

Notice de bureau d'étude sur

# **Interface Homme Machine sous Python d'une simulation d'un Lock-In Amplifier avec les Incertitudes de Monte Carlo**

Soumis au client M.Cafarelli à des fins de guide d'utilisation de l'interface

**Adrien Siguier (Interface HM & Chef de projet)**

**Evan Lorvellec (Lock-In Amplifier)**

**Guillaume Le Ruyet (Méthode de Monte Carlo)**



**UNIVERSITÉ  
TOULOUSE III  
PAUL SABATIER**



Université  
de Toulouse

**INGÉNIERIE DU DIAGNOSTIC DE L'INSTRUMENTATION ET DE LA MESURE**

**Université Toulouse III Paul Sabatier**

Janvier 2024

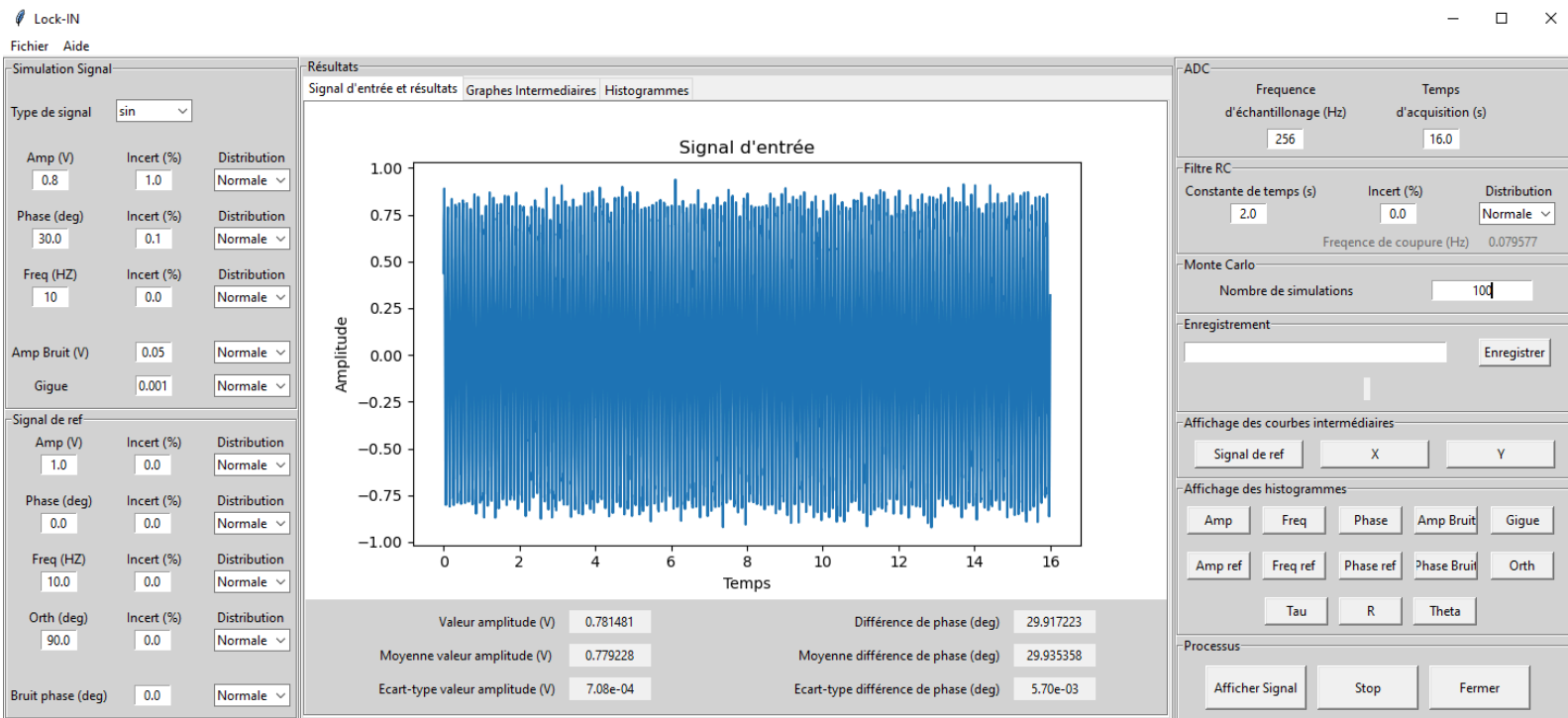
# TABLE DES MATIÈRES

I.	Présentation de l'Interface Homme Machine (IHM)	3
II.	Configuration des signaux <ul style="list-style-type: none"><li>• Signal à étudier</li><li>• Signal de référence</li></ul>	4
III.	Réglages de l'appareil	6
IV.	Affichage et processus <ul style="list-style-type: none"><li>• Affichage</li><li>• Processus</li></ul>	7
V.	Ecran d'affichage	8
VI.	Menu : Fichier	9

## I. Présentation de l'Interface Homme Machine (IHM) :

L'interface Homme Machine permet à l'utilisateur de simuler le fonctionnement d'un Lock-In Amplifier tout en comprenant les incertitudes de Monte Carlo.

Cette interface est interactive et permet à l'utilisateur de modifier chaque paramètres de l'instrument :



Certaines précautions sont à prendre en compte pour pouvoir utiliser cette simulation du Lock-In Amplifier dans un fonctionnement nominal.

Certaines variables, pourtant fixées dans un instrument réel, sont ici modifiables afin de donner une liberté à l'utilisateur.

**Précaution : Remplissez chaque case dans l'unité précisée au-dessus de celle-ci.**

## II. Configuration des signaux

- Signal à étudier

Le cadre *Simulation Signal* permet à l'utilisateur de simuler un signal pouvant être soit parfait, soit bruité.

