

# Incertitudes Mini-Projet 2019-2020

Frédéric Bertrand

Décembre 2019

## Description

Ce mini-projet du cours d'incertitudes comporte deux parties qui sont indépendantes. Il est à rendre par mail à l'adresse `frederic.bertrand1@utt.fr` pour le mercredi 15 janvier 2020 à 18h00, heure de Paris, **dernier délai absolu**.

## 1 Méthode de Morris

La première est de programmer la méthode de Morris [Morris, 1991] avec le langage Python et le *framework* Openturns. Vous trouverez des détails complémentaires sur cette méthode en suivant les liens ci-dessous :

- <https://tinyurl.com/yxykvhtj>
- <https://tinyurl.com/rdc2t5u>
- <https://tinyurl.com/txyrp4x>

Puis d'appliquer la méthode de Morris l'un des exemples du cours (barre, poutre, digue), au pendule de Foucault

- <https://tinyurl.com/sxdw4kl>,
- <https://tinyurl.com/y2fk8ref>

ou à l'un des exemples d'oscillations couplées décrit ici :

- <https://tinyurl.com/wsbmljh>.

Dans le cas du pendule de Foucault, vous pourrez déterminer l'influence des paramètres sur le vecteur complexe  $\zeta_s$  et sur sa fréquence angulaire dans le référentiel terrestre  $-\Omega \sin \lambda$ . Dans les autres cas, vous vous intéresserez à l'amplitude et à la fréquence des oscillations.

## 2 Synchronisation d'oscillations

La synchronisation des oscillations d'un système formé par plusieurs éléments oscillants, par exemples des métronomes [Pantaleone, 2002] ou des horloges [Oliveira and Melo, 2015], est un phénomène physique visuel et sonore surprenant :

- <https://tinyurl.com/wt9s63b>;
- <https://tinyurl.com/yc5ckyl8>.

En vous appuyant sur l'une des modélisations physiques suivantes

- <https://tinyurl.com/ta8zozb> (document en français pour le cas de deux métronomes ayant des similitudes avec par [Pantaleone, 2002]);
- <https://tinyurl.com/wofh65j> (site en anglais d'introduction au cas général qui résume le document suivant de la liste);
- <https://tinyurl.com/6qwhqta> (document en anglais dans le cas général).

vous vous intéresserez à l'impact des paramètres et conditions initiales sur, par exemple, le temps nécessaire à ce que le système se synchronise et le temps mis par le système pour se désynchroniser. Pouvez-vous déterminer, dans le cas de deux ou trois pendules, la configuration initiale qui est la plus rapide à se synchroniser et celle qui est la plus lente ? Sont-elles celles qui se désynchronisent le plus vite ou le plus lentement ?

Un programme de simulation de ce type de système oscillant a été écrit en Fortran et reproduit en annexe C de <https://tinyurl.com/6qwhqta>. Il est possible d'exécuter ce code Fortran depuis Python avec le package <https://www.numfys.net/howto/F2PY/>.

## Références

- M. D. Morris. Factorial Sampling Plans for Preliminary Computational Experiments. *Technometrics*, 33(2) :161, may 1991. ISSN 00401706. doi : 10.2307/1269043. URL <https://www.jstor.org/stable/1269043?origin=crossref>.
- H. M. Oliveira and L. V. Melo. Huygens synchronization of two clocks. *Scientific Reports*, 5(1) :11548, sep 2015. ISSN 2045-2322. doi : 10.1038/srep11548. URL <http://www.nature.com/articles/srep11548>.
- J. Pantaleone. Synchronization of metronomes. *American Journal of Physics*, 70(10) :992–1000, oct 2002. ISSN 0002-9505. doi : 10.1119/1.1501118. URL <http://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1501118>.