Program page](#)

 [Click here to download the EFTS 2017 announcement flyer in pdf format](#)

 [Download the 2017 Week Schedule](#)

 [Download the 2017 Abstracts](#)

Registration will open at the beginning of 2017

[click here for the registration page](#)

Early bird registration until April 26, 2017

Full rate registration until June 12, 2017

Dates: Monday, June 26 – Friday, June 30, 2017

Table of Contents

- [Current Session Home](#)
- [Welcome to the 2017 European Frequency and Time Seminar](#)
- [Registration will open at the beginning of 2017](#)
- [Dates: Monday, June 26 – Friday, June 30, 2017](#)
- -----
- -----
- [Navigate in the EFTS 2017 web pages](#)

**Since 2013
Every year end June**

The EFTS is intended to provide education and training, including laboratory practice in a full-week seminar, and targets the broadest audience: Engineers, Ph.D. students, post-docs, young scientists, newcomers, etc.

This seminar is original in the following:

- Broad spectrum of topics related to time and frequency
- Broad target audience, yet keeping high level education
- Balance between academic and applied issues
- **Laboratory sessions** (not only demos, the attendees are expected to practice on a wide range of instruments made available)



2017 Week Schedule

2017 EFTS Week Schedule

Time	Mon, June 26	Tue, June 27	Wed, June 28	Thu, June 29	Fri, June 30	Colors
8:15	7:30–8:25 Registration	Coffee	Coffee	Coffee	Coffee	Logistics & events Lectures Labs / computer Welcome & Closing
8:30 – 9:20	Welcome Introduction to TF Noel Dimarcq, SYRTE (F)	Synch in Networks J.P. Aubry (CH)	Cold Atoms C.Lacroute, FEMTO	Small Clocks Ch.Affolderbach,	8:30–10:30 Lab 5 Atoms, Resonators, White Rabbit	Contents By color
9:20 – 10:10	Oscillators Primer J.P. Aubry (CH)	Relativity G.Petit, BIPM (Int'l)	Navig / GNSS P. Defraigne, ORB (BE)	Gravitational Waves Valerio Boschi Europ Gravitat Obs		
10:10 – 10:40	Coffee & cookies	Coffee & cookies	Coffee & cookies	Coffee & cookies	10:30 Coffee	Chapter 1 General and Applications E. Rubiola
10:40 – 11:30	Phase Noise E.Rubiola, FEMTO	Intro Atomic Clocks G.Mileti, LTF (CH)	Quantum Information Nicolas Treps, LKB (F)	Optical Clocks L. De Sarlo, SYRTE (F)	11:00-12:30 Visit Femto	Chapter 2 Meas & Oscillators E. Rubiola
11:30 – 12:20	Variances F.Vernotte, OB (F)	Time Scales G.Petit, BIPM (Int'l)	Satellite Synch P. Defraigne, OB (BE)	White Rabbit Dimitris Lampridis, CERN (Int'l)	12:30 Lunch	Chapter 3 Atomic Clocks G. Mileti
12:20 – 13:50	Lunch	Lunch	Lunch	Lunch	14:00–16:00 Lab 6 Atoms, Resonators, White Rabbit	Chapter 4 Timing & Transfer F. Vernotte
13:50 – 14:40	Controls G.Cabodevila, FEMTO	Atomic Clock Phys G.Mileti, LTF (CH)	Sync over Fibers A.Amy-Klein, LPL (F)	FS Combs A.A. Klein, LPL (F)	You are free	Laboratories Y. Gruson & E. Rubiola
14:40 – 15:30	Quartz Oscillators J.P. Aubry (CH)	Stabilized Lasers C.Lacroute, FEMTO	Coffee	Historical Perspective F.Vernotte, OB (F)		
15:30 – 16:00	Coffee	Coffee	15:10–17:10 Lab 3 GPS & PRN	Coffee	17:10 Go downtown	
16:00 – 18:00	Lab 1 PM/AM noise, Data Analysis	Lab 1 PM/AM noise, Data Analysis		Lab 4 GPS & PRN		
18:00 – 19	Visit Observatory	Backup for the Observatory visit, depending on weather	Museum of Time Drink	Go downtown		
19 – 20						
20 – 21:30	Dinner on your own	Dinner on your own	Dinner on your own	Social Dinner downtown (short closing speech at the restaurant)	Last update May 20	
21:20 – 24	Backup for the Astronomy session, depending on weather	Astronomy	Last chance for the Astronomy session, depending on weather			

