

**CVG2171/CVG2571**  
**Surveying and Measurements/Mesures et Arpentage**

Final Examination/Examen Final  
Thursday, April 14, 2011/**jeudi 14 avril 2011**  
Duration/**Durée**: 3 hours/**heures**

Professor: A.M. Skaff  
Enseignant: Jules-Ange Infante

page 1/6

---

Closed Book Examination/ **Examen à livre fermé**  
Non-programmable calculators allowed/**Les calculatrices non-programmables sont permises**  
All problems are of equal value/ **Tous les problèmes sont de poids égal**

---

## Question 1

A closed traverse ABCDA is represented in Figure 1 ./**Une traverse fermée ABCDA est représentée dans la figure 1.**

a) Using the coordinates shown in Table 1, calculate the area of the traverse by the coordinates method./**En utilisant les coordonnées du tableau 1, calculez l'aire de la traverse par la méthode des coordonnées.**

b) The parcel is to be divided into two equal areas by line CE shown in Figure 1 . What are the easting (x) and northing (y) of the point E on line AD which will subdivide the traverse into two equal areas? / **La parcelle doit être divisée en deux parties égales par la ligne CE illustrée dans la figure 1 . Quelles sont l'abscisse (x) et l'ordonnée (y) du point E sur le segment AD qui permettra de diviser le polygone en deux aires égales?**

---

Table 1/ Tableau 1

Station	X	Y
A	50	0
B	50	80
C	140	120
D	180	50

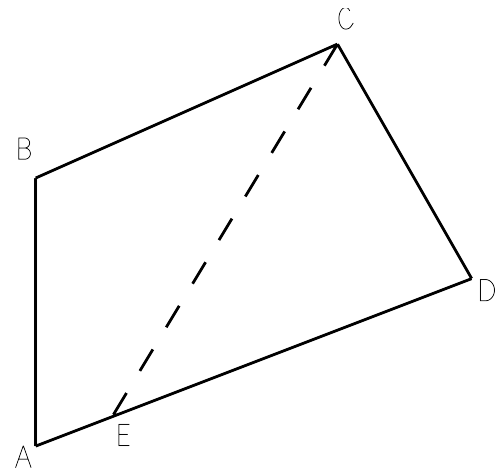


Figure 1

## Question 2

A +2% grade passing at station 2+200 at an elevation of 100.000 m meets a -3% grade passing at station 2+220 at an elevation of 99.900 m. / **Une pente de +2% passant par la station 2+200 à une altitude de 100,000 m rencontre une pente de -3% passant à la station 2+220 à une altitude de 99,900 m.**

- Determine the station and elevation of the point of intersection of the two grades./ **Déterminez la station et l'altitude du point d'intersection des deux pentes.**
- If the highest point on the curve must lie at station 2+185, find the elevation of this point and the length of the curve that meets these conditions./ **Si le point le plus élevé de la courbe doit se trouver à la station 2+185, trouvez l'altitude de ce point ainsi que la longueur de la courbe qui rencontre ces conditions.**
- Calculate the station and elevation of the beginning of the vertical curve (BVC), and its end (EVC). / **Calculez la station et l'altitude du début (DCV), et de la fin (FCV) de la courbe verticale.**
- Layout this curve at 100 m stations. / **Tabulez les points requis pour l'implantation de la courbe verticale à des stations de 100 m.**

### Question 3

Two tangents of a proposed road meet at station 13+00 at a deflection angle of 60°. A 500 ft radius circular curve will be used to connect these two tangents. / **Deux tangentes d'une route proposée se rencontrent à la station 13+00 avec un angle de déflexion de 60°. Une courbe circulaire d'un rayon de 500 ft doit joindre les deux tangentes.**

- a) Calculate the length of the curve, the station of the beginning of the curve, and the station of its end. / **Calculez la longueur de la courbe, la station du début de la courbe et la station de la fin de la courbe.**
- b) Layout this curve by the deflection angles and chords method. Use full stations of 100 ft. Tabulate the results and do the usual check. / **Faites l'implantation de la courbe par la méthode des angles de déflexion et des cordes. Utilisez des stations entières de 100 ft. Tabulez les résultats et faites les vérifications d'usage.**

