

**ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC**  
**SESSION Mai 2019**

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

**14-CI-A7 Gestion des projets de construction**

**Question 1 (5 points)**

Quelle est l'utilité de la méthode de la Valeur Acquisée (Earned Value) ? Utilisez les courbes et les formules pour expliquer cette méthode.

**Question 2 (20 points)**

À l'aide des données du tableau 1 ci-dessous, dessinez le réseau CPM avec des activités sur les flèches (Activity-On-Arrow - AOA diagram) et indiquez sur ce réseau le chemin critique. Indiquez également, pour chaque activité, les dates de début au plus tôt (ES), fin au plus tôt (EF), début au plus tard (LS), fin au plus tard (LF), la marge totale (TF), et la marge libre (FF).

**Tableau 1**

Activité	Durée	Prédécesseur
N	10	aucun
P	4	Q
Q	4	N
R	5	Q
S	5	P
T	12	N
U	8	P, T
V	3	R
W	7	U, S, V
X	5	R
Y	5	U
Z	8	S, U, V, X

### Question 3 (20 points)

Résoudre les conflits de ressource pour le projet suivant, en sachant que nous pouvons utiliser au maximum 6 journaliers en même temps. Il faut exécuter les activités de façon continue (aucune interruption du travail n'est permise).

La figure 1 démontre le réseau, le chemin critique et, pour chaque activité, les dates de début au plus tôt (ES), fin au plus tôt (EF), début au plus tard (LS), fin au plus tard (LF), la marge totale (TF), et la marge libre (FF).

**Il faut démontrer les étapes de calcul.** Cela veut dire, qu'il faut redessiner le réseau et faire un nouveau tableau de diagramme de Gantt à chaque fois qu'une activité est retardée à cause d'un conflit. Il faut aussi démontrer les nouveaux liens ressources (cela veut dire, les nouvelles contraintes entre les activités pour résoudre les conflits de ressource).

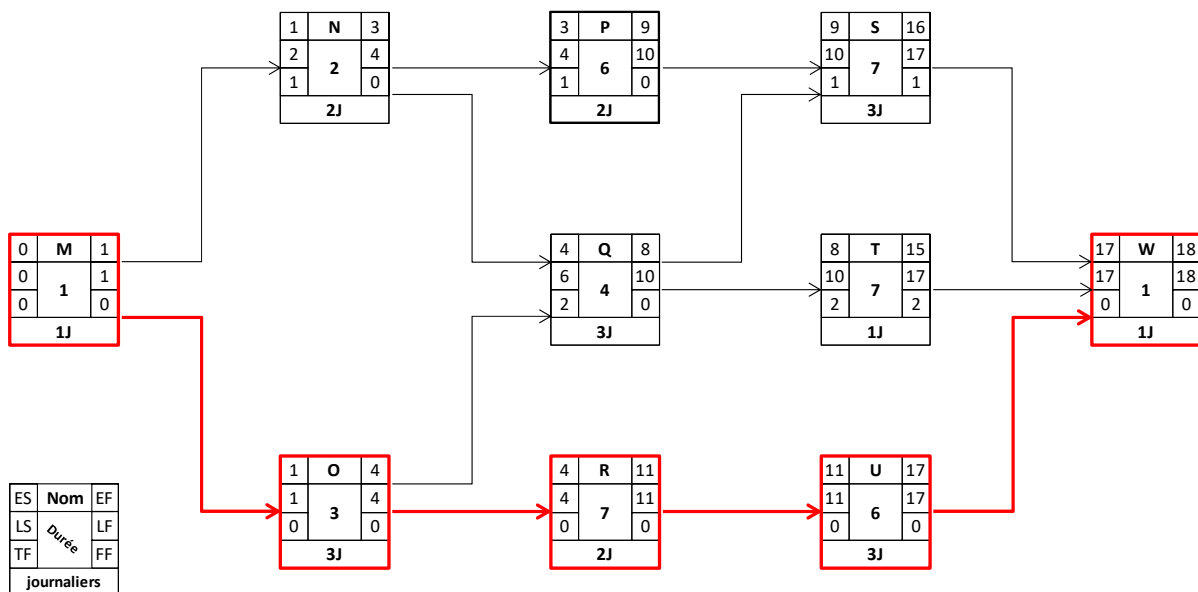


Figure 1 – Conflit de ressources

### Question 4 (20 points)

En utilisant les deux tableaux (2 et 3) suivants, veuillez :