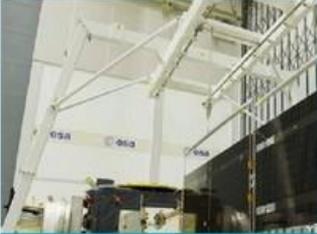
<http://efts.eu>

TRIER PAR:

-  Autre
-  Document électronique
-  Multimédia
-  Ouvrage
-  Vidéo

23:53:29

votre heure locale (UTC+2)



 Galileo navigation program: FOC



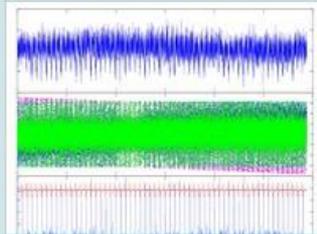
 Lexique GNSS



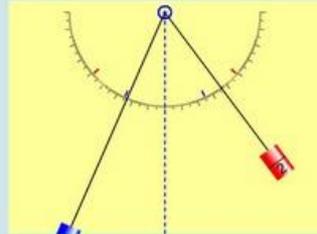
 Pendules géants du Cirque Plume



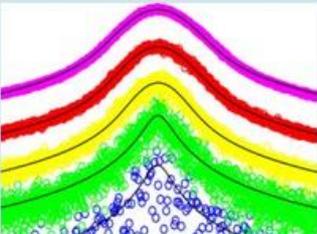
 La précision de la mesure du...



 Monitoring the ionosphere altitude variation with...



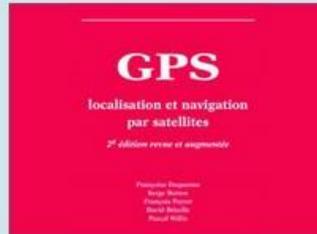
 Oscillations du pendule



 Evaluation de la cohérence d'un laser



 L'internationalisation de l'heure



 GPS : localisation et navigation par...

RECHERCHER 

GRAND PUBLIC SPÉCIALISTE

- ARTS & LITTÉRATURE
- ASTRONOMIE
- BIOLOGIE - MÉDECINE - NEUROSCIENCES
- DIFFUSION DU TEMPS & SYNCHRONISATION
- ECHELLES DE TEMPS
- ECONOMIE & SOCIÉTÉ
- ELECTRONIQUE & TRAITEMENT DU SIGNAL
- HORLOGES ATOMIQUES
- MESURES TEMPS-FRÉQUENCE
- MÉTROLOGIE GÉNÉRALE
- NAVIGATION
- OSCILLATEURS
- PHILOSOPHIE & HISTOIRE
- POSITIONNEMENT PAR SATELLITES
- RELATIVITÉ
- TEMPS EN PHYSIQUE

- Développé par le LNE (Géraldine Ebrard, Nicolas Fisher, Zacharie Bennini) dans le cadre d'un projet soutenu par FIRST-TF
- Dédié à l'évaluation de l'incertitude de mesure par la méthode GUM et la méthode de Monte Carlo (GUM S1)
- Destiné aux communautés académique (universités, écoles d'ingénieurs, classes prépa..) et métrologique (métrologues, laboratoires d'essais...)