L'utilisateur peut choisir le type du signal (Sinus et carré uniquement dans le cadre du projet) ainsi que ses caractéristiques principales :

- Amplitude
- Phase
- Fréquence
- Amp Bruit
- Gigue

The 'Simulation Signal' dialog box contains the following parameters:

Paramètre	Valeur	Distribution
Type de signal	sin	
Amp (V)	0.8	Normale
Incert (%)	1.0	
Phase (deg)	30.0	Normale
Incert (%)	0.1	
Freq (HZ)	10	Normale
Incert (%)	0.0	
Amp Bruit (V)	0.05	Normale
Gigue	0.001	Normale

Les incertitudes sont modifiables à souhait ainsi que leurs distributions de probabilité.

Il est aussi possible de contrôler l'impact du bruit sur ce signal par son amplitude et sa gigue représentant ici une dispersion temporelle.

**Précaution : Une valeur trop importante de la gigue entraînera des problèmes de synchronisation et de distorsion du signal ainsi qu'une perte de fiabilité. Selon le cadre d'utilisation la gigue est de l'ordre de la picoseconde à la microseconde.**

- Signal de référence

Le cadre *Signal de ref* permet, comme pour le signal de sortie Sync d'un Générateur Basse Fréquence (GBF), de générer un signal de référence qui permettra à l'utilisateur de récupérer une composante précise d'un signal bruité.

Comme pour le signal généré, l'utilisateur peut modifier plusieurs paramètres :

- Amplitude
- Phase
- Fréquence
- Orthogonalité
- Bruit de phase

Signal de ref		
Amp (V)	Incert (%)	Distribution
<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	Normale ▾
Phase (deg)	Incert (%)	Distribution
<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	Normale ▾
Freq (HZ)	Incert (%)	Distribution
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0.0"/>	Normale ▾
Orth (deg)	Incert (%)	Distribution
<input type="text" value="90.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	Normale ▾
Bruit phase (deg)	<input type="text" value="0.0"/>	Normale ▾