### Question 4

The notes for three-level-sections for 3 consecutive stations on a certain proposed highway are as follows (C is for cut, and F is for fill):./**Les notes de sections à 3 niveaux de 3 stations consécutives le long du tracé d'une certaine autoroute sont les suivantes (C dénote coupe, et F dénote remblais):.**

Station	Left/Gauche	Centre	Right/Droite
123+00	<u>C10.0</u> 36.0	C6.0	<u>C7.0</u> 27.0
124+00	<u>C5.0</u> 21.0	C1.0	<u>F7.0</u> 20.0
125+00	<u>F3.0</u> 18.0	F2.0	<u>F1.0</u> 8.0

If the base width of the highway is  $b=12$  m, compute: /**Si la largeur de la base de l'autoroute est  $b=12$  m, calculez:**

- a) the side slopes for the above sections./ **les pentes latérales pour les sections données.**
- b) the total volume of earthwork between stations 123+00, 124+00 & 125+00 by the Average-End-Area formula. / **le volume de terre entre les stations 123+00, 124+00 et 125+00 par la formule des Aires Moyennes.**
- c) the volume of earthwork by the prismatic formula (by applying a correction to the volume obtained in the previous part)./ **le volume de terre, en utilisant la formule prismoidale (en appliquant une correction au volume obtenu dans la partie précédente).**

## Question 5

Parts A , B and C are INDEPENDENT / **Les parties A, B et C sont INDÉPENDANTES**

- A) On a given date the observation of Polaris at upper culmination at Greenwich should be done at 23:54. During that same period, the culmination occurs 3.95 minutes earlier each night. If on the same date the upper culmination is to be observed in Ottawa (longitude  $75^{\circ}41'24''$  W): / **À une date donnée, la culmination supérieure de Polaris à Greenwich arrive à 23:54. Durant cette période, la culmination supérieure de Polaris arrive 3.95 minutes plus tôt chaque nuit. Si lors de la même nuit on doit observer la culmination supérieure à Ottawa (longitude  $75^{\circ}41'24''$  O) :**
  - i. what will be the local civil (solar) time of the observation of upper culmination? / **quelle sera l'heure solaire locale lors de l'observation de la culmination supérieure?**
  - ii. what will be the local standard time of the observation of upper culmination? / **quelle sera l'heure normale locale lors de l'observation de la culmination supérieure?**
- B) The image of a radio tower is portrayed on a vertical photograph. The radial distances from the principal point (centre) of the photograph to the images of the bottom and top of the tower are 18.7 mm, and 19.0 mm respectively. The ground elevation at the base of the tower is 250 m above sea level, and the known height of the radio tower is 75 m. / **L'image d'une antenne émettrice a pour distances radiales depuis le point principal (centre) de la photographie à l'image du point à la base et au sommet de la tour les valeurs de 18,7 mm, et 19,0 mm**

**respectivement. L'altitude moyenne du sol est de 250 m au-dessus du niveau de la mer, et la hauteur connue de l'antenne est de 75 m.**

- i. What is the flight height of the airplane above sea level?/ **Quelle est l'altitude de l'avion au-dessus du niveau de la mer?**
  - ii. If the camera has a focal length of 152 mm, what is the scale of the photograph at the base of the tower (250 m)?/ **Si la caméra a une distance focale de 152 mm, quelle est l'échelle de la photographie à la base de l'antenne (250 m)?**
- C) A rectangular area  $10 \text{ km} \times 5 \text{ km}$  is to be photographed from the air to produce stereoscopic photographs. If the flight plan calls for the use of a camera with a focal length of 152 mm producing photographs  $250 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ , and the average ground elevation is 88 m above sea level; / **Une aire rectangulaire de  $10 \text{ km} \times 5 \text{ km}$  doit être photographiée. Si le plan de vol requière l'usage d'une caméra d'une distance focale de 152 mm produisant des photos d'un format de  $250 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ , et que l'altitude moyenne du terrain est de 88 m au-dessus du niveau de la mer;**
- i. if the scale of the resulting photographs is 1:6000, what is the flight height of the plane above mean sea level? / **si l'échelle des photographies résultantes est de 1:6000, quelle est l'altitude de vol de l'avion au-dessus du niveau des mers?**
  - ii. If 21 photos are taken for each flight line (this value includes 2 additional photos at each end of the flight line to ensure full coverage), what is the endlap of the photos taken? / **Si 21 photos sont prises pour chaque ligne de vol (cette valeur incluse 2 photos additionnelles à chacune des extrémités de la ligne de vol pour assurer une couverture complète), quelle est la superposition longitudinale?**
  - iii. How many flight lines are required? / **Combien de lignes de vol sont nécessaires?**
  - iv. How many photos will be taken? / **Combien de photos seront prises?**

