

École Polytechnique - Département CGM

GLQ3401: Géostatistique et géologie minières (3-3-3)

GLQ3651: Géologie minière (2-2-2)

Plan de cours - Automne 2019

Professeur: Denis Marcotte: B-649, tél: 340-4711-4620,

courriel: denis.marcotte@polymtl.ca

Site web du cours : <http://cours.polymtl.ca/geo/marcotte/>

Périodes: Cours :

Mercredi	15h45, 16h45	L-1710
Jeudi	16h45	L-1710

TPs

Vendredi	12h45, 13h45, 14h45	B-418
----------	---------------------	-------

Disponibilité : sur rendez-vous.

OBJECTIFS:

À la fin du cours, l'étudiant pourra :

- reconnaître les caractéristiques des sondages au diamant, les causes des déviations des sondages et les principales méthodes d'arpentage des sondages;
- évaluer une procédure d'échantillonnage et déterminer des méthodes pour l'améliorer;
- déterminer les teneurs de coupure limites, d'équilibre et optimale d'un gisement;
- appliquer les principaux outils de la géostatistique linéaire pour l'estimation des ressources d'un dépôt;
- comparer l'efficacité de différentes méthodes d'homogénéisation des minerais;
- comprendre et analyser les implications des effets supports et information dans le calcul des ressources récupérables d'un gisement.
- résoudre des problèmes miniers non-linéaires à l'aide du krigage d'indicatrices et des simulations;

MÉTHODOLOGIE

Le cours comporte trois parties principales. La 1ère partie (GLQ3401 et GLQ3651) porte sur les techniques de sondages et d'échantillonnage, les notions de teneur de coupure, ressources et réserves et l'estimation des ressources par méthodes conventionnelles. La 2^e partie (GLQ3401 et GLQ3651) traite de la géostatistique linéaire. La matière vue couvre les principaux outils géostatistiques utilisés pour l'estimation des ressources. La 3^e partie traite de méthodes avancées de géostatistique (GLQ3401 seulement) et vise à répondre à des problèmes plus pointus dans le domaine minier et aussi dans le domaine environnemental.

Des notes de cours du professeur sont utilisées et sont disponibles sur le site web. Les présentations « Powerpoint » s'y retrouvent également en format pdf.

ÉVALUATION

	GLQ3401	GLQ3651	Date
Travaux pratiques	15%	15%	Tous les vendredis
Quiz (géologie minière)	30%	45%	Vendredi 4 octobre, 13h
Quiz (géostatistique linéaire)	25%	40%	Vendredi 1 ^{er} novembre, 13h
Final (géostatistique, méthodes avancées)	30%	--	Période d'examens
Total	100%	100%	
Examen(s) différé(s)	--	--	Mardi 3 décembre 14h

Les travaux pratiques doivent être remis à la fin de la séance.

Note : Les notes pour les deux cours, GLQ3401 et GLQ3651, sont compilées séparément.

Note: Pour les étudiants non-francophones de McGill, une version anglaise des quiz pourra être préparée suite à une demande au professeur formulée au moins une semaine avant la date prévue de l'examen.

Notes importantes :

Documentation aux examens : Deux feuilles 8.5 x 11 pouces, recto-verso, tout contenu admissible.

Absences aux examens: Les personnes absentes à un contrôle périodique doivent présenter la justification au Bureau des Affaires Académiques tel que stipulé dans l'annuaire du baccalauréat. Dans le cas où la justification est acceptée par le BAA, un examen différé écrit devra être réalisé.

Les examens différés auront lieu le mardi 3 décembre à 14h00.

Plagiat : Les règles et définitions concernant la fraude et le plagiat sont présentées dans l'annuaire de Polytechnique (Article 8). Elles seront appliquées avec rigueur.

MANUELS RECOMMANDÉS

Notes de cours sur le site internet. La partie géologie minière est protégée : l'utilisateur et le mot de passe sont tous deux glq3401 sans majuscule.

QUALITÉS

Qualité 1: Connaissance en génie

La théorie de Gy, la théorie de Lane et Taylor, les notions de variance de bloc, la géostatistique multivariable et non-linéaire et les simulations géostatistiques représentent de nouvelles connaissances avancées en génie. Les notions relatives aux variogrammes et au krigeage, aux ressources et réserves, la loi des mines, les méthodes de sondage ont pu être vues brièvement dans d'autres cours et sont ici approfondies.

Qualité 2: Analyse de problème

Pour GLQ3401 et GLQ3651

2.1, 2.2 et 2.5 Les étudiants doivent identifier les problèmes reliés à des procédures d'échantillonnage (théorie de Gy), recommander des modifications réalistes à celles-ci et valider leurs résultats.

2.2 2.4 et 2.5 Les étudiants doivent comparer entre elles des alternatives d'homogénéisation de l'intrant carrière à une cimenterie compte tenu des informations géostatistiques et recommander la meilleure solution pour les spécifications demandées.

2.4 Les étudiants doivent calculer la position de forages tenant compte des déviations, effectuer la régularisation des teneurs, calculer les distances de forage à un horizon marqueur compte tenu des orientations du forage et de l'horizon, etc.

