

Nom du Syllabus :	Géostatistique et Processus Ponctuels
Niveau :	M2
Année :	2
Trimestre :	3
Enseignant (e):	Michel Goulard

### **OBJECTIFS :**

Appréhender la spatialisation d'une variable quantitative dans un modèle probabiliste au second ordre, mener des calculs dans ce modèle.

Analyser la corrélation d'une variable spatialisée, estimer un modèle géostatistique à partir d'un échantillon d'une réalisation.

Prédire avec un modèle géostatistique.

Appréhender la corrélation spatiale d'objets ponctuels spatialisés par un modèle probabiliste.

Tester l'hypothèse de répartition aléatoire vis à vis de la régularité ou de l'agrégation

Estimer les caractéristiques (intensité, fonctions d'ordre 2, ...) d'un processus ponctuel à partir de son observation dans une fenêtre.

### **PLAN DU COURS :**

Le cours est organisé en deux gros chapitres : la géostatistique et l'analyse statistique des processus ponctuels.

La géostatistique est un pan de la statistique qui permet de prédire des quantités « spatialisées » à partir de l'observation d'un échantillon ponctuel; prédire en tout point d'une zone la quantité d'ozone dans la couche ambiante à partir de la mesure des quantités d'ozone en certains sites positionnés géographiquement, prédire la quantité de minerai présente dans le sous-sol d'une région donnée à partir de prélèvements de sol effectués dans cette région. L'analyse statistique des processus ponctuels ou des agrégats de points correspond à l'analyse

statistique d'observations relatives à des objets repérés par des coordonnées dans une région donnée auxquels sont éventuellement associées certaines caractéristiques ; des arbres d'un peuplement repérés géographiquement et auxquels sont associés leurs diamètres, leur hauteur, des comptages de plantes présentes dans des quadrats repérés géographiquement, des mesures de distance de la plus proche entreprise voisine pour certains points choisis parmi des points stratégiques dans une cité.

## **I Géostatistiques : Observations sur un échantillon de points d'une Zone Géographique**

### 1 – Introduction

Motivation de la statistique spatiale - Modélisation

### 2 - Champs Spatiaux : Définitions et propriétés

Champ aléatoire - Distributions Fi-Di - Famille Distributions

Conditionnelle - Moyenne et Covariance - Champs Gaussiens - Propriétés de la fonction de covariance et du variogramme - Réalisation, Echantillon - Hypothèses de stationnarité - Hypothèses d'Isotropie - Hypothèse d'ergodicité pour support infini

### 3 - Analyse de tendance

Modèle sous-jacent - Exploration visuelle - Exploration statistique

### 4- Mesure de l'autocorrélation d'un champ stationnaire

### 5- Modèles de variogramme et de covariance

Définitions et propriétés - Représentation spectrale - Covariance et variogramme sur  $R^2$

### 6- Géostatistique : Estimer

Estimation Moindres Carrés du variogramme - Estimation par Maximum de vraisemblance gaussienne - Estimation Tendance + Résidu stationnaire

### 7- Géostatistique : Prédire

Prédiction : krigeage ordinaire - Krigeage Universel - Krigeage lognormal - Krigeage transgaussien

### 8- Simuler

Simulation - Simulation conditionnelle - Remarques sur l'utilisation de la simulation

## **II Analyse Statistique d'agrégats de points**

1- Introduction

2- Notions de base

3- Test de l'hypothèse "CSR"

Répartition des inter-distances - Application sur trois jeux typiques -  
Distances des plus proches voisins, probabilités du vide - Test basé sur un  
découpage en quadrats

4- Caractéristiques théoriques d'un processus ponctuel

Intensité - Les fonctions F, G et J - Les moments d'ordre 2,  
fonctions g et K

5 - Estimation des caractéristiques à partir d'une répartition observée

L'intensité - L'effet de bord et sa correction - Estimation des  
fonctions -

Remarque : des scripts sous R permettent d'expérimenter sur des jeux de  
données.

**PRE-REQUIS** : niveau M1 requis : calculs de variance et connaissance de  
l'intégrale.

## **BIBLIOGRAPHIE** :

### **Partie I**

– N. Cressie 1993 "Statistics for Spatial Data", Wiley.

– H. Wackernagel 2003 "Multivariate geostatistics", Springer.

– B.D. Ripley 1981 "Spatial statistics", Wiley.

– J.-P. Chilès, P. Delfiner 1999 "Geostatistics- modeling spatial uncertainty",  
Wiley.

– P.D. Diggle, P.J. Ribeiro Jr 2007 "Model-based Geostatistics", Springer.

– G. Matheron, "Estimating and Choosing", Springer.

Le dernier livre cité est un essai qui présente le paradigme dans lequel s'est inscrit Georges Matheron, « créateur » de la géostatistique, et qui n'est pas tout à fait le paradigme de la statistique classique.

## **Partie II**

- A. Baddeley, P. Gregori, J. Mateu, R. Stoica & D. Stoyan 2006 "Case studies in spatial point process modeling" Lecture notes in Statistics Springer
  
- N. Cressie 1993 "Statistics for spatial data" Wiley
  
- P.J. Diggle 2003 "Statistical analysis of spatial point patterns. second edition" Arnold London.
  
- D. Stoyan & H. Stoyan 1994 "Fractals, random shapes and point fields" Wiley