Schéma de l'évaluation de l'incertitude de mesure

Étape 3 : Propagation de l'incertitude

Étape 1 : Analyse du processus de mesure

Grandeurs d'entrée
Incertaines : x_i

Modèle mathématique du processus de mesure
 $f(X_1, \dots, X_n)$

Mesurande
 $Y = f(X_i)$

Étape 2 :
Quantification des sources d'incertitude des x_i
incertitude-type ou loi de distribution

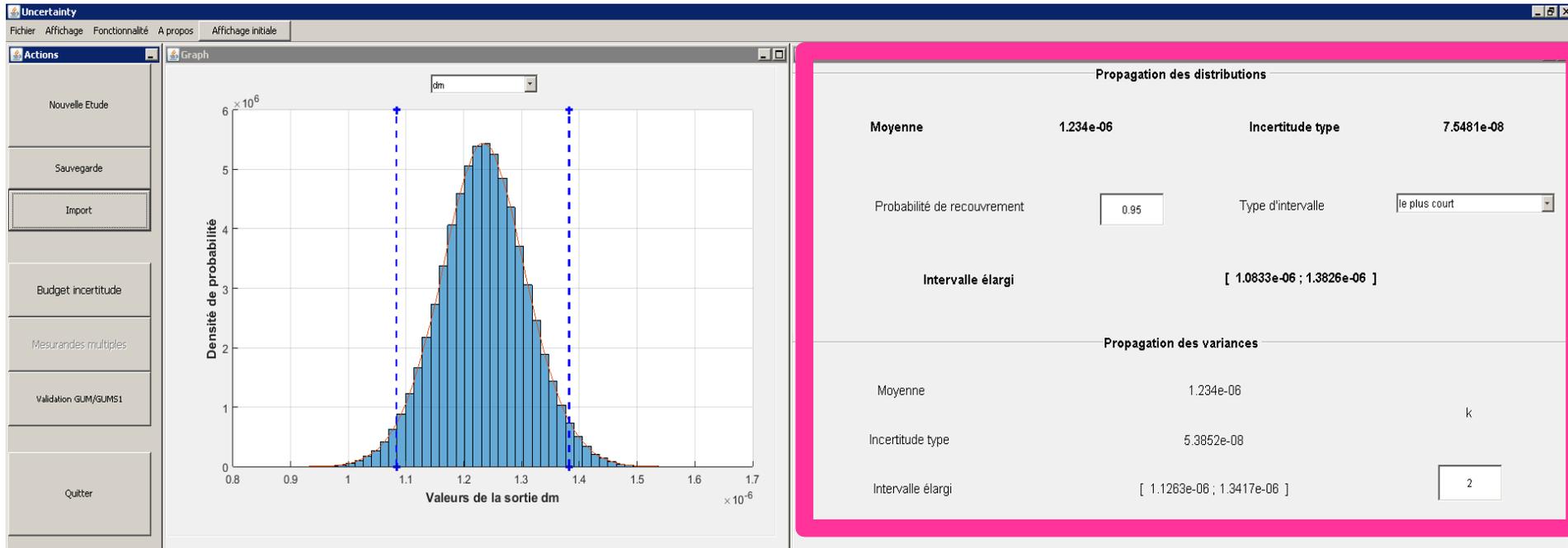
Étape 4 :
Expression finale du résultat
 $y \pm U$



Étape 3' : Analyse de sensibilité, Hiérarchisation

Rebouclage (feedback)

Evaluation de l'incertitude de mesure



- Retour Etape 1
- Retour Etape 2
- Etape 3

	Unite	Loi	Param 1	Param 2	Param 3	Param 4	Moyenne	Incertitude Type
mRc	kg	Normale	0.1000	5.0000e-08			0.1000	5.0000e-08
dmRc	kg	Normale	1.2340e-06	2.0000e-08			1.2340e-06	2.0000e-08
ra	kg/m3	Uniforme	1.1000	1.3000			1.2000	0.0577
ra0	kg/m3	Constante	1.2000				1.2000	0
rW	kg/m3	Uniforme	7000	9000			8000	577.3603
rR	kg/m3	Uniforme	7950	8050			8000	28.8675
mnom	kg	Constante	0.1000				0.1000	0

- Choix des grandeurs d'entrée / de sortie, du modèle
- Quantification des sources d'incertitude : Plusieurs lois disponibles + Possibilité de récupérer des mesures brutes puis de leur affilier une loi grâce à un test d'adéquation
- Analyse de sensibilité (budget d'incertitude)
- Prise en compte de mesurande multiple
- Tests d'adéquation des distributions associées aux entrées et sorties
- Traitement des corrélations
- Import / export (sauvegarde des calculs)