2.1, 2.4 et 2.6 Les étudiants doivent identifier et tenir compte dans leurs calculs de l'effet support et de l'effet information décrits par la géostatistique et identifier l'impact du biais conditionnel sur les estimations de ressources.

2.1 2.3 2.4 2.5 2.6 Les étudiants doivent utiliser la théorie de Lane et Taylor pour formuler le problème d'identification d'une teneur de coupure optimale et conceptualiser et calculer les impacts de variation de coûts fixes et variables de minage, de prix du métal, de la distribution statistique des ressources, du biais conditionnel, des capacités à la mine ou au concentrateur, de la taxation, etc.

Pour GLQ3401 seulement :

2.1 2.2 et 2.6 Les étudiants doivent identifier le problème de non-représentativité des ressources récupérables in-situ calculées sur des estimations (effet information), produire des estimés plus réalistes par simulation conditionnelle et modéliser l'incertitude associée.

2.4 et 2.6 Les étudiants doivent analyser l'utilisation de la validation croisée pour prévoir les précision d'estimations obtenues par krigeage et par cokrigeage.

2.2 Les étudiants doivent comparer et analyser les résultats de simulations de faciès obtenues par méthode plurigaussienne selon différentes règles de codage.

2.2 et 2.4 Les étudiants doivent analyser les différences entre krigeage linéaire et non-linéaire (krigeage d'indicatrices) pour la modélisation d'un site contaminé et de l'incertitude associée.

HORAIRE

Sem.	Séance	Contenu	Lectures
1	28 août	Plan de cours. Introduction à l'industrie minière. Principales sources d'information. Sedar. Teneur de coupure. Ressources et réserves. Règlement NI-43-101. Rapport technique. Loi des mines et fiscalité minière.	Chap. 1+ ppt Chap. 6+ppt Chap. 10
1	29 août	Contrôle de qualité QA/QC dans les mines, biais, précision, justesse	
1	30 août	Pas de TP	
2	4 sept	Sondages, principe du forage au diamant, carottage, mesures de déviations et mise en plan, compositage, etc.	Chap. 3 + ppt Chap. 11
2	5 sept	Sondages (suite)	
2	6 sept	TP-1 Sondages	
3	11 sept	Théorie de Gy - Calcul de la variance relative de l'erreur fondamentale.	Chap. 5+ ppt
3	12 sept	Théorie de Gy - Méthodes d'échantillonnage	Chap. 4 + ppt
3	13 sept	TP-2 Théorie de Gy.	
4	18 sept	Théorie de Lane et Taylor	Chap. 8 + ppt
4	19 sept	Théorie de Lane et Taylor	Chap. 8 + ppt
4	20 sept	TP-3 Théorie de Lane et Taylor	
5	21 sept	Ressources : méthodes conventionnelles.	Chap. 7 + ppt
5	22 sept	Ressources : méthodes conventionnelles	Chap. 7 + ppt
5	23 sept	TP-4 Ressources méthodes conventionnelles	
6	2 oct	Variogrammes.	Chap. 1 +ppt
6	3 oct	Variance de blocs et variances de dispersion	Chap. 3 + ppt
6	4 oct	Quiz 1 – partie géologie minière	
7	9 oct	Problèmes d'homogénéisation des teneurs.	Chap. 3+ ppt
7	10 oct	Variance d'estimation	Chap. 3+ppt
7	11 oct	TP-5 Variogramme, variance de dispersion, problème d'homogénéisation	
		Semaine de relâche du 14 au 18 octobre	
8	23 oct	Krigeage	Chap. 5+ ppt
8	24 oct	Krigeage	Chap. 5+ ppt
8	25 oct	TP-6 Variance d'estimation et krigeage	
9	30 oct	Géostatistique multivariée et cokrigeage (GLQ3401 seulement)	Chap. 9+ ppt
9	31 oct	Géostatistique multivariée et cokrigeage (GLQ3401 seulement)	Chap. 9+ ppt
9	1 nov	Quiz 2 – partie géostatistique	
10	6 nov	Krigeage d'indicatrices	Chap. 7 + ppt
10	7 nov	Krigeage d'indicatrices	Chap. 7 + ppt
10	8 nov	TP-7 (informatique) cokrigeage	
11	13 nov	Simulations	Chap. 8 + ppt
11	14 nov	Simulations	Chap. 8 + ppt
11	15 nov	TP-8 Krigeage d'indicatrices	
12	20 nov	Simulations de faciès	Chap. 8 + ppt
12	21 nov	Simulation de faciès	Chap. 8 + ppt
12	22 nov	TP-9 Simulations	
13	27 nov	L'estimation des ressources; problèmes particuliers	
13	28 nov	Synthèse	
13	29 nov.	TP-10 Simulation de faciès	
	3 déc 14h	Examens différés des deux premiers contrôles périodiques (seulement avec motivation acceptée par le BAA)	
	Période d'examens	Examen final de GLQ3401	