- 1 - Calculer les coûts planifiés, réels/révisés et la valeur acquise et dessiner les courbes d'avancement planifiées, réelles et de la Valeur Acquisée.
- 2 - Calculer les écarts et dessiner un histogramme pour montrer les écarts coûts et les écarts échéanciers.
- 3 - Calculer les indices de performances et dessiner des courbes pour montrer les indices de performance de coût et les indices de performance d'échéancier.

Tableau 2

			Planifié									
Item	Prix Unitaire	Unité	Total	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9
			Quantité									
Structure												
Excavation	20 \$ / U	m³	300	300								
Béton pour Fondation	500 \$ / U	m³	40	30	10							
Béton pour dalles d'étages	800 \$ / U	m³	250		200	50						
Béton pour Toit	750 \$ / U	m³	50			50						
	Quantité	Unité	Montant en \$									
Finition												
Divisions et Finitions	1	Forfaitaire	120 000			10 000	20 000	40 000	30 000	20 000		
Plomberie	1	Forfaitaire	45 000				10 000	20 000	10 000	5 000		
Ventilation	1	Forfaitaire	80 000				40 000	20 000		20 000		
Protection incendie	1	Forfaitaire	25 000				10 000	10 000		5 000		
Électricité	1	Forfaitaire	60 000		5 000	5 000	10 000	20 000	10 000	10 000		
Communication	1	Forfaitaire	19 000		2 000	2 000				15 000		

Tableau 3

Réel												
Item	Prix Unitaire	Unité	Total	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9
			Quantité									
Structure												
Excavation	40 \$ / U	m³	350	250	100							
Béton pour Fondation	600 \$ / U	m³	40		20	20						
Béton pour dalles d'étages	750 \$ / U	m³	300			150	150					
Béton pour Toit	750 \$ / U	m³	80				80					
	Quantité	Unité	Montant en \$									
Finition												
Divisions et Finitions	1	Forfaitaire	125 000				10 000	20 000	30 000	30 000	20 000	15 000
Plomberie	1	Forfaitaire	50 000					10 000	20 000	10 000	5 000	5 000
Ventillation	1	Forfaitaire	85 000					40 000	10 000	10 000	5 000	20 000
Protection incendie	1	Forfaitaire	30 000					10 000	10 000		5 000	5 000
Électricité	1	Forfaitaire	65 000			5 000	5 000	10 000	15 000	10 000	10 000	10 000
Communication	1	Forfaitaire	24 000			2 000	2 000				10 000	10 000
Avenant 1	1	Forfaitaire	20 000		20 000							
Avenant 2	1	Forfaitaire	60 000						30 000	20 000	10 000	

### Question 5 (15 points)

Comme estimateur, votre employeur vous demande d'estimer le coût de réalisation des travaux d'excavation du sol existant, du remblai en pierre nette, et de la mise en place d'une dalle sur sol, pour le terrain dont la vue en plan et les coupes sont démontrées dans la Figure 2.