- Gratuitiel
- Langages de programmation : Java et MATLAB
- Déployé sous Windows et testé sous Windows 7
- Déploiement envisagé sous Unix et Mac
- Version de test disponible dès septembre 2017 : si vous souhaitez y participer, contacter le LNE à l'adresse Infomathstat@lne.fr
- Mise à disposition via les sites du LNE et de FIRST-TF au premier trimestre 2018

Simulateur d'horloge atomique

→ *Mission doctorale d'Eckhard Wallis*

RABI



RAMSEY

T **10.0** ms



T **100** ms



S/B **1000**



Dispersion **0.1**



PARAMÈTRES
PAR DÉFAUT



SIGNAL D'HORLOGE

Activer curseur A
Activer curseur B
Réinitialiser le zoom
Désactiver le zoom

PROPRIÉTÉS DU SIGNAL

ESPÈCES

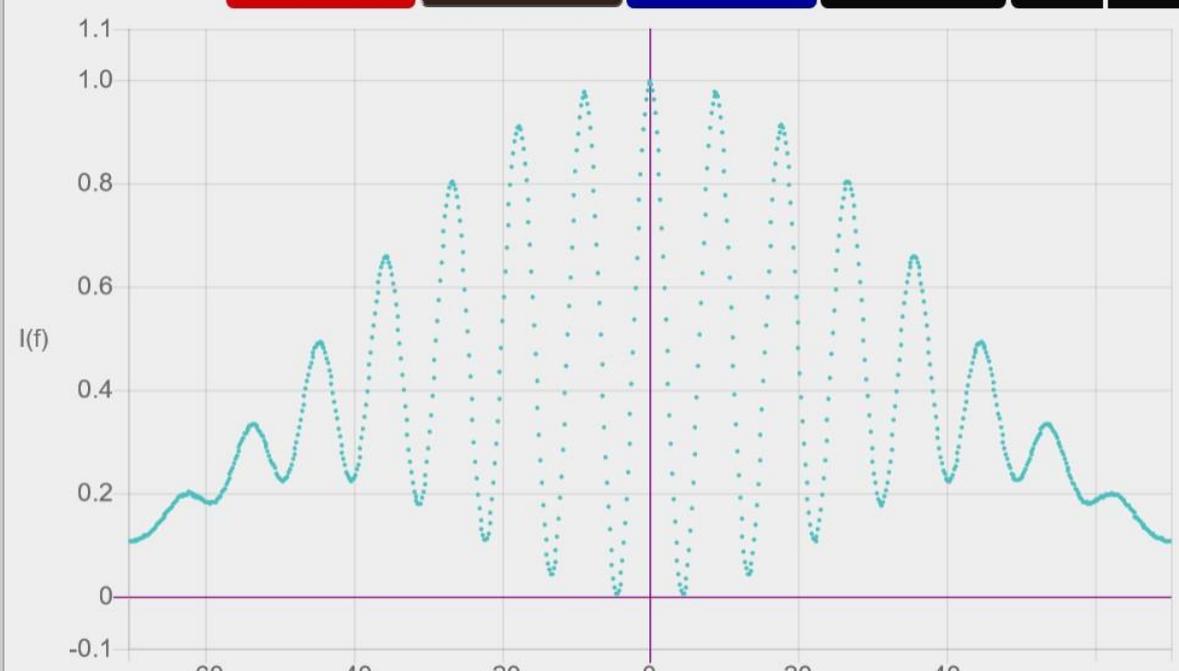
▲

¹³³Cs

⁸⁷Rb

⁸⁶Sr

▼



The plot shows a central peak at 0 Hz with a dotted structure, and side lobes on either side. The y-axis is labeled I(f) and ranges from -0.1 to 1.1. The x-axis ranges from -60 to 60 Hz.

