

GLQ3401-3651
13h45 à 15h45

Géostatistique et géologie minière
Examen intra

6 oct. 2016

L'examen comporte 7 questions sur 9 pages totalisant 100 points.
Les points attribués à chaque question sont : 10-18-15-14-17-14-12.

Deux feuilles d'aide mémoire (recto-verso) permises

Le professeur ne répond à aucune question. En cas de doute indiquez votre interprétation.

Toutes calculatrices permises

Vous répondez sur le questionnaire (utilisez le verso au besoin)

Nom :

Matricule :

(lettres moulées)

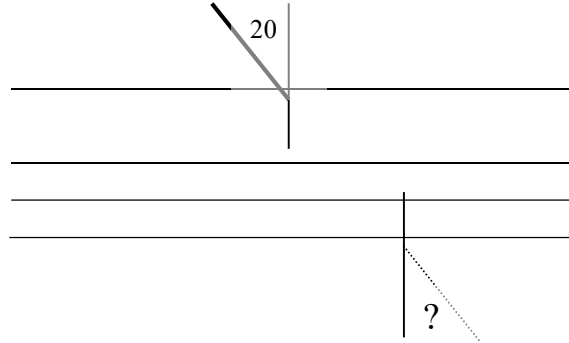
Signature

Question 1 (10 points)

Calculez la densité théorique d'un minerai contenant 5% de Zn, le Zn est contenu dans la sphalérite (ZnS). La masse atomique du Zn est 65.4 et celle du S est de 32.1. La densité de la sphalérite est 4.0. Tous les autres minéraux ont une densité voisine de 2.7. On considère la porosité nulle.

Question 2 (18 points)

- 3 pts a) Un forage traverse des roches stratifiées de dureté variable (voir schéma). Le forage se présente avec un angle de 20° avec la normale à la stratification. Après avoir traversé un certain nombre de strates, l'angle avec la normale aux strates sera-t-il normalement inférieur ou supérieur à 20° ?



Des analyses de Nb ont été obtenues le long d'un forage. Les distances au collet du forage sont données en m.

De	à	Nb (%)
36.2	40.4	0.31
40.4	42.5	0.24
42.5	45.3	0.57
45.3	47.4	Pas d'analyse

- 4 pts b) Calculez la teneur du composite allant de 40 m à 43 m.

Question 2 (suite)

Un composite est formé dès que la longueur analysée disponible dépasse deux mètres (sur trois).

4 pts c) *Quelle teneur du composite allant de 43 m à 46 m devrait-on fournir si :*

i. l'analyse du Nb n'a pas été faite car un examen visuel a révélé que la roche ne contenait probablement pas de minéraux contenant du Nb?

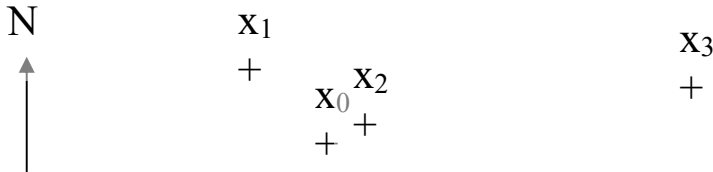
ii. l'analyse n'a pas été faite car cette partie n'a pas été récupérée?

4 pts d) *Le forage en b) est de direction 200° et d'inclinaison 60° . Son collet est situé en (0,0,0). Calculez la coordonnées « y » du centre du composite en b) (système main droite avec « y » croissant du sud vers le nord).*

3 pts e) *Le même forage montre un JO de 55° avec une veine qu'il traverse sur une distance de 1.2 m. Quelle est l'épaisseur vraie de cette veine?*

Question 3 (15 points)

Soit les échantillons suivants. On a : $Z(x_1)=1.5\%$, $Z(x_2)=4\%$, $Z(x_3)=2\%$, $Z(x_0)$ à estimer;
 $d(x_0, x_1)=10\text{m}$, $d(x_0, x_2)=3\text{m}$, $d(x_0, x_3)=25\text{m}$



6 pts a) Quelle teneur estime-t-on au point x_0 par la méthode de l'inverse de la distance avec $b=1$?