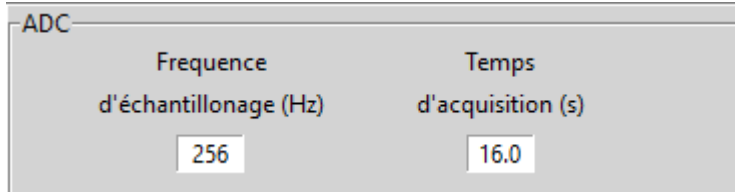
**Précautions :**

- La fréquence du signal de référence doit être égale à celle du signal, sinon la composante recherchée ne peut être extraite du bruit.
- L'orthogonalité correspond au déphasage appliqué par le Lock-In Amplifier au signal de référence, cette valeur doit rester à 90 deg si l'utilisateur veut travailler sur un fonctionnement nominal.

L'utilisateur reste libre d'appliquer des incertitudes aux différents paramètres du signal de référence avec les distributions associées.

### III. Réglage de l'appareil

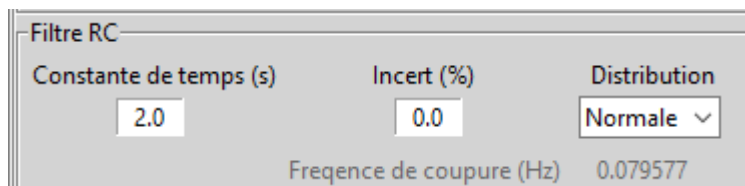
Comme pour tout instrument de mesure, il est nécessaire d'appliquer des réglages essentiels à l'observation des signaux et au fonctionnement du Lock-In Amplifier.



The ADC configuration window contains two columns of settings. The first column is labeled 'Frequence d'échantillonnage (Hz)' and has a text input field with the value '256'. The second column is labeled 'Temps d'acquisition (s)' and has a text input field with the value '16.0'.

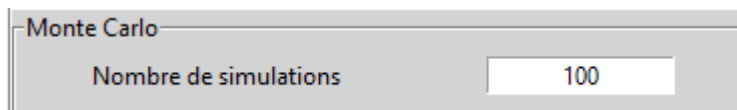
Le cadre *ADC* permet de régler le temps d'acquisition du signal ainsi que la fréquence d'échantillonnage (similaire à l'observation de signal par un oscilloscope).

**Précaution :** Pour l'observation de signaux il est nécessaire de respecter le critère de Shannon, sinon on observe un phénomène d'aliasing ainsi qu'une dégradation de la qualité du signal observé.



The Filtre RC configuration window contains three settings. 'Constante de temps (s)' has a text input field with '2.0'. 'Incert (%)' has a text input field with '0.0'. 'Distribution' has a dropdown menu with 'Normale' selected. At the bottom, 'Frequence de coupure (Hz)' is displayed with the value '0.079577'.

Le cadre *Filtre RC* permet de configurer le circuit RC interne au Lock-In Amplifier et plus précisément sa constante de temps, son incertitude et sa distribution.



The Monte Carlo configuration window contains one setting: 'Nombre de simulations' with a text input field containing the value '100'.

Le cadre *Monte Carlo* quant à lui permet de choisir le nombre de simulations effectuées par méthode de Monte Carlo.

**Précaution :** Un nombre trop important de simulation entraînera un calcul plus long. Adaptez le nombre de simulation en fonction de la configuration de votre appareil.



The Enregistrement configuration window features a large text input field for specifying a file path and a button labeled 'Enregistrer'.

