

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION - NOVEMBRE 2018

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

14-MI-A4

MÉTHODES D'EXTRACTION EN SURFACE ET CONCEPTION MINIÈRE

**Question 1 (15 points)**

La méthode Lerchs-Grossman, appliquée à une seule section, est relativement simple comparativement à son application 3D, à tout le moins lorsqu'elle est appliquée manuellement.

Veillez donc appliquer la méthode Lerchs-Grossman pour la section suivante (blocs de 10m x 10m x 10m) et déterminez :

- La valeur optimale de cette section (\$/t)
- Afin de simplifier la démarche, considérez des angles moyens des murs à 45 degrés et des bancs à 90 degrés)
- Le rapport stérile / minéral (considérez que le minéral et le stérile ont la même densité, soit 2,7).

Valeur des blocs (\$/t) :

-6	-6	-6	7	9	7	11	10	4	2	2	-6	-6	-6	-6
-6	-6	-6	-6	10	9	12	7	4	2	4	-6	-6	-6	-6
-6	-6	-6	-6	12	16	7	7	3	2	-6	-6	-6	-6	-6
-6	-6	-6	-6	3	8	7	12	10	8	3	-6	-6	-6	-6
-6	-6	-6	-6	2	6	6	15	9	7	3	-6	-6	-6	-6
-6	-6	-6	-6	2	4	8	7	10	3	5	2	-6	-6	-6

## Question 2 (15 points)

Vous travaillez dans une mine dont la fosse a une profondeur de 980 mètres et qui est accessible par deux rampes présentant des pentes différentes, soit 12% et 10%. La quantité d'eau à pomper vers l'extérieur de la fosse est, en moyenne, de 5 L/s.

Deux alternatives sont présentement à l'étude pour le pompage de l'eau : les pompes de modèle A sur la rampe avec 12% de pente, et les pompes de modèles B sur la rampe avec 10% de pente. En considérant l'ensemble des coûts, quelle alternative proposeriez-vous à votre superviseur? Expliquez (calculs à l'appui).

Notez que toutes les pompes devraient fonctionner pendant 10% du temps. La production à la mine se fait à raison de deux quarts de 10 heures par jour et 275 jours par année. Veuillez utiliser les données fournies dans le tableau ci-dessous concernant les pompes. Le coût de l'énergie électrique est de 0,06\$/kWh. En ce qui concerne la tuyauterie, elle coûte 85\$/m. Ne pas tenir compte des coûts de transport de l'énergie électrique jusqu'au fond de la fosse, ni des pertes d'énergie par frottement dans les tuyaux.

Pompes:

	Modèle A	Modèle B
Quantité	4	5
Efficacité (%)	62	65
Coût unitaire (\$)	44 000	38 300

## Question 3 (10 points)

Un nouveau site de sables bitumineux totalise 300 millions m<sup>3</sup> de mort-terrain in situ, recouvrant 325 millions de m<sup>3</sup> in situ de minerai, soit 720 millions de tonnes de minerai. Quelle est la densité in situ des réserves actuelles ainsi que le taux total de découverture?

L'extraction des sables bitumineux se fera uniquement par excavateurs à roue-pelle. Si le taux de production horaire de chaque excavateur est de 6500 t/heure, et que l'on atteint une utilisation de 60% dans les conditions courantes du site, combien d'excavateurs seront requis pour compléter l'extraction en environ six (6) ans?

#### Question 4 (15 points)

4a) En utilisant le modèle déterministe (D/D/s/K), veuillez déterminer le taux de production du système suivant, en tonnes/minute, si vous avez respectivement 2, 3, 4, 5 et 6 camions dans votre système :

- Nombre de pelles : 1
- Temps de transport : 20 minutes
- Temps de service : 5 minutes
- Capacité des camions : 240 tonnes
- Coût d'opération des pelles : 2,83\$/minute
- Coût d'opération des camions : 2,17\$/minute

Présentez vos résultats sous forme d'un tableau.

---

4b) Comment vos résultats se compareraient-ils avec les résultats d'un système probabiliste M/M/s/K?

---

#### Question 5 (10 points)

---

Au début des années 1970, une anomalie géologique a été détectée sur un site lors de levés géophysiques aéroportés. Aujourd'hui, en 2018, une équipe travaille à la fermeture de ce site après qu'une exploitation minière y ait été active pendant plus de 30 ans. Quelles grandes étapes ont été réalisées par les équipes d'ingénierie minière et géologique de la compagnie minière entre le moment où l'anomalie a été détectée et la fermeture du site?

---

#### Question 6 (15 points)

---

Dans le domaine minier, la norme NI 43-101 fait une distinction très importante entre « Ressources minérales » et « Réserves minérales ». Quelles sont les différentes catégories de « Ressources minérales » et de « Réserves minérales », et expliquez ce qui distingue ou ce qui lie ces différentes catégories.

---

### Question 7 (10 points)

Une fosse à ciel ouvert présente les caractéristiques suivantes sur le mur sud de la section F : angle des bancs : 75 degrés; largeur des bancs de sécurité : 5 mètres; hauteur des bancs : 10 mètres; largeur du fond de la fosse sur la section F : 60 mètres; élévation à la surface : 810 mètres; élévation au fond de la fosse : 690 mètres; la rampe coupe à deux reprises le mur sud, sur la section F, soit au 1/3 et au 2/3 de la profondeur de la fosse; hauteur de la berme de sécurité : 1,2 mètre; sous-forage : 1,5 mètre; largeur de la rampe : 30 mètres; camions CAT 789D; pelles Hitachi EX1200-6.

Veillez :

- Calculez l'angle inter-rampe
- Calculez l'angle total du mur de la fosse

This image shows a full page of blank graph paper. It features a consistent grid of small squares across the entire area, with no margins or additional markings. The grid is composed of thin black lines on a white background.

**Question 8 (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.	
Il arrive fréquemment que des bancs doubles et triples soient utilisés en début d'exploitation d'une fosse à ciel ouvert.	
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.	
Dans une fosse à ciel ouvert, les rampes sont toujours construites en coupe dans le massif rocheux.	
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 exploitation à ciel ouvert doivent être bordés par un amoncellement de remblai ou un parapet en tout temps ».	
Lors de la réalisation d'une étude de sensibilité pour une exploitation à ciel ouvert, le principal paramètre économique à considérer est le coût de l'énergie.	