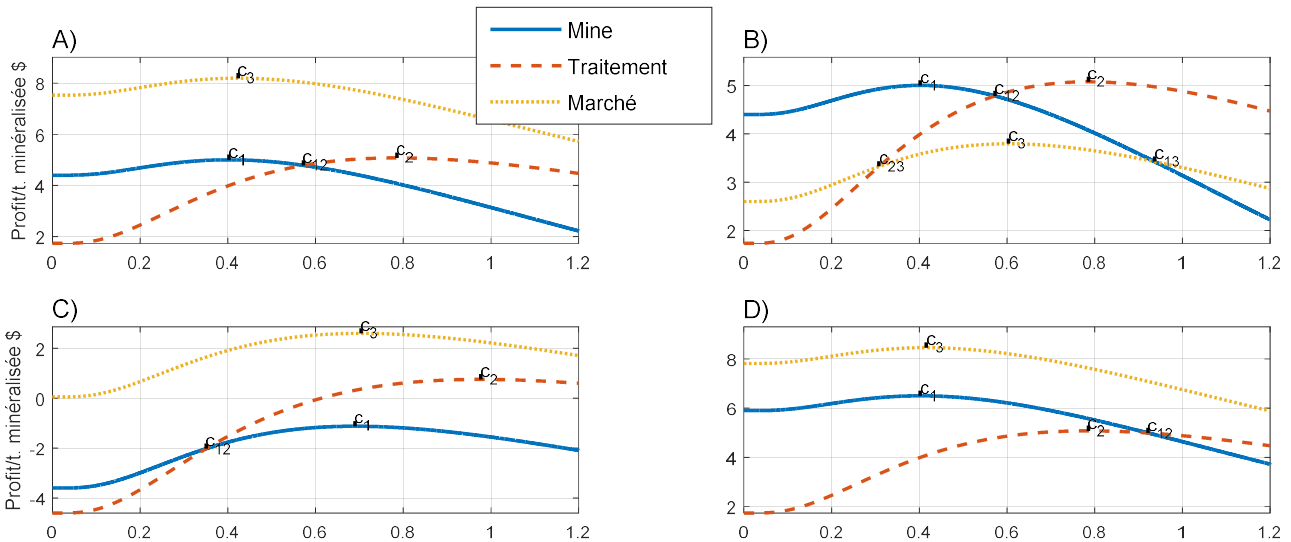
3 pts b) Si l'on augmente l'exposant « b » utilisé pour calculer les poids en a), comment le poids associé à $Z(x_2)$ va-t-il varier ? Justifiez sans faire de calculs.

3 pts c) On rencontre dans ce gisement des strates orientées est-ouest. On évalue qu'une distance dans la direction nord-sud équivaut à trois fois la même distance selon la direction est-ouest. Identifiez la valeur du coefficient « a » dans l'expression $d = \sqrt{d_{\text{est-ouest}}^2 + a (d_{\text{nord-sud}}^2)}$ permettant cette pondération des distances selon la direction.

3 pts d) Toutes choses étant égales, une préparation des échantillons donnant un s_r^2 élevé selon la formule de Gy devrait-elle favoriser le choix d'un exposant « b » élevé ou faible? Justifier.

Question 4 (14 points)

