

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION - NOVEMBRE 2016

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

14-MIN-A4

MÉTHODES D'EXTRACTION EN SURFACE ET CONCEPTION MINIÈRE

Question 1 (10 points)

La méthode des fosses emboîtées est très utilisée lors de la conception d'une fosse à ciel ouvert. Veuillez illustrer cette méthode et l'expliquer.

Question 2 (10 points)

Comme vous le savez, une fosse ultime est appelée à évoluer dans le temps en raison de la variation temporelle de certains facteurs, d'où l'importance des études de sensibilité. Quels sont les paramètres physiques et économiques importants à considérer lors de ces études de sensibilité?

Question 3 (10 points)

Une mine à ciel ouvert, opérant depuis plusieurs années avec des camions de 250 tonnes, décide d'ajouter à sa flotte des camions de 400 tonnes. Ces acquisitions auront des impacts sur l'ensemble de l'opération. Veuillez indiquer et expliquer brièvement ces impacts.

Question 4 (20 points)

L'algorithme Lerchs-Grossman est largement utilisé pour l'obtention des fosses ultimes des projets miniers. Vous savez comment appliquer l'algorithme sur une section transversale d'un gisement. En bref, à partir d'une première matrice sur laquelle une valeur monétaire est attribuée à chaque bloc d'une section, il est possible de générer une seconde matrice (somme par colonne) puis une troisième matrice (somme du bloc maximal adjacent de la colonne de gauche). Ci-après, la troisième matrice obtenue avec la méthode Lerchs-Grossman pour une section transversale d'un gisement.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4	10	19	37	53	67	79	89	97	97	104	100
-8	2	29	46	71	83	93	101	101	108	100	96
-12	-6	17	56	80	101	109	109	116	108	99	88
-16	-14	5	40	90	110	121	128	120	111	95	83
-20	-22	-7	24	70	116	132	136	127	107	91	75

Veuillez identifier et expliquer les informations importantes que l'on peut retirer de cette matrice.

Question 5 (10 points)

Le tableau ci-dessous contient de l'information concernant la capacité d'engins dans une nouvelle mine de charbon utilisant la méthode d'exploitation en découverte.

Description	Qté	Taille vg ³ (m ³)
Dragline 1	1	37 (28,3)
Dragline 2	1	27 (20,6)
Pelle 1	2	25 (19,1)
Pelle 2	1	15 (11,5)

Le gisement est divisé en deux zones : dans l'une on fait le décapage avec les draglines et dans l'autre on fait le décapage avec les pelles. On vise un taux de production pour l'ensemble de la mine de 4,1 Mt.c. (3,7 Mt) de charbon par année, nécessitant l'enlèvement de 27 millions de vg³ (21,4 millions de m³) de mort-terrain *in situ* et 3,8 millions de vg³ (2,9 millions de m³) de reprise par année.

Calculez le taux de découverture en vg³/t.c. (m³/t).

Question 6 (20 points)

Les files d'attente dans les mines à ciel ouvert constituent un défi de taille. Vous êtes donc mandaté pour travailler à la nouvelle expansion de la fosse. Dans un premier temps, on vous demande de déterminer le nombre et le type de camions requis afin de minimiser les coûts d'extraction (\$/t). Suite à vos premières démarches, vous réalisez que vous avez deux pelles usagées à votre disposition, mais que les camions sont désormais inutilisables. Jusqu'à ce jour, le transport du minerai a été effectué avec des camions de 150 tonnes. Des études de temps avaient permis d'établir les statistiques suivantes :

- temps de cycle moyen (aller- retour) des camions : 15 minutes, écart-type de 2 minutes
- temps de chargement des camions : 3 minutes, écart-type de 0.5 minute.

Le représentant d'un manufacturier vous suggère d'acheter des camions de 200 tonnes. Suite à son évaluation, il vous indique pouvoir atteindre les temps suivants :

- temps de cycle moyen (aller-retour) des camions : 12 minutes, écart-type de 2 minutes

Les coûts d'utilisation de la pelle et des camions sont de :

- 170\$/h pour la pelle
- 120\$/h pour les camions de 150 tonnes
- 150\$/h pour les camions de 200 tonnes

Pour vos calculs, vous supposez des taux d'arrivée et de services aléatoires. Suivant le modèle M/M/s/K, le nombre d'unités en cours de service est indiqué dans le tableau suivant :

	150 tonnes	200 tonnes
K	η	η
3	0,499	0,744
4	0,662	0,977
5	0,822	1,194
6	0,977	1,389
7	1,126	1,558
8	1,267	1,697
9	1,399	1,805
10	1,519	1,882
11	1,627	1,934
12	1,720	1,966
13	1,797	1,983
14	1,860	1,993

Dans un premier temps, déterminez le temps de chargement des camions de 200 tonnes. Par la suite, attaquez-vous à votre mandat et assurez-vous d'expliquer vos résultats et vos choix à votre ingénieur en chef.

Question 7 (10 points)

Pour chacune des questions suivantes, veuillez indiquer si l'affirmation est vraie ou fausse.

AFFIRMATION	VRAI / FAUX
Il est possible d'utiliser un rapport stérile sur minéral (S/M) de coupure pour déterminer les limites d'une fosse à ciel ouvert.	
Whittle, à l'aide de la méthode Lerchs-Grossmann, génère une fosse finale.	
Afin d'optimiser l'opération, le rapport S/M devrait être constant tout au long de l'exploitation d'une fosse à ciel ouvert.	
La teneur de coupure est définie au moment de la réalisation de l'étude de faisabilité et ce, pour toute la période d'exploitation d'une fosse à ciel ouvert.	
Il est possible d'élaborer une fosse ultime en tenant compte uniquement et spécifiquement de la teneur de chaque bloc d'un modèle de blocs.	
En moyenne, parmi 10 000 zones prometteuses (anomalies), une seule devient éventuellement une mine en exploitation.	
Une étude de faisabilité a été complétée et approuvée par le conseil d'administration d'une entreprise. L'étape suivante est donc le démarrage de l'opération.	
La méthode des fosses emboîtées permet d'assurer des revenus constants tout au long de l'exploitation d'une fosse à ciel ouvert.	
L'article 45.2 du « Règlement sur la santé et la sécurité dans les mines » spécifie que « Les chemins de service empruntés par les véhicules motorisés dans une mine à ciel ouvert doivent être bordés par un amoncellement de remblai ou un parapet lorsque les véhicules sont exposés à une chute dans le vide de plus de 3 mètres ».	
Lors de la réalisation d'une étude de sensibilité, le principal paramètre économique à considérer est le prix du métal.	

Question 8 (10 points)

- a) Quels sont les principaux facteurs influençant la stabilité des parois d'une fosse à ciel ouvert? (5 points)
- b) Quels sont les impacts d'avoir des murs d'une fosse à ciel ouvert instables? Quels sont les impacts d'avoir des murs d'une fosse à ciel ouvert très stables? (5 points)