$f_0 = 9.2 \times 10^9$ Hz

$\Delta f = 5.0$ Hz

$f_0/\Delta f = 1.8 \times 10^9$

$\sigma_y = 2.7$

CAPTURE

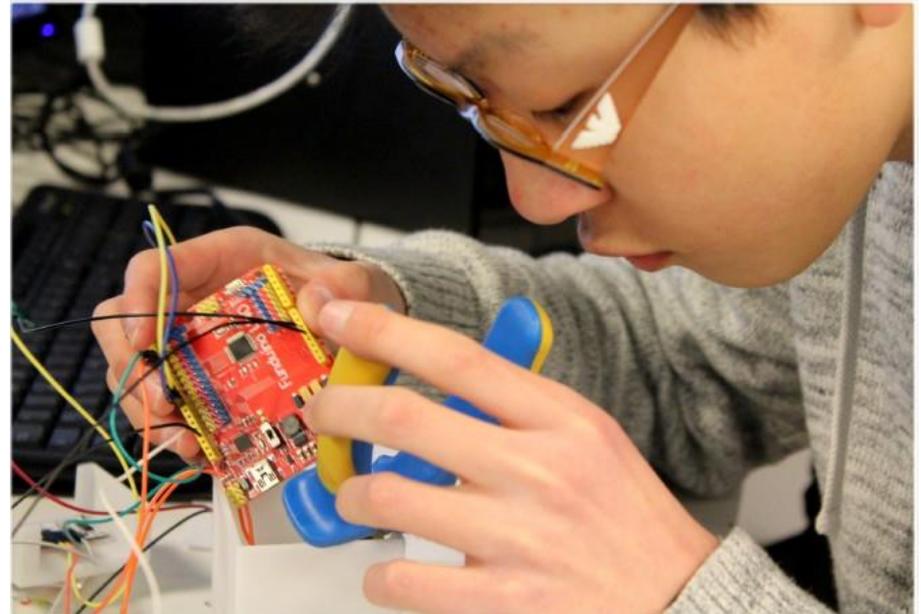
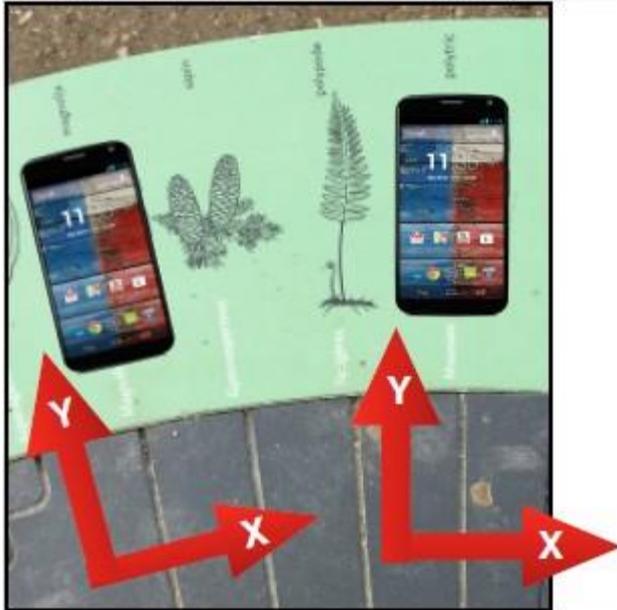


SPECTROSIM



→ *Mission doctorale de Robin Guéguen*

- **Jeu de piste / navigation avec les capteurs d'un smartphone**
- **Visites de labos et entreprises**
- **Réalisation d'un appareil de mesures**



Conclusions

- **Nombreuses actions et outils pour la pédagogie et la médiation scientifique**
- **Autres actions de formations envisagées : électronique analogique / numérique pour le T/F, stabilisation laser, mesures et incertitudes**

Si vous souhaitez contribuer à des opérations,

si vous souhaitez contribuer aux tests du simulateur d'horloge atomique ou du logiciel de calcul d'incertitudes,

si vous avez des ressources pédagogiques que vous souhaitez partager,

si vous avez des idées de formations, d'opérations de médiation scientifique, d'outils pédagogiques



contact@first-tf.com