

École Polytechnique - Département CGM

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

GLQ3651: Géologie minière (2-2-2)

Plan de cours - Automne 2021

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

courriel: denis.marcotte@polymtl.ca

Site web du cours : [site Moodle](#)

Périodes:

Cours : mercredi	14h45, 15h45 et 16h45	M-2203
TP : vendredi	12h45, 13h45, 14h45	A-622 B-315

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 1^{ère} 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	20%	20%	Tous les vendredis
Quiz (géologie minière)	30%	40%	Vendredi 8 octobre, 12h45 au B-315
Quiz (géostatistique linéaire)	25%	40%	Vendredi 5 novembre, 12h45 au B-315
Final (géostatistique, méthodes avancées)	25%	--	Période d'examens
Total	100%	100%	
Examen(s) différé(s)	--	--	8 décembre 13h30

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 8 décembre à 13h30.

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	Enseignant
1	1 sept	Plan de cours. Introduction à l'industrie minière. Principales sources d'information. GEOMIN, site Moodle. Loi des mines et fiscalité minière.	Denis Marcotte
1	3 sept	TP d'introduction (à faire à distance)	Denis Marcotte
2	8 sept	Théorie de Lane et Taylor.	Denis Marcotte
2	10 sept	TP-1 Théorie de Lane et Taylor	Denis Marcotte
3	15 sept	Théorie de Gy - Calcul de la variance relative de l'erreur fondamentale. Méthodes d'échantillonnage.	Denis Marcotte
3	17 sept	TP-2 Théorie de Gy.	Denis Marcotte
4	22 sept	Teneur de coupure. Ressources et réserves. Règlement NI-43-101. Rapport technique. Sedar. Contrôle de qualité QA/QC dans les mines. Sondages, principe du forage au diamant, carottage, mesures de déviations et mise en plan, compositage, etc.	Raphaël Dutaut
4	24 sept	TP-3 Sondages et QA/QC	Raphaël Dutaut
5	29 sept	Ressources : méthodes conventionnelles.	Raphaël Dutaut
5	1 oct	TP-4 Ressources méthodes conventionnelles	Raphaël Dutaut
6	6 oct	Variogrammes.	Dany Lauzon
6	8 oct	Quiz 1 – partie géologie minière	Surveillant
		Semaine de relâche du 11 au 15 octobre	
7	20 oct	Variances de bloc et variances de dispersion. Problèmes d'homogénéisation des teneurs.	Dany Lauzon
7	22 oct	TP-5 Variogramme, variance de dispersion, problème d'homogénéisation	Dany Lauzon
8	27 oct	Variance d'estimation et krigeage	Dany Lauzon
8	29 oct	TP-6 Variance d'estimation et krigeage	Dany Lauzon
9	3 nov	Géostatistique multivariable et cokrigeage (GLQ3401 seulement)	Dany Lauzon
9	5 nov	Quiz 2 – partie géostatistique	Surveillant
10	10 nov	Krigeage d'indicatrices	Dany Lauzon
10	12 nov	TP-7 (informatique) cokrigeage	Dany Lauzon
11	17 nov	Simulations	Dany Lauzon
11	19 nov	TP-8 Krigeage d'indicatrices	Dany Lauzon
12	24 nov	Simulations de faciès	Dany Lauzon
12	26 nov	TP-9 Simulations	Dany Lauzon
13	1 déc	L'estimation des ressources; problèmes particuliers, synthèse.	Dany Lauzon
13	3 déc	TP-10 Simulation de faciès	Dany Lauzon
	8 déc. 13h30	Examens différés des deux premiers contrôles périodiques (seulement avec motivation acceptée par le BAA)	Denis Marcotte
	Période d'examens	Examen final de GLQ3401 (seulement 2e partie)	Surveillant