

# GÉOSTATISTIQUE

Cours GML6402A  
3 crédits (3-3-3)  
Automne 2018

Denis Marcotte  
B-649; Tél.: 4620  
courriel : denis.marcotte@polymtl.ca

Site internet du cours : <http://geo.polymtl.ca/~marcotte/gml6402.html>

---

## But du cours:

Le cours vise à ce que l'étudiant maîtrise suffisamment les notions de base de la géostatistique pour lui permettre de bien comprendre la littérature géostatistique. Il vise également à ce que l'étudiant puisse utiliser les techniques apprises pour les appliquer dans ses propres recherches de maîtrise ou de doctorat.

## Objectifs d'apprentissage:

A la fin du cours, l'étudiant:

- i. comprendra les hypothèses sous-jacentes à toute modélisation géostatistique;
- ii. sera familier avec les notions de variance de bloc et de variance d'estimation et saura estimer et modéliser un variogramme;
- iii. comprendra les principales propriétés des estimateurs du krigeage et le lien qu'ils présentent avec le variogramme;
- iv. pourra réaliser des krigeages avec dérive;
- v. pourra exprimer le krigeage sous forme duale et s'en servir pour imposer des contraintes;
- vi. pourra modéliser des cas multivariés simples;
- vii. pourra réaliser des cokrigeages, krigeage avec dérive externe et autres variantes multivariés;
- viii. pourra effectuer des simulations conditionnelles, ou non, présentant un variogramme donné;
- ix. connaîtra les approches de type multipoints et les simulations plurigaussiennes;
- x. aura été sensibilisé à diverses applications de ces techniques dans des domaines variés des sciences de la terre;
- xi. saura utiliser pour ses propres recherches les principaux outils linéaires et non-linéaires, univariés et multivariés, disponibles en géostatistique.

## Méthodologie:

Cours magistraux, articles à lire, présentations powerpoint, exemples en classe, discussions d'articles.

Les devoirs nécessitent un peu de programmation en Matlab.

Les étudiants pourront consulter le site internet pour se procurer notes de cours et les présentations « powerpoint »

Manuel de référence : Chilès J.P. et Delfiner P., 1999 (ou 2012). Geostatistics : Modeling spatial uncertainty. Wiley, New York.

## Évaluation

Devoirs individuels (~1 par semaine) : 70 %  
1 projet individuel : 30%

## Horaire détaillé (À titre indicatif seulement, sujet à modifications)

Semaine	Contenu	Références
1	<p>Introduction</p> <p>Variogrammes et covariances, expérimentaux et modèles.</p> <p>Conditions d'admissibilité des modèles de covariance et de variogrammes.</p> <p>Méthodes d'ajustements (visuelle, moindres carrés, vraisemblance maximale, validation croisée).</p> <p>Utilisation des modèles pour quelques calculs simples.</p> <p>Devoir 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chapitre1-Introduction</li> <li>• chapitre2-variogrammes</li> <li>• ppt: intro_vario</li> <li>• Vario - supplément</li> <li>• Chap. 2 C&amp;D p. 29 à 63, p. 78 à 96, p. 104 à 113, 115 à 121, 122 à 137.</li> </ul>
2	<p>Variance de blocs et de dispersion; concept et méthodes de calcul; applications.</p> <p>Variance d'estimation, définition et interprétation, calcul.</p> <p>Devoir 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chapitre 3 _variances de bloc, de dispersion et d'estimation</li> <li>• ppt:variance_bloc</li> <li>• ppt:variance_estimation</li> <li>• abaqués</li> </ul>
3	<p>Krigeage simple, ordinaire et avec dérive; obtention des équations et exemples.</p> <p>Estimation de la covariance des résidus.</p> <p>Krigeage sous forme duale, équation et utilité.</p> <p>Inclusion de contraintes linéaires dans les krigeages.</p> <p>Devoir 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chapitre5: krigeage simple et ordinaire</li> <li>• krigeage dual</li> <li>• krigeage avec dérive</li> <li>• C&amp;D 150-187, 190-224</li> </ul>
4	<p>Concept de covariance généralisée.</p> <p>Covariances non-stationnaires.</p> <p>Devoir 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C&amp;D p.187-190, 231-249, 252-253, 255-257.</li> <li>• Article de Paciorek</li> </ul>
5	<p>Géostatistique multivariable :</p> <p>Covariance croisée, variogramme croisé.</p> <p>Modèle linéaire de corégionalisation.</p> <p>Conditions de succès. Influence du voisinage.</p> <p>Inclusion de relations déterministes entre variables, points doublons, exemples en hydrogéologie.</p> <p>Admissibilité des modèles multivariés.</p> <p>Devoir 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chapitre 9: cokrigeage</li> <li>• cokrigeage, supplément</li> <li>• ppt: cokrigeage</li> <li>• C&amp;D p. 321-327, 328-331, 332-349</li> <li>• Article TASC3D</li> </ul>
6	<p>Krigeage d'indicatrice, krigeage avec contraintes d'inégalité.</p> <p>Modèle gaussien discret</p> <p>Conditionnement uniforme</p> <p>Devoir 6</p> <p>Semaine de relâche</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chapitre7: krigeage d'indicatrices</li> <li>• ppt_indicatrice</li> </ul>
7	<p>Nécessité des simulations.</p> <p>Simulations non-conditionnelles et conditionnelles.</p> <p>Méthode LU, et SGS.</p> <p>Devoir 7</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chapitre 8: simulations</li> <li>• ppt: simulation</li> </ul>
8	<p>Simulations par bandes tournantes et FFTMA.</p> <p>Post-conditionnement par krigeage.</p> <p>Devoir 8</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• supplément: bandes_tournantes et FFTMA</li> <li>• C&amp;D,</li> <li>• Article de Le Ravalec</li> </ul>

9	Simulations non-stationnaires Post-traitement des simulations conditionnelles : recuit simulé et méthode de déformation graduelle. Devoir 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C&amp;D p.449-478, 486-504</li> <li>• Emery et Lantuejoul (2008)</li> <li>• Article de Le Ravalec et Hu</li> </ul>
10	Méthode gaussienne tronquée et plurigaussiennes : codage et paramètres de contrôle; proportions variables. Simulation avec contraintes d'inégalité, échantillonneur de Gibbs, Devoir 10	C&D p. 531-535, 571-592 Article de Freulon et de Fouquet Article de Emery Chilès
11	Méthodes multipoints.	Article de Caers et Arpat, Article de Faucher et al.
12	À déterminer	
13	À déterminer	

Date de remise du projet : vendredi 14 décembre.