

## Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

### SUJET DE THESE

#### Titre de la thèse :

#### Quantification de la récurrence des éruptions volcaniques

Directeur de thèse : Laurent Chupin, Nourddine Azzaoui  
Unité de rattachement : LMBP UMR 6620 CNRS  
Equipe : EDP et PAS  
Etablissement de rattachement : Université Clermont Auvergne  
Courriel et téléphone :  
Co-encadrant éventuel : Olivier Roche, Didier Laporte  
Unité de rattachement : LMV et IRD  
Etablissement de rattachement : Université Clermont Auvergne

#### Résumé :

Prédire les éruptions volcaniques est un défi scientifique majeur et représente un enjeu sociétal. Afin d'anticiper les futures éruptions et leurs possibles conséquences, nous devons disposer de modèles fiables permettant de synthétiser et comprendre l'évolution des éruptions passées afin d'anticiper le futur. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire dans un premier temps d'analyser finement les données spatio-temporelles en tenant compte des incertitudes de mesure aussi bien sur les localisations, la volumétrie ou les datations. Coupler toutes les informations disponibles avec le développement d'outils statistiques récents devrait ainsi permettre d'affiner les réponses actuelles sur la dynamique de ces grandes éruptions produites à la surface du globe depuis des millions d'années. Le cœur de la thèse concerne l'apprentissage, la mise en œuvre et la création de modèles statistiques permettant de comprendre puis prévoir la dynamique des éruptions volcaniques à partir de ces nombreuses données. Une des premières étapes sera de se familiariser avec les modèles classiques de type processus ponctuels, comme les processus de Hawkes temporels, et de les adapter aux questions géologiques. Nous souhaitons en particulier étendre les résultats des processus temporels marqués au cas spatio-temporel. Ceci permettra d'enrichir cette famille de modèles en introduisant des variables auxiliaires permettant de l'adapter aux problèmes de prévision des futures éruptions. La robustesse des modèles proposés sera également testée sur des simulations de type Monte-Carlo. Les points suivants seront abordés dans le cadre de cette thèse :

- Proposer un modèle mathématique réaliste décrivant la dynamique spatio-temporelle de l'apparition des volcans sur une zone géographique donnée ou à la surface du globe. La méthode devra parcourir en particulier des modèles de type processus ponctuels allant du plus classique processus de Poisson aux processus de Hawkes ou de Cox.
- Récupérer le maximum de données sur l'histoire des éruptions dans la zone concernée (dates, localisation, types de magma, etc.) ainsi que toutes covariables susceptibles d'influencer sur la dynamique éruptive (comme par exemple la volumétrie, la composition chimique, etc.) ;
- Sur la base des observations historiques, utiliser les techniques d'apprentissage statistiques appropriées pour calibrer les paramètres de ces modèles.
- Valider le modèle proposé par des techniques de simulation de scénarii régénérant les données historiques. Comparer ces résultats aux techniques d'apprentissages automatiques récentes.
- Dédire des modèles pour prévoir le futur et les éruptions potentielles de façon probabiliste : probabilité d'une éruption à court terme, moyen terme, de sa localisation, de son type, etc. en quantifiant finement les analyses d'erreurs. Donner éventuellement des cartes permettant de visualiser les futures éruptions probables.