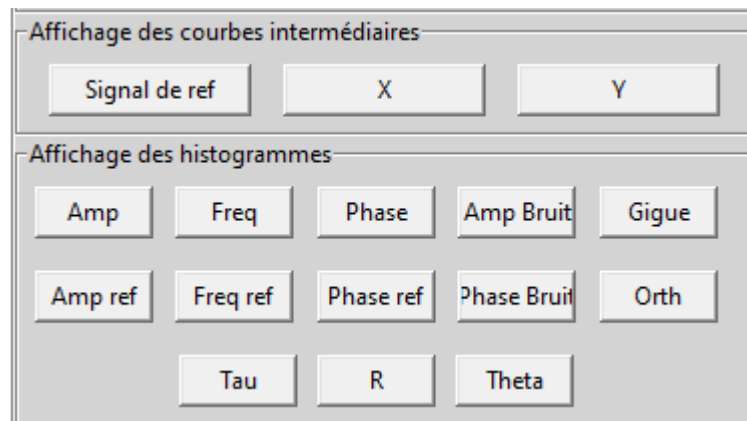
Le cadre *Enregistrement* permet, en fonction du chemin spécifié, d'enregistrer les données appliquées sur l'interface dans un fichier au format json.

**Exemple :** `C:/Users/Documents/Bureau_Etudes/mon_fichier.json`

## IV. Affichage et Processus

- Affichage

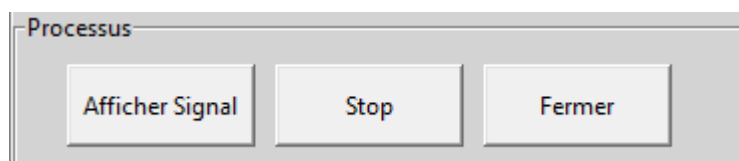
Afin de permettre à l'utilisateur d'avoir une transparence sur les données simulées, l'interface lui permet d'accéder à la grande majorité des informations et des variables présentes dans le processus de fonctionnement du Lock-In Amplifier et des incertitudes de Monte Carlo :



L'utilisateur a la possibilité d'observer l'histogramme de la distribution des valeurs de plusieurs variables ainsi que différentes courbes clés dans le fonctionnement du Lock-In Amplifier.