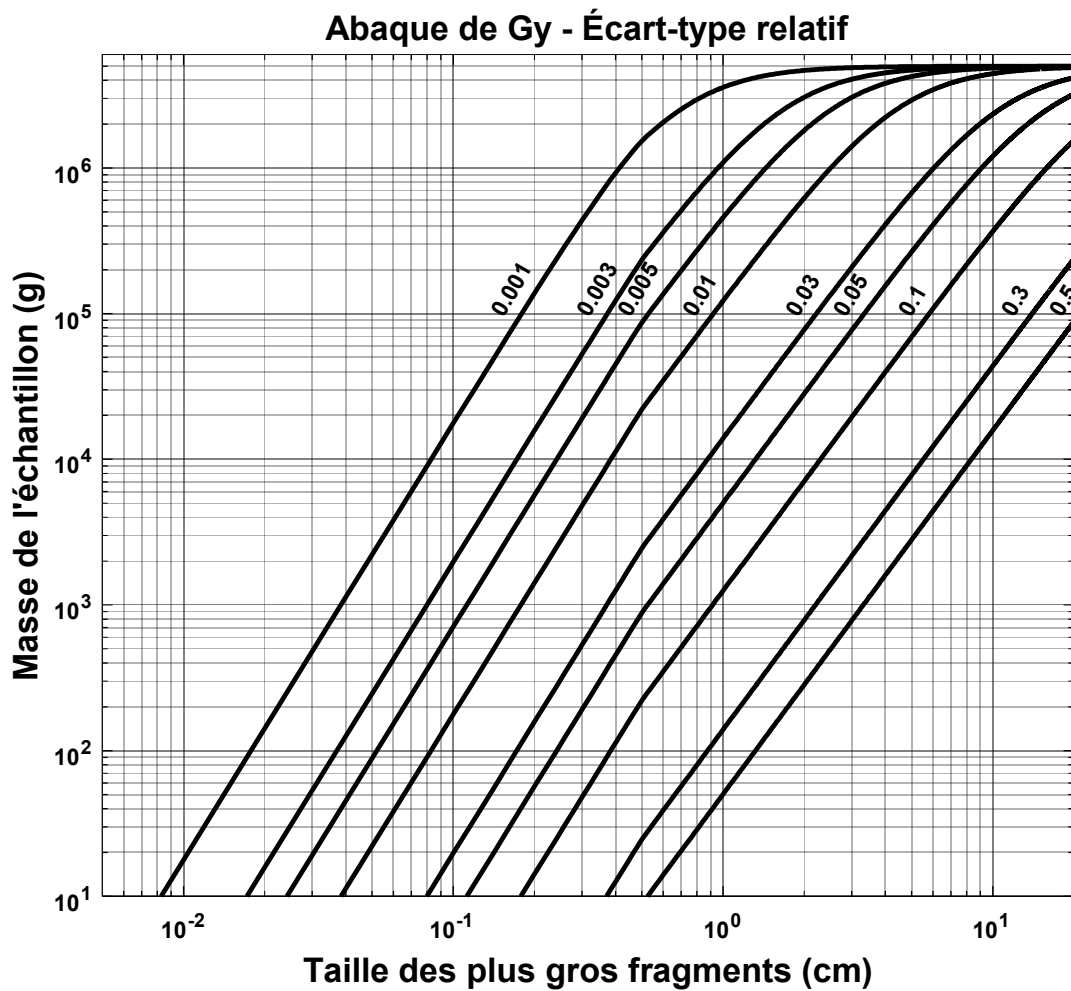
Les figures suivantes montrent les profits par tonne minéralisée pour diverses opérations minières (A à D) en fonction des facteurs limitatifs mine, traitement et marché. Chaque mine opère à la teneur de coupe optimale. Répondez aux questions suivantes en indiquant tous les cas parmi A à D satisfaisant l'énoncé (à la t.c. optimale). (2 points par énoncé)



	Énoncé	Réponse
a)	il y a une capacité de traitement inutilisée	
b)	la mine n'est pas rentable	
c)	la capacité du marché est atteinte	
d)	il n'y a pas assez de développement pour fournir le concentrateur	
e)	une augmentation de la capacité de la mine ne change pas la t.c. optimale et la valeur par tonne minéralisée	
f)	une augmentation de la capacité de traitement ne change pas la t.c. optimale et la valeur par tonne minéralisée	
g)	une légère augmentation du prix du métal ne change pas la t.c. optimale, mais la valeur par tonne minéralisée augmente	

Question 5 (17 points)

Soit l'abaque de Gy suivant pour un minerai ayant une teneur de 1% de cuivre provenant de la chalcoppyrite (CuFeS_2).



3 pts a) Pourquoi note-t-on un léger changement de pente des courbes à 0.5 cm?

