

**Proposition de stage 2019 pour EDF R&D/PERICLES  
avec possibilité de poursuite dans le cadre d'une thèse**

**Simulation d'événements rares  
pour des systèmes complexes  
représentés par des modèles dynamiques hybrides**

Contacts EDF : Hassane Chraïbi ([hassane.chraibi@edf.fr](mailto:hassane.chraibi@edf.fr))

**Contexte :**

Le groupe Etude Probabiliste de Sûreté et de Disponibilité (EPSD) du département PERICLES d'EDF R&D apporte un soutien, en termes de méthodes et outils, à la divisions ingénierie et production pour l'évaluation des performances fiabiliste et de sûreté des systèmes. Pour accomplir cette mission, le groupe développe et fait évoluer des méthodes ainsi que les outils logiciels qui les supportent pour couvrir l'ensemble des étapes de ces évaluations. Ces outils logiciels ont été récemment complétés par le logiciel PyCATSHOO [1] destiné à évaluer les performances fiabilistes de systèmes dynamiques hybrides. Ces systèmes ont la particularité de coupler des événements stochastiques discrets avec les transitoires de phénomènes physiques continues et déterministes.

PyCATSHOO permet d'évaluer les systèmes dynamiques hybrides, où se développent des Processus Markoviens déterministes par Morceau (PDMP) introduits par Davis [2], et les représente à l'aide d'automates stochastiques hybrides distribués. La quantification de ces systèmes se fait à l'aide d'un moteur de simulation Monte Carlo intégré.

Des travaux de thèse sont actuellement en cours avec pour objectif de mettre au point des méthodes plus efficaces pour la simulation d'événements rares dans le cadre des PDMP et de systèmes à base de composants interdépendants. Il s'agit de l'échantillonnage préférentiel couplé à une méthode de Cross Entropy pour la sélection des paramètres de la densité d'importance [3] et les systèmes de particules en interaction avec une méthode mémorisation [4].

**Description des travaux à réaliser**

Le (La) stagiaire commencera, au besoin, par se familiariser avec les notions fondamentales de sûreté de fonctionnement puis prendra en main PyCATSHOO à travers sa documentation et les cas tests déjà réalisés.

Le (La) stagiaire devra ensuite s'appropriier les résultats des travaux en cours [5] & [6] afin de les mettre en pratique sur des cas tests.

Les méthodologies mises au point par la thèse en cours devront être prises en main afin de conclure la mise en pratique par des suggestions d'amélioration qui pourraient faire partie de travaux d'une nouvelle thèse. Celle-ci devrait en particulier traiter les problématiques des études de sensibilité dans le cas d'évènements rares.

## **Profil recherché**

- Étudiant(e) en Master 2 ou élève ingénieur de troisième année fortement motivé(e) par la possibilité d'une thèse.
- De bonnes bases mathématiques notamment en probabilités sont requises.
- De bonnes bases de programmation en python sont requises.
- Beaucoup d'autonomie.

## **Renseignements pratiques**

- Durée du stage : 5/6 mois.
- Date de début du stage : (février/mars/avril 2019) à fixer.
- Durée hebdomadaire de travail : 35 heures. Les modalités pratiques de l'amplitude hebdomadaire sont celles en vigueur au département PERCILES.
- Le stage est rémunéré.
- Lieu du stage : site EDF Lab Paris Saclay (7 bd Gaspard Monge Palaiseau) avec des déplacements dans les locaux de partenaires potentiels sur ce sujet (plateau de Saclay).

## **Références**

- [1] H. Chraïbi, J. C. Houdebine, A. Sibler. PyCATSHOO: Toward a new platform dedicated to dynamic reliability assessments of hybrid systems. PSAM 2016
- [2] M. H. Davis, Markov Models and Optimization, Vol. 49, CRC Press, 1993.
- [3] P. D. Boer, D. Kroese, S. Mannor et R. Rubinstein, A tutorial on the cross-entropy method, Annals of Operations Research, 134, 19-67, 2005.
- [4] P. Del Moral & J. Garnier, Genealogical particle analysis of rare events, Ann. Appl. Probab., 15, 2496-2534, 2005.
- [5] H. Chraïbi, A. Dutfoy, T. Galtier, J. Garnier. ESREL 2016. Speed-up reliability assessment for multi-component systems: importance sampling adapted to piecewise deterministic Markovian processes.
- [6] H. Chraïbi, A. Dutfoy, T. Galtier, J. Garnier. MMR 2017. The interacting particle system method adapted to piecewise deterministic Markov processes.