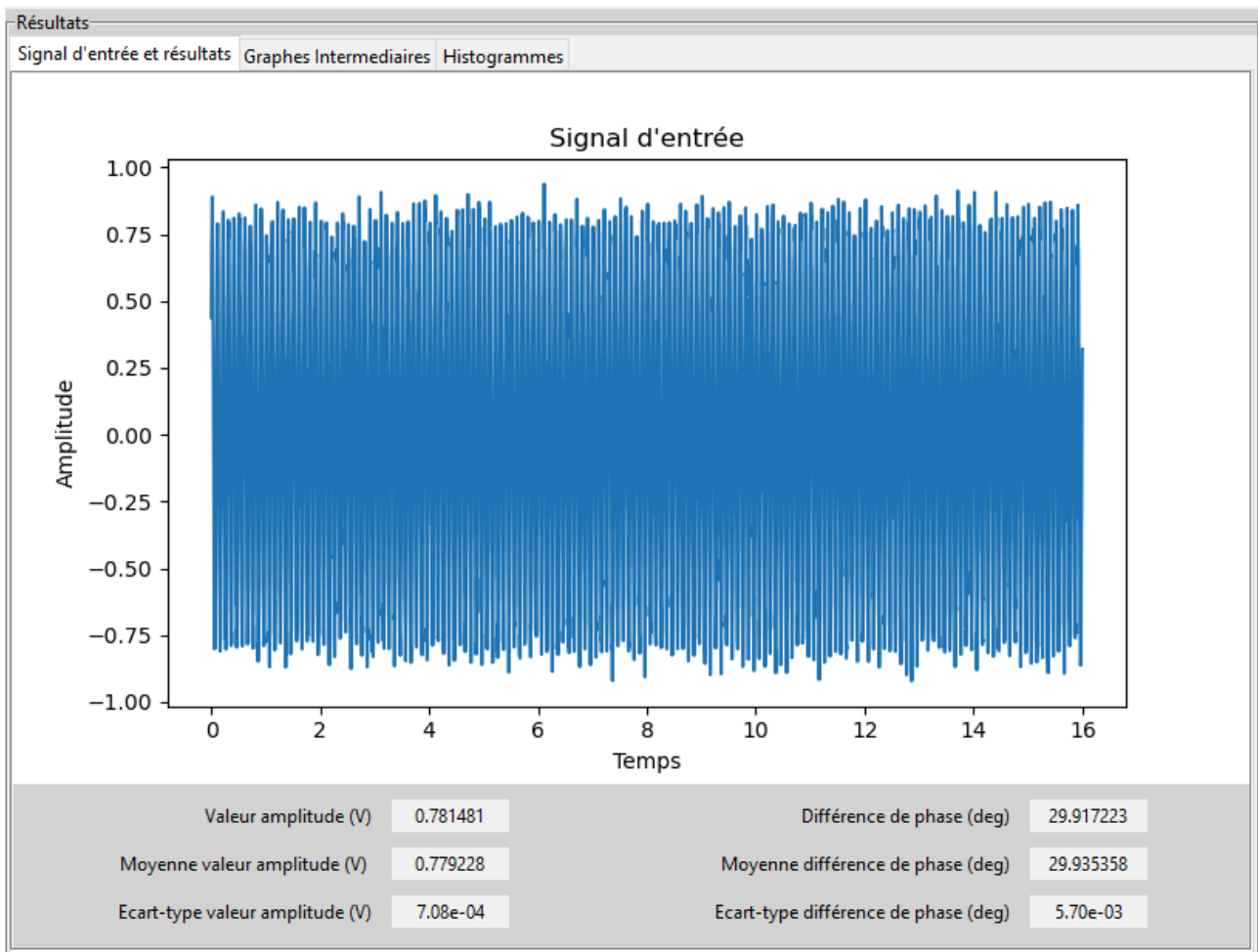
Après modification des paramètres, il est nécessaire d'appuyer sur *Afficher Signal* pour actualiser les courbes et les résultats.

- Processus



- *Afficher Signal* : Cette case permet à l'utilisateur, après avoir saisi ses données, d'exécuter le programme et d'obtenir les courbes.
- *Stop* : Cette case met fin au processus sans fermer l'interface.
- *Fermer* : Cette case met un terme au processus et ferme l'interface.
-

## V. Ecran d'affichage



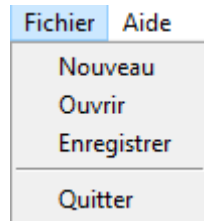
L'écran d'affichage se subdivise en 3 onglets :

- *Signal d'entrée et résultats* : Cet onglet permet de visualiser le signal d'entrée généré (bruité ou non) ainsi que les valeurs obtenues en sortie du Lock-In et leur incertitudes.
- *Graphes Intermédiaires* : Cet onglet permet d'accéder aux données du cadre des courbes intermédiaires. Sélectionner une des options d'affichage vous déplacera automatiquement dans cet onglet en affichant la courbe choisie.
- *Histogrammes* : Cet onglet affiche l'histogramme. Afin de les changer, le même principe de fonctionnement que pour les graphes intermédiaires s'applique, il



suffit que l'utilisateur sélectionne une case du cadre d'affichage des histogrammes.

## VI. Menu : Fichier



Cet onglet permet de choisir plusieurs options pour l'Interface :

- *Nouveau* : Permet de vider toutes les cases de l'interface.
- *Ouvrir* : Permet de récupérer des données préenregistrées dans un fichier json.
- *Enregistrer* : Ouvre l'explorateur de fichiers pour permettre à l'utilisateur d'enregistrer les données présentes sur l'interface au moment de la sauvegarde dans un répertoire de son choix (alternative au cadre *Enregistrement*).
- *Quitter* : Arrête le programme et ferme l'interface (alternative à la case *Fermer*).