
Titre : Métamodèle multi-fidélité pour l'estimation de probabilité de défaillance : application aux structures EMR

Mot clés : fiabilité, krigeage, probabilité de défaillance, erreur de discrétisation, fatigue

Résumé : En phase de conception des structures, la prise en compte des erreurs et des incertitudes permet de mieux quantifier le risque lié à une défaillance. Les travaux présentés dans cette thèse visent à contrôler l'erreur de discrétisation introduite par la méthode des éléments finis dans l'analyse fiabiliste. Deux stratégies sont proposées pour coupler un métamodèle de krigeage avec un estimateur de Monte-Carlo et des estimateurs de l'erreur de discrétisation. La première utilise des outils d'estimation *a posteriori* de l'erreur de discrétisation. Des bornes sur l'erreur de discrétisation peuvent ensuite être calculées sur la probabilité de défaillance. La seconde stratégie exploite la connaissance *a priori* de la vitesse

de convergence de la quantité d'intérêt définissant la défaillance ou la survie de la structure. Cela permet d'extrapoler cette quantité d'intérêt et la probabilité de défaillance sans erreur de discrétisation. L'estimation de l'erreur de discrétisation est ensuite envisagée dans l'analyse fiabiliste des structures utilisées dans l'industrie des énergies marines renouvelables (EMR). Un des scénarios de défaillance étudié pour les structures en mer est la fatigue mécanique due aux chargements cycliques. Une nouvelle approche permettant de propager des bornes d'erreur de discrétisation obtenues sur la contrainte locale jusqu'au dommage en fatigue est proposée.

Title: Multifidelity metamodel for failure probability estimation : application to MRE structures

Keywords: reliability, kriging, failure probability, discretization error, fatigue

Abstract: In structural design, taking into account uncertainties and errors allows to improve the estimation of failure risk. This work aims at controlling the discretization error introduced by the finite element method in the reliability analysis. Two strategies are proposed to couple a kriging metamodel with Monte-Carlo estimators and discretization error estimators. The first strategy uses *a posteriori* estimators of the discretization error. It is used to compute discretization error bounds on the probability of failure. The second strategy exploits *a priori* knowledge of the mesh convergence rate

for the quantity of interest defining the failure of the structure. It allows to extrapolate without discretization error this quantity of interest and the probability of failure. *A posteriori* estimation of the discretization error is then considered in the context of reliability assessment of structures used in the marine renewable energy (MRE) industry. One of the failure scenarios that need to be studied when deploying a structure at sea is fatigue due to cyclic loading. A new approach allowing to propagate bounds obtained on the local stress toward the fatigue damage of the structure is proposed.