



## Appel à candidature Thèse de doctorat - Ecole des Mines de Saint-Etienne 2017

Prise en compte de l'incertitude multi échelle pour l'aide à la décision :  
Formalisation et traçabilité de la donnée imprécise  
liées à l'exploitation de simulateurs numériques<sup>1</sup>

### Mots clefs :

Aide à la décision - imprécision - codes/simulateurs numérique - nombre flou - possibilité – Théorie de l'Evidence

**Domaine d'Application** : Sciences de l'environnement - évaluation de risques environnementaux

**Direction de thèse** : Mireille Batton-Hubert (direction)

**Equipe d'accueil** : Institut Henri Fayol, Département Génie Mathématique et Industriel

Ecole doctorale de Saint-Etienne 488 SIS, UMR LIMOS EMSE

**Dates** : octobre 2017 -octobre 2020

### 1. Contexte scientifique et objectifs

Les sciences environnementales et notamment l'évaluation des risques naturels utilisent largement la modélisation numérique pour des phénomènes physiques comme les écoulements gravitaires (torrent ou avalanches). L'utilisation intensive de ces modèles à base de résolution numérique de systèmes d'EDP (dits *modèles complets*), pose le problème de la propagation des incertitudes traitées comme la partie stochastique des grandeurs d'intérêt ; cependant ces codes ne fonctionnent qu'avec des paramètres et/ou variables issues d'estimations empiriques ou qualitatives par dire d'expert. Lorsque cette information n'est plus assimilable à une donnée fréquentiste observable (soit : la variabilité et la confiance ne sont plus de type probabiliste) des choix de représentation de la composante imprécise de l'information doivent être faits. Pour ces données qualitatives ordinales ou non, de nature souvent imprécises ou vagues on parle d'incertitude épistémique.

Plusieurs travaux, récents (Tacnet 2009, Carlados 2017) montrent que les théories des possibilités, et du Raisonnement Évidentiel pour représenter l'imperfection de l'information, la propager et aider à décider, sont applicables en gestion de risque et d'efficacité d'ouvrages. L'usage classique des codes déterministes ne permet pas d'intégrer d'autres formes d'incertitude. De récents travaux ont permis d'intégrer par des modèles dits hybrides à la fois des distributions de probabilités et de possibilités (Baudrit 2005, Despouy et al. 2012). D'autre part, l'utilisation de plusieurs simulateurs utilisant des données imparfaites peut être vue comme un consortium d' 'experts' (dits sources de données) dont on peut attendre soit une convergence, soit une redondance soit un conflit de résultats. Les techniques dites de fusion permettent alors de fournir un degré d'ignorance sur les différentes convergences d'avis.

Il s'agit alors dans ce projet de thèse d'intégrer l'imprécision ou/et l'incertitude multi échelle dans le cadre de l'aide à la décision : 1) au niveau de son utilisation dans des simulateurs (propagation d'incertitude) mais aussi 2) sa traçabilité (son devenir dans et au travers de la simulation à base de raisonnement ou d'EDP) 3) ainsi que l'exploitation de cette information pour l'aide à la décision en sortie de modèles.

### 2. Descriptif de la thèse

---

<sup>1</sup> (codes à base d'Equations Différentielles partielles (EDP) et CFD (Computing fluid Dynamics))

Dans ce contexte, il s'agit d'adapter les outils mathématique et algorithmiques qui permettent de i) développer en amont de ces codes de simulation, les formes des différents modèles d'imprécision épistémique ii) d'établir la traçabilité de cette imprécision iii) d'exploiter la complétude de ces différents types d'imprécision pour l'aide à la décision iv) de proposer l'exploration de processus de décision et le choix de l'information pertinente en sortie de simulateurs.

Les différentes étapes de ce projet seront :

- d'identifier les différentes formes d'incertitude, d'imperfection dans le processus en entrée de codes numériques (différences, volumes finis etc...),
- d'étudier la traçabilité et le suivi de cette connaissance dans les codes de calcul,
- d'évaluer la performance des méthodes numériques lorsque l'information en entrée est de type imprécis,
- de tenter d'estimer le ratio entre l'incertitude liée au modèle et l'incertitude liée aux données dans l'incertitude globale ainsi manipulée.

Enfin le problème de la visualisation des résultats et de la question de 'comment communiquer et aider à la décision' finalement avec ces nouveaux résultats seront deux points qui permettront de circonscrire le projet de recherche.

Les livrables envisagés sont :

- des applications au travers de cas test, proposées au niveau de la collaboration avec l'IRTEA de Grenoble notamment. Ce partenariat permettra de mettre à disposition de données de laboratoire et de cas réels autour des problèmes d'écoulement rapide (lave torrentiel, avalanche...).
- à terme, de proposer des codes embarquant de manière native les approches d'incertitude épistémique.

### 3. Profil du candidat

Ingénieur généraliste ou Universitaire (Master) ayant une expérience en recherche.

Domaines de compétences : Sciences de l'ingénieur, génie mathématique ou mathématiques appliquées, plus particulièrement des compétences en théorie de l'aide à la décision, théorie de l'évidence, des possibilités, probabilités et statistiques. Le candidat devra être motivé par l'aspect applicatif et le développement informatique (numérique).

### 4. Financement et candidatures

Allocation de recherche du ministère de l'école des mines de Saint-Etienne sous réserve d'acceptation par la tutelle (fin mai 2017). L'attribution définitive de la thèse se fera par la décision d'un jury qui jugera de la qualité du candidat et de l'adéquation de son profil au sujet proposé.

---

Les dossiers de candidature devront comporter :

- Un CV précisant : âge, parcours de formation et diplômes du candidat
- Une lettre de motivation
- Des relevés de notes du master ou du diplôme équivalent

Et sont à envoyer par courrier électronique à : Christine Exbrayat : [exbrayat@emse.fr](mailto:exbrayat@emse.fr)

**Avant le 10 mai 2017**

Et pour toute question 'recherche' contacter : Mireille Batton-Hubert: [Mireille.BATTON-HUBERT@emse.fr](mailto:Mireille.BATTON-HUBERT@emse.fr)

### Références

- Tacnet, J.-M. (2009). « *Prise en compte de l'incertitude dans l'expertise des risques naturels en montagne par analyse multicritères et fusion d'information.* » Thèse de doct. Saint-Étienne, France : ENSM-SE, Sciences et Génie de l'Environnement, 404 p.
- Baudrit, C. (2005). « *Représentation et propagation de connaissances imprécises et incertaines : application à l'évaluation des risques liés aux sites et aux sols pollués.* » Thèse de doct. Toulouse, France : Université Toulouse III, Informatique, 198 p.
- Carladous S. (2017). « *Approche intégrée d'aide à la décision basée la propagation de l'imperfection de l'information – application à l'efficacité des mesures de protection torrentielle,* Thèse de doctorant de l'Université de Lyon opérée au sein de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne., France : ENSM-SE, Sciences et Génie de l'Environnement, 430 p. soutenance prévue 4 avril 2017
- Dupouy, G., Tacnet, J.-M., Laigle, D. et Chojnacki, E. (2012). « *Uncertainty in natural hazards numerical modelling : application of an hybrid approach to debris-flows simulation.* » In : 12th Congress Interpraevent. Grenoble, France, p. 96–106.