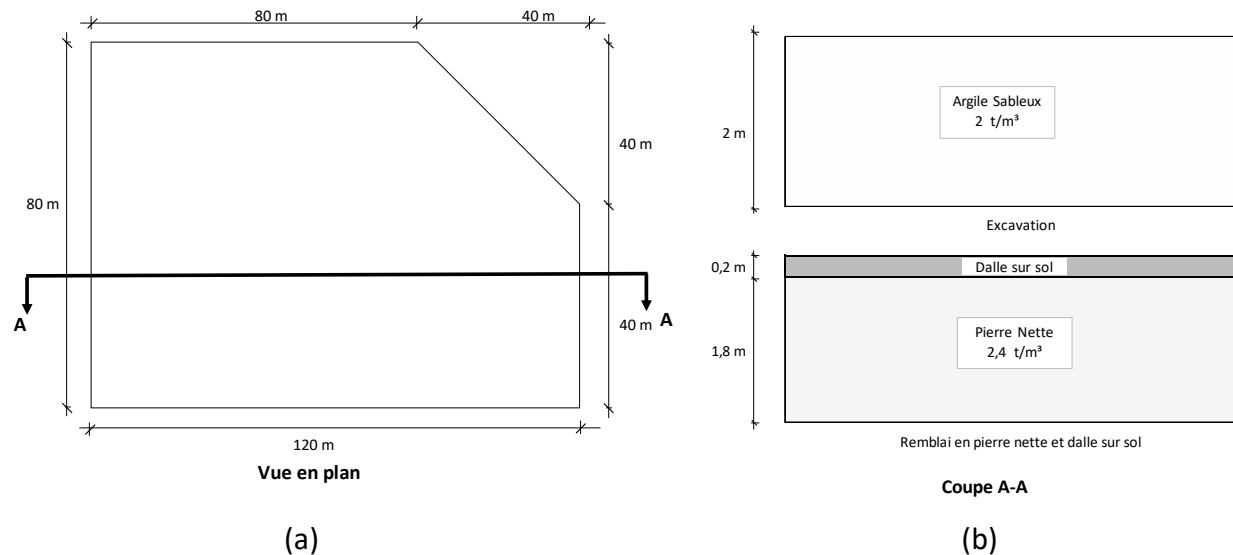


Figure 2. Vue en plan et coupes du projet

Sachant que :

- La profondeur totale d'excavation est de 2m ;
- Les sondages indiquent que le sol est argile sableux dont la masse volumique à l'état naturel est démontrée dans la figure ci-dessus ;
- Le pourcentage de foisonnement pour l'argile sableux est de 20% ;
- La production de l'excavatrice est 100 m<sup>3</sup>/h pour l'argile sableux
- L'excavatrice travaille 8 h / jour ;
- Le coût horaire de l'excavatrice (incluant l'opérateur) est 200 \$/heure (La durée minimale de location est 4h00) ;
- Le sol sera chargé sur des camions de 10 m<sup>3</sup>. Chaque camion fait deux (2) cycles par heure (chargement + aller + déchargement + retour) ;
- Les camions chargent 160 \$/h (pour le sol excavé). Ce taux inclut l'opérateur ;
- Le coût de la pierre nette, incluant la fourniture des matériaux, le transport, la mise en place et le compactage est de 50\$/m<sup>3</sup> ;
- L'épaisseur de La dalle de béton sur sol est de 200mm ;
- Le coût d'achat du béton est de 200 \$/ m<sup>3</sup> ;

- Le coût d'achat du treillis métallique, pour la dalle sur sol, est de 10 \$/ m<sup>2</sup> ;
- Le treillis métallique est posé par deux ferrailleurs et le taux de production pour la pose est de 20m<sup>2</sup>/heure ;
- Le taux horaire d'un ferrailleur est de 60\$/heure ;
- Le coût de la mise en place du béton (main-d'œuvre seulement) est de 22 \$/ m<sup>3</sup> ;
- Le coût horaire de la pompe utilisée dans la pose du béton est 170 \$/heure (La durée minimale de location est 4h00) ;
- Le coût de transport de la pompe est de 280\$ (pour l'aller et le retour) ;
- La production de la pompe est de 25 m<sup>3</sup>/heure ;
- Le coût de la finition du béton est de 5 \$/ m<sup>2</sup> ;
- Le coût du coffrage, incluant les matériaux et la main-d'œuvre, est de 12 \$/ ml ;
- Les frais indirects du chantier sont de 30 000 \$ ;
- L'entreprise charge 20 % de frais d'administration et de profit.
- La taxe sur les produits et services (TPS) au taux de 5 % sur le prix de vente;
- La taxe de vente du Québec (TVQ), au taux de 9,975 % sur le prix de vente excluant la TPS.