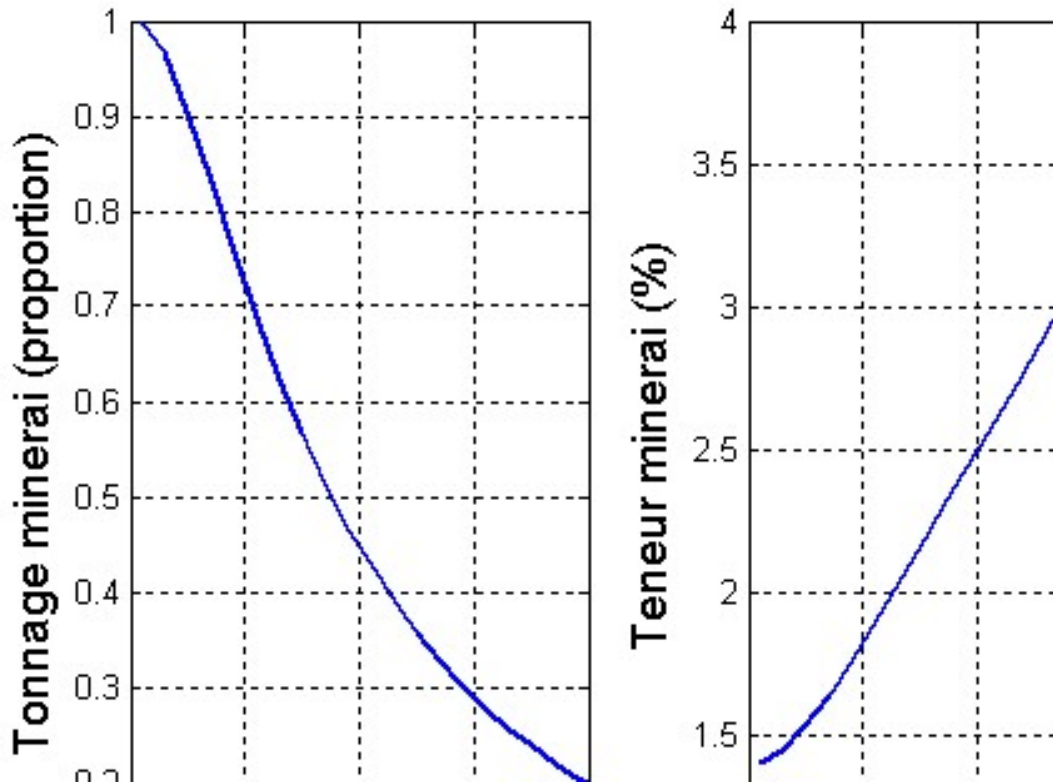
2 pts b) Quelle est la masse du lot selon cet abaque?

Question 5 (suite)

- 2 pts c) Si le minéral fournissant le 1% de Cu était la chalcocite (Cu_2S) plutôt que la chalcopyrite (CuFeS_2), aurait-on le même abaque? Justifier.
- 8 pts d) On dispose d'un concasseur donnant des fragments de 5 cm, d'un broyeur qui permet une taille maximale de 0.4 cm et d'un pulvérisateur qui fournit une taille maximale de 150 microns (i.e. 0.015 cm). L'appareil d'absorption atomique requiert 30 g de matériau à 150 microns. On désire une procédure qui donne un écart-type relatif global de 0.05 (à 1% de Cu) ou légèrement inférieur.
- i. Dessiner sur l'abaque une procédure (raisonnable) respectant ces indications.
 - ii. Calculer l'écart-type relatif global de la procédure
- 2 pts e) Si la teneur du lot est en réalité supérieure à 1% Cu, est-ce que l'écart-type relatif réellement obtenu sera supérieur, égal ou inférieur à celui calculé avec l'abaque? Justifier.

Question 6 (14 points)

Les figures suivantes montrent certaines fonctions de récupération d'un gisement de Cu. La capacité de la mine est de 2 Mt/an et celle du traitement de 1.4Mt/an.



5 pts a) Quelle est la teneur de coupure d'équilibre mine-traitement ?

5 pts b) Quelle serait la quantité de métal récupérée par tonne minéralisée à la teneur d'équilibre mine-traitement si le taux de récupération est de 0.9 ?

4 pts c) L'imposition d'une royauté sur le minéral extrait implique-t-elle nécessairement une augmentation de la teneur de coupure optimale ? Justifier.

