

# Sujet de stage de fin d'étude

**Sujet :** Echantillonnage préférentiel en grande dimension

Localisation : ISAE-SUPAERO, Département d'Ingénierie des Systèmes Complexes

Encadrant principal : Florian Simatos (ISAE-SUPAERO), [florian.simatos@isae.fr](mailto:florian.simatos@isae.fr)

Co-encadrant : Jérôme Morio (ONERA), [jerome.morio@onera.fr](mailto:jerome.morio@onera.fr)

La méthode d'échantillonnage préférentiel consiste à estimer une moyenne  $m = E(\psi(X))$  avec  $X$  de loi  $f$  à partir d'un échantillon d'une autre loi, appelée loi auxiliaire, puis à estimer la moyenne recherchée en incorporant des rapports de vraisemblance. Ainsi, si les  $X_i$  sont tirés selon une loi auxiliaire  $g$ , alors  $(1/N) \sum_i \psi(X_i) L(X_i)$  avec  $L = f/g$  est un estimateur de  $m$ .

La méthode d'entropie croisée permet de trouver une bonne densité auxiliaire parmi une famille paramétrique  $\{g_\theta\}$  en cherchant le paramètre  $\theta$  qui minimise la divergence de Kullback-Leibler entre  $g_\theta$  et la densité optimale  $g^*$  [1]. Néanmoins, il est bien connu que cette méthode ne marche pas quand la dimension du paramètre  $\theta$  est grande, par exemple dans le cas classique où  $g_\theta$  est la loi gaussienne de matrice de variance-covariance  $\theta$  [2] : dans ce cas, on assiste à un phénomène d'effondrement de l'estimation de la matrice de variance-covariance. Le but de ce stage est de faire l'état de l'art sur ce phénomène, notamment de comprendre les raisons qui y amènent, ainsi que sur les méthodes qui ont été proposées pour y pallier. L'étudiant.e devra notamment essayer d'adapter les arguments de [2], énoncés dans le cadre de filtre particulière, au cas de l'algorithme d'entropie croisée. Dans un second temps, l'étudiant.e devra étudier un nouvel algorithme d'échantillonnage préférentiel adapté à la fois à la grande dimension et aux distributions optimales multi-modales en combinant des algorithmes récemment proposés [3,4].

Ce stage peut potentiellement déboucher sur une thèse de doctorat.

[1] Reuven Y. Rubinstein and Dirk P. Kroese, The cross-entropy method, Springer-Verlag, New York, 2004.

[2] Thomas Bengtsson, Peter Bickel and Bo Li, Curse-of-dimensionality revisited: Collapse of the particle filter in very large scale systems, IMS collections, 2008.

[3] Y. El-Laham, V. Elvira and M. F. Bugallo, Robust Covariance Adaptation in Adaptive Importance Sampling, IEEE Signal Processing Letters, 2018.

[4] Felipe Uribe, Jason Papaioannou, Youssef Marzouk and Daniel Straub, Cross-entropy-based importance sampling with failure-informed dimension reduction for rare event simulation, arXiv 2006.05496.