

## Mieux estimer la probabilité d'évènements rares pour améliorer la sécurité des systèmes aérospatiaux et l'évaluation de leurs performances

### Rudy PASTEL

Thèse soutenue le 14 février 2012  
Ecole doctorale : ED 359 (MATISSE) - Mathématiques, Télécommunications, Informatique, Signal, Systèmes, Electronique - Rennes

#### Titre de la thèse

**Estimation de probabilités d'évènements rares et de quantiles extrêmes. Applications dans le domaine aérospatial**

#### Encadrement

Département Conception et évaluation des Performances des Systèmes (DCPS)  
Directeurs de thèse : François Le Gland - INRIA  
Jérôme Morio - ONERA



#### Devenir professionnel

Rudy Pastel est Data Scientist chez Volkswagen Data Lab  
Poste précédent : post-doctorant chez BASF.

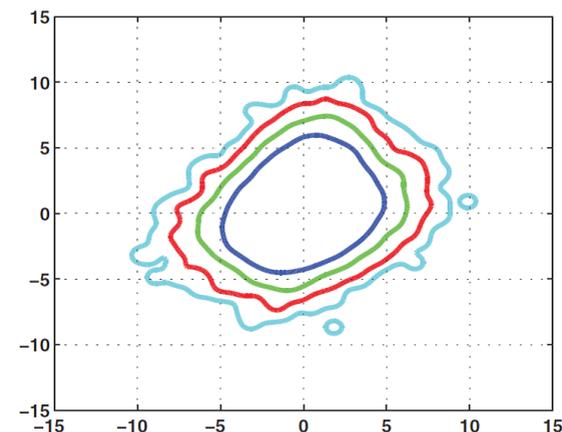
Contact : [Jerome.Morio@onera.fr](mailto:Jerome.Morio@onera.fr)

## Estimation de probabilités d'évènements rares et de quantiles extrêmes. Applications dans le domaine aérospatial

Rudy  
PASTEL

### Résumé

Les techniques dédiées aux évènements rares sont d'un grand intérêt pour l'industrie aérospatiale en raison des larges sommes qui peuvent être perdues à cause des risques associés à des probabilités infimes. Cette thèse se concentre la recherche d'outils probabilistes capables d'estimer les probabilités d'évènements rares et les quantiles extrêmes associés à un système boîte noire dont les entrées sont des variables aléatoires. Cette étude est faite au travers de deux cas test issus de l'aérospatial. Le premier est l'estimation de la probabilité de collision entre les satellites Iridium et Cosmos. L'entropie croisée (CE), l'échantillonnage pondéré non-paramétrique adaptatif (NAIS) et une version adaptative du branchement multi-niveaux (AST) sont comparés. Au cours de la comparaison, une version améliorée de NAIS a été proposée qui n'exige pas de connaissance a priori sur le système. Le second cas d'étude est l'estimation de la zone de retombée d'un étage de lanceur spatial. Bien que les quantiles extrêmes puissent être estimés par le biais de NAIS ou AST, ils apparaissent comme inadaptés à une distribution spatiale. A cette fin, le concept d'ensemble de moindre volume (MVS) est choisi dans la littérature. L'estimateur Monte Carlo (MC) de MVS n'étant pas adapté à l'estimation d'un MVS de niveau extrême, des estimateurs dédiés sont conçus à partir de NAIS et d'AST. Ces deux derniers surpassent l'estimateur de type MC.



*Estimation par minimum volume set et échantillonnage pondéré de zone de retombée d'un étage de lanceur spatial pour différentes probabilités  $p$  d'être à l'intérieur de celle-ci ( $p = 0.95$  en bleu,  $p = 0.99$  en vert,  $p = 0.999$  en rouge,  $p = 0.99999$  en turquoise).*

Télécharger la thèse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00728108>