

# Géostatistique linéaire

## I- Variogrammes et variances d'estimation

## II- krigeage, et méthodes qui en dérivent

J. Serra [j.serra@esiee.fr](mailto:j.serra@esiee.fr)

ESIEE & Laboratoire d'Informatique Gaspard Monge, équipe A3SI ; Université Paris-Est

### Résumés pour les exposés des 12 et 19 janvier 2012

Dans les sciences de la terre, comme la géologie, la géographie, ou l'environnement, beaucoup de phénomènes varient dans l'espace et le temps avec une plus ou moins grande continuité. Elle n'est pas assez grande pour qu'on puisse les prédire exactement, et comme ces phénomènes sont souvent uniques, pensez à ces énormes anomalies géologiques que sont les gisements miniers, on ne peut pas les assimiler non plus à des variables aléatoires. On n'exploite un panneau minier qu'une fois, et la possibilité de répéter indéfiniment l'épreuve n'existe pas.

On parle alors de variables régionalisées, et la méthode élaborée par Georges Matheron pour les décrire et prédire se nomme la géostatistique. Celle-ci est linéaire quand les estimateurs qu'elle construit sont des fonctions linéaires des données disponibles. Nous la présentons en deux exposés illustrés d'exemples pris dans les sciences de la terre (mine, pétrole, pluviométrie), plus une application principale en démographie.

Le premier exposé concerne la variographie et les variances d'estimation. Le variogramme, ou variance des accroissements, est une courbe qui représente le degré de continuité de la variable régionalisée. On porte en abscisse une distance  $d$ , et en ordonnée la valeur moyenne du carré de la différence des teneurs des échantillons prélevés à la distance  $d$  l'un de l'autre. La croissance plus ou moins rapide du variogramme avec la distance, et en particulier au voisinage de l'origine, traduit exactement la manière plus ou moins rapide dont se détériore l'influence d'un échantillon donné sur des zones de plus en plus lointaines de l'espace.

Cet outil ne représente pas la totalité, ni les détails locaux du phénomène, mais il rend compte de ses caractères essentiels (anisotropies, superpositions d'échelles, effets de trou, etc.). Il s'apparente au spectre des fréquences d'un phénomène vibratoire, qui ne retient que l'amplitude de chaque harmonique et se débarrasse des phases. Il en résulte un moyen de calcul précis des erreurs d'estimation probables. A échantillonnage égal, la qualité des estimations dépend du choix d'un modèle formel de variogramme.

Le second exposé porte sur la cartographie et sur les simulations de variables régionalisées. Lorsque l'on veut kriger, c'est-à-dire, estimer une zone, éventuellement réduite à un point, à partir de plusieurs échantillons, les uns intérieurs, les autres extérieurs, le variogramme donne une mesure précise de l'influence de chacun d'eux sur le panneau, et, par le calcul, on en déduit les coefficients de pondération conduisant à la plus faible erreur probable possible et la valeur de cette erreur.

D'où possibilité de recommander une stratégie d'échantillonnage. D'où aussi la possibilité de kriger une variable utile, mais mal connue, à partir d'une autre, plus facile d'accès. D'où encore la possibilité de réaliser numériquement des fonctions aléatoires qui simulent la variable régionalisée, en ce qu'elles prennent les mêmes valeurs numériques aux points connus, et possèdent le même variogramme.

Pour conclure, généralisant la notion d'accroissement, on étend la démarche aux phénomènes qui présentent une dérive spatiale, comme les fonds sous-marins près des côtes.