**Question 6 (20 points)**

En utilisant la méthode des parallélépipèdes, calculez les volumes d'excavation et de remblai requis pour amener le terrain (illustré dans la figure 3) au niveau 11 000.

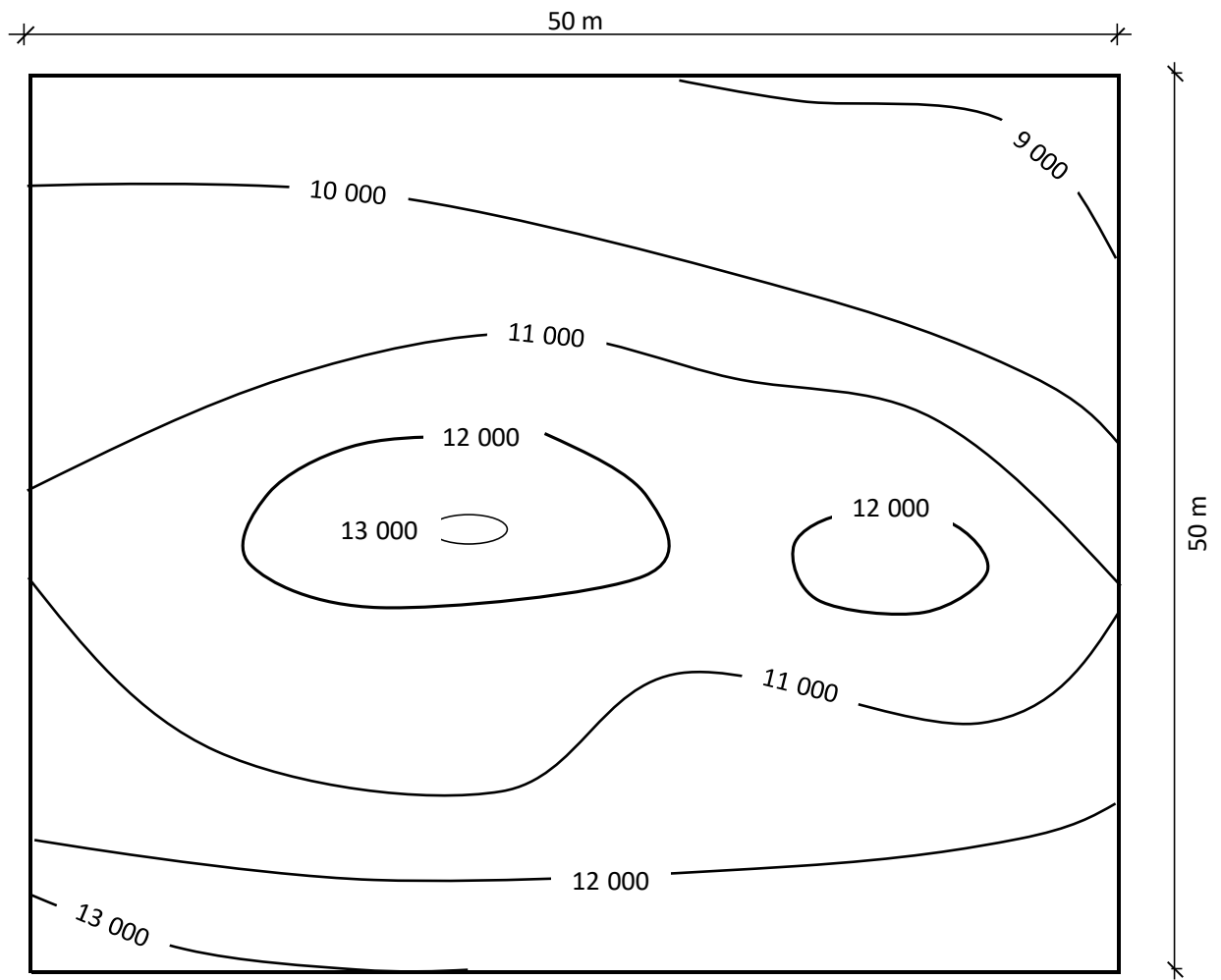


Figure 3 – Plan du site