

# Sujet de stage : Méthodes probabilistes pour l'évaluation de risques en production industrielle.



## **Objectif du stage**

Etude théorique et mise en œuvre pratique d'une méthodologie probabiliste de calcul de probabilité de défaillance à partir d'un ensemble d'expériences (réelles ou virtuelles) donnant des informations partielles sur le produit étudié.

Poursuite du développement de notre logiciel d'aide à la conception GoNoGo, permettant au concepteur d'évaluer la robustesse de son "Design" (circuit micro-électronique) à la variabilité naturelle de l'outil industriel de fabrication.

**Mots clés :** modélisation (interpolation de données) à l'aide de champs aléatoires, inférence bayésienne, estimation par simulation Monte-Carlo, analyse d'incertitude, théorie de la décision et analyse de fiabilité, prévision du rendement industriel.

**Société :** STMicroelectronics (Tours)

**Période :** du 01/03/2015 au 31/08/2015 (6 mois)

**Rémunération :** ~ 1000 €/mois

## **Contexte**

Le développement de nouveaux composants microélectroniques fait de plus en plus appel au prototypage virtuel et donc à la simulation numérique : équations de transport dans le silicium, thermique, mécanique, électromagnétisme, dynamique des fluides... Si les logiciels commerciaux utilisés modélisent aujourd'hui correctement la plupart des phénomènes physiques impliqués dans le fonctionnement de ces composants, ils n'intègrent pas a priori la variabilité statistique inhérente à tout processus industriel. Par exemple, les épaisseurs de matériaux déposées ainsi que leurs caractéristiques physiques ne sont pas parfaitement maîtrisées. Il s'ensuit inévitablement des variations sur les performances électriques finales du produit qui peuvent être problématiques.

Dans un contexte industriel compétitif, une prévision fiable du rendement est une information primordiale pour déterminer avec précision les coûts de production et donc assurer la rentabilité d'un projet. La quantification des risques en amont du démarrage d'un processus de fabrication permet des prises de décision efficaces. Durant la phase de conception d'un produit, les efforts de développement peuvent être alors identifiés et ordonnés par priorité.

La relation complexe entre le processus de fabrication et le produit conçu (non linéaire, non monotone, distributions multimodales...) est décrite à l'aide d'une méthode de régression bayésienne. Un champ aléatoire (gaussien, Student...) [1,2] représente ainsi, pour chaque configuration du produit, l'information disponible concernant la probabilité de défaillance.

La nature probabiliste du modèle est alors exploitée pour construire une *probabilité de risque de défaillance*, définie comme une variable aléatoire [3]. Pour ce faire, notre approche consiste à considérer comme aléatoire toutes les données inconnues, inaccessibles ou fluctuantes. Afin de propager les incertitudes, une approche basée sur les ensembles flous fournit un cadre approprié pour la mise en œuvre d'un modèle bayésien imitant

le raisonnement d'expert. L'idée sous-jacente est d'ajouter un minimum d'information a priori dans le modèle du risque de défaillance.

Cette approche a été implémentée dans un logiciel nommé GoNoGo, utilisé par les ingénieurs de la société STMicroelectronics.

## ***Mission***

Le stagiaire sera intégré au service « Computer Aided Design » (CAD) du site de STMicroelectronics (Tours) et contribuera directement à l'activité de recherche de l'équipe « Data Sciences » :

- Construction du plan d'expériences : proposer un algorithme de recherche (optimisation) des points d'observation pour la stratégie « Stepwise Uncertainty Reduction » [4], parallélisation du code.
- Etude théorique et mise en œuvre pratique de notre méthode d'évaluation de quantiles [5].
- Etude de la stabilité numérique d'un indicateur mesurant la performance du modèle de classification.

## ***Profil recherché***

Nous recherchons un candidat ayant la spécialisation suivante :

**Niveau d'études** : Bac+5 (Ingénieur Grandes Ecoles, Master 2, ...)

**Formation** : Mathématiques appliquées

**Langues** : Français, anglais

**Informatique** : Maîtrise de l'environnement Linux, programmation Matlab, R

**Compétences** : Modélisation mathématique, statistiques, théorie des probabilités, théorie des plans d'expériences, analyse numérique... Persévérance, créativité, travail en équipe.

## ***Candidature***

Les personnes intéressées pourront postuler directement sur Internet :

**Site** : <https://st.mycv.tech>

**Recherche par mot clé** : GoNoGo

**Référence de l'offre** : 183563

## ***Bibliographie***

- [1] Sacks et al. 1989, *Design and analysis of computer experiments*, *Statistical Science*, vol. 4, p. 409-435.
- [2] Santner et al. 2003, *The design and analysis of computer experiments*, Springer.
- [3] Oger. 2014, *Méthodes probabilistes pour l'évaluation de risques en production industrielle*, thèse de doctorat, université de Tours.
- [4] Bect et al. 2012, *Sequential design of computer experiments for the estimation of a probability of failure*, *Statistics & Computing*, vol. 22 n°3, p. 773-793.
- [5] Bernard et al. *An alternative estimator of a probability of failure*, *Mathematical Methods in Reliability* 2017.