Question 7 (12 points)

Répondez par vrai (V) ou faux (F). (bonne réponse 1 pt, mauvaise -0.5 pt, aucune réponse 0 pt)

	Énoncé	V ou F
a)	Au Québec, la loi des mines actuelle exige des garanties financières couvrant 100% du coût de restauration et devant être versées dans les deux années suivant l'approbation du plan de restauration.	
b)	Les claims couvrent plus de 20% du territoire québécois	
c)	L'obtention de claims est réservée aux compagnies et citoyens canadiens	
d)	Les claims sont généralement obtenus par désignation sur carte et l'opération se fait électroniquement	
e)	Le coût des travaux d'exploration à réaliser sur les claims diminue généralement lors du renouvellement.	
f)	En zone habitée ouverte à l'exploration les droits miniers appartiennent au détenteur du claim et non au propriétaire foncier	
g)	Au Québec, les redevances minières payées depuis l'adoption de la nouvelle loi des mines représentent une faible proportion de la valeur brute de la production pour ces années	
h)	En 2015 au Québec, la principale production minérale (en valeur) fut le nickel	
i)	Pour catégoriser les ressources, il est courant dans les rapports NI-43-101 d'effectuer des passes d'estimation successives avec des voisinages de recherche croissants	
j)	Les personnes qualifiées au sens de NI-43-101 <u>peuvent</u> être des employés de la compagnie minière productrice déposant le rapport technique	
k)	La définition des catégories de ressources ne laisse aucune place à la subjectivité de la personne qualifiée	
l)	Les ressources présumées peuvent être additionnées aux ressources mesurées et indiquées pour définir les ressources totales	

Corrigé

Q1-

 $65.4/(65.4+32.1)=0.67 \Rightarrow 5\% \text{ Zn}=7.5\% \text{ sphalérite}$
100g $\Rightarrow$ 7.5g de sphal. et 92.5g de gangue
 $7.5/4=1.875\text{cm}^3 \text{ de sphal} + 92.5/2.7=34.259 \text{ cm}^3 \text{ de gangue.}$
 $vtot=34.259+1.875=36.13 \text{ cm}^3$
 $\rho_{\text{théor}} : 100/36.13=2.77 \text{ g/cm}^3$

Q2-

a) Dans une alternance de roches de dureté variable, le forage a tendance à devenir plus perpendiculaire donc l'angle va être réduit.

b) on a 0.4m à 0.31%, 2.1m à 0.24% et 0.5 m à 0.57%. La moyenne pondérée par les longueurs donne 0.304%

c) i. on a 2.3 m à 0.57% et 0.7m à 0% $\Rightarrow$ 0.437%

ii. on garde la seule information disponible : 0.57%

d) $y=41.5 \text{ m} * \cos(60) \cos(200) = -19.5 \text{ m}$

e) $ev= 1.2 \text{ m} * \sin(55)=0.98 \text{ m}$

Q3-

a) la somme des inv dist est : $(1/10+1/3+1/25)=0.473$

les poids sont $0.1/0.473 = 0.211$

 $0.333/0.473=0.704$
 $0.04/0.473=0.085$

la valeur estimée est 3.30%

b) le poids relatif associé au point le plus près augmente avec l'exposant b

c) $a=9$

d) comme les données sont moins précises, on ne devrait pas chercher à mettre beaucoup de poids sur une seule donnée, donc on favorise les b faibles.

Q4-

a) B et C

b) C

c) B

d) B et C

e) B et D

f) B et C

g) A

Q5-

a) changement de pente correspond à la taille de libération du minéral d'intérêt. Si $d < d_0$, la pente est 3, si $d > d_0$, la pente est 2.5. Ceci découle de l'équation pour le facteur de libération.

b) $5 \times 10^6 \text{ g}$ soit 5 t

c) Non. Comme le minéral d'intérêt change, la teneur de celui-ci et sa densité changent aussi.

d) il faut maintenir les points de prélèvement (bouts des verticales) légèrement au-dessus de la courbe 0.05 et s'en tenir aux tailles 0.015 cm, 0.4 cm et 5 cm. Le calcul de l'écart-type global doit passer par les variances.

e) il serait inférieur, car plus la teneur du lot est élevé, plus la variance relative est faible.

Q6-

a) $xc=1.4/2=0.7$ on lit sur le graphe de gauche : $c_{12}=0.52\%$

b) à 0.52% on lit sur le graphe de droite $gc=1.8\%$

on va récupérer $1t \times 0.7 \times 1.8\% \times 0.9 = 0.01134 \text{ t} \Rightarrow 11.3 \text{ kg}$

c) non. La royauté est un coût variable ici. Si l'on est à l'équilibre mine-traitement avant et après la royauté alors rien n'a changé car la t.c. d'équilibre ne dépend pas des prix et des coûts.

Q7- V F F V F V V F V V F F