

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION Novembre 2020

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

14-CI-A7 Gestion des projets de construction

Question 1 (20 points)

À l'aide des données du tableau 1, dessinez le réseau de la **Précédence (PDM)** avec des **activités sur les nœuds** (Activity-On-Arrow - AOA diagram) et indiquez sur ce réseau le chemin critique. Indiquez également 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 | Relations | |
|----------|-------|-----------------------------|---------------------------|
| | | Début | Fin |
| M | 15 | | |
| N | 12 | | |
| O | 12 | Après la fin de M | 5 jours après la fin de S |
| P | 12 | Après le début de N | |
| Q | 10 | 5 jours après le début de P | |
| R | 10 | Après la fin de N | |
| S | 15 | Après la fin de R | |
| T | 5 | Après la fin de O | |
| W | 16 | 4 jours après le début de O | |

Question 2 (22 points)

Votre entreprise a planifié le projet démontré dans la figure 1.

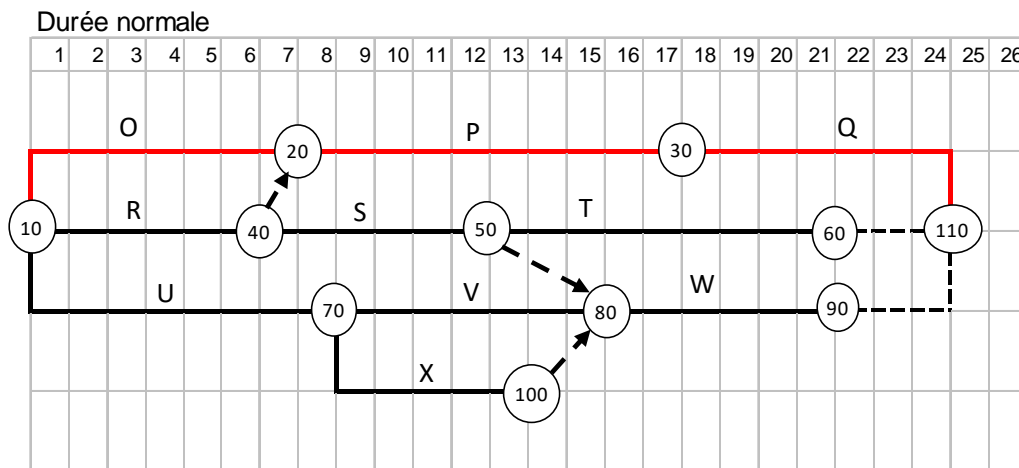


Figure 1. Échéancier du projet

Le projet comporte des **frais indirects fixes de 2000\$** qui seront dépensés le premier jour du projet et des **frais indirects variables de 700\$ /jour**

Les données du projet se trouvent dans le tableau 2 suivant :

Tableau 2

| Activité | Prédécesseurs | Normal | | Compressé | |
|----------|---------------|--------|-------|-----------|------|
| | | Durée | Coût | Durée | Coût |
| O | | 7 | 1500 | 5 | 2100 |
| P | O, R | 10 | 3000 | 8 | 3400 |
| Q | P | 7 | 4000 | 5 | 4800 |
| R | | 6 | 5000 | 5 | 5100 |
| S | R | 6 | 4700 | 6 | 4700 |
| T | S | 9 | 3000 | 8 | 4000 |
| U | | 8 | 3000 | 6 | 3600 |
| V | U | 7 | 1800 | 5 | 2100 |
| W | S, V, X | 6 | 2000 | 4 | 2600 |
| X | U | 5 | 2100 | 5 | 2100 |
| Total | | | 30100 | | |

On vous demande de :

1. **Compresser** la durée du projet **au maximum** en démontrant **toutes les étapes de compression** et calculez la **durée minimale** du projet après compression (8 points);
2. Établir la courbe des coûts directs-durée pour ce projet (3 points);
3. Calculer les coûts indirects à chaque compression et établir la courbe des coûts indirects-durée pour ce projet (5 points);
4. Établir la courbe des coûts totaux-durée (2 points);
5. Calculez la durée optimum pour exécuter ce projet et le coût relatif à cette durée (4 points).

Question 3 (12 points)

Comme consultant, vous devez conseiller votre client sur une décision d'investissement. Votre client compte construire une usine de fabrication. Le projet sera construit sur deux ans (de 2021 et 2022). Le coût de construction s'élève à 900 000 \$ (soit 500 000 \$ la 1^{ère} année et 400 000 \$ la deuxième année). De plus, il estime investir la somme de 100 000 \$ pour l'entretien de son usine en 2027.

Votre client estime que son usine lui fournira les revenus annuels suivants :

| Année | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Revenu | 100 000 | 140 000 | 140 000 | 160 000 | 160 000 | 180 000 | 180 000 | 180 000 |

Sachant que le taux d'inflation annuel est de 2% et que votre client espère un retour de 8% sur son investissement, calculez la valeur présente nette (Net Present Value (NPV)) du projet. Allez-vous le conseiller de construire cette usine ou pas ?

Question 4 (14 points)

Votre employeur vous a demandé de déterminer la **durée** nécessaire pour excaver **20 000 m³** à l'état naturel. Il vous demande aussi de calculer le **nombre de camions** nécessaire qu'il doit déployer sur le chantier afin d'assurer un travail en continu de l'excavatrice. On vous transmet les informations suivantes:

1. Les sondages indiquent que le sol est une argile sableuse dont la densité à l'état naturel est de **2 t/m³**.
2. Le pourcentage de foisonnement est de **25%**.
3. L'excavatrice travaille **8 h / jour** avec cycle de **30 secondes** et une efficacité de **50%**.
4. Le godet de l'excavatrice a une capacité de **3m³** et le facteur de remplissage est de **90 %**.
5. Le sol a été chargé sur des camions de **10 tonnes**. Chaque camion fait **deux (2) cycles par heure** (chargement + aller + déchargement + retour à l'unité de chargement).

Question 5 (12 points)

Vous êtes un entrepreneur spécialisé dans les projets d'infrastructures. Votre limite de cautionnement est de 16 000 000 \$. Actuellement, vous avez de contrats dont les montants de cautionnement s'élèvent à 7 000 000 \$. Vous avez trois estimateurs à votre emploi :

- 1- Le premier estimateur prépare une soumission qui doit être présentée dans 10 jours dont la valeur est estimée à 2 500 000 \$, vos chances de gagner cette soumission sont très élevées;
- 2- Le deuxième prépare une soumission qui doit être présentée dans 9 jours dont la valeur est estimée à 3 000 000 \$. Vous ne croyez pas gagner cette soumission. Vous avez affecté cet estimateur afin d'occuper son temps;
- 3- Le troisième est un estimateur junior et son expérience se limite aux projets routiers. Ce troisième estimateur est disponible pour les trois prochaines semaines avant d'être affecté à temps plein sur un projet.