Frequently Used Equations/Équations Fréquemment Utilisées

Area/Aires

$$Area = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

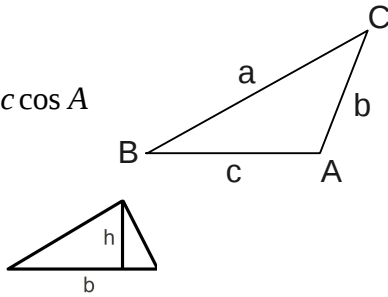
$$s = \frac{1}{2}(a+b+c)$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cos A$$

$$Dep. = L \sin \alpha$$

$$Lat. = L \cos \alpha$$

$$A_{triangle} = \frac{b \cdot h}{2}$$



$$m_{perp} = -1/m \quad (\text{perpendicular slopes})$$

Volume (note: 1 yd<sup>3</sup>=1/27 ft<sup>3</sup>)

average end area:

$$V_e = \frac{A_1 + A_2}{2} \times L \quad (\text{vol. in units of length}^3)$$

$$C_p = \frac{L}{12} \cdot (c_1 - c_2)(w_1 - w_2) \quad (\text{vol. in units of length}^3)$$

borrow pit method:

$$V = \sum (h_{i,j} \cdot n) \left( \frac{A}{4} \right) \quad (\text{vol. in units of length}^3)$$

Solving a quadratic/Solution quadratique

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Photogrammetry/Photogrammétrie

$$S = \frac{f}{H} \quad S = \frac{f}{H-h}$$

$$X_A = \frac{(H-h_A)x_a}{f} ; \quad Y_A = \frac{(H-h_A)y_a}{f}$$

$$d = \frac{r_{top} \cdot h}{H - h_{base}} ; \quad d \text{ is relief displacement}$$

$$photo \ scale = \frac{photo \ distance}{map \ distance} \times map \ scale$$

Determination of the Meridian/Détermination du Méridien

$$L.C.T. = G.C.T = \Delta \lambda$$

$$360^\circ \text{ de longitude} = 24 \text{ heures}$$

$$15^\circ \text{ de longitude} = 1 \text{ heure}$$

$$1^\circ \text{ de longitude} = 4 \text{ min (de temps)}$$

Circular Curves/Courbes Circulaires

$$R = \frac{50}{\sin 2} \frac{D}{D} (ft) \quad , \text{ Chord Definition}$$

$$R = \frac{5729.58}{D} (ft) = \frac{1746.37}{D} (m) \quad , \text{ Arc Definition}$$

$$T = R \tan \frac{I}{2} ; \quad L = 100 \frac{I}{D} ; \quad LC = 2R \sin \frac{I}{2}$$

$$\frac{R}{R+E} = \cos \frac{I}{2} ; \quad E = R \left( \sec \frac{I}{2} - 1 \right)$$

$$\frac{R-M}{R} = \cos \frac{I}{2} ; \quad M = R \left( 1 - \cos \frac{I}{2} \right)$$

$$c_a = 2 R \sin \delta_a$$

$\delta_a = \text{subdeflection angle} ; \quad c_a = \text{subchord}$

Vertical (Parabolic) Curves/ Courbes Verticales

$$\frac{\text{offset at } a}{\text{offset at } V} = \left[ \frac{\chi_a}{L/2} \right]^2$$

$$Y = Y_{BVC} + g_1 x + \left( \frac{r}{2} \right) x^2 ; \quad r = \frac{g_2 - g_1}{L}$$

$$L = \frac{g_2 - g_1}{\text{max. allowable change in grade per station}}$$

$$x = - \left[ \frac{g_1 L}{g_1 - g_2} \right] ; \quad x \text{ is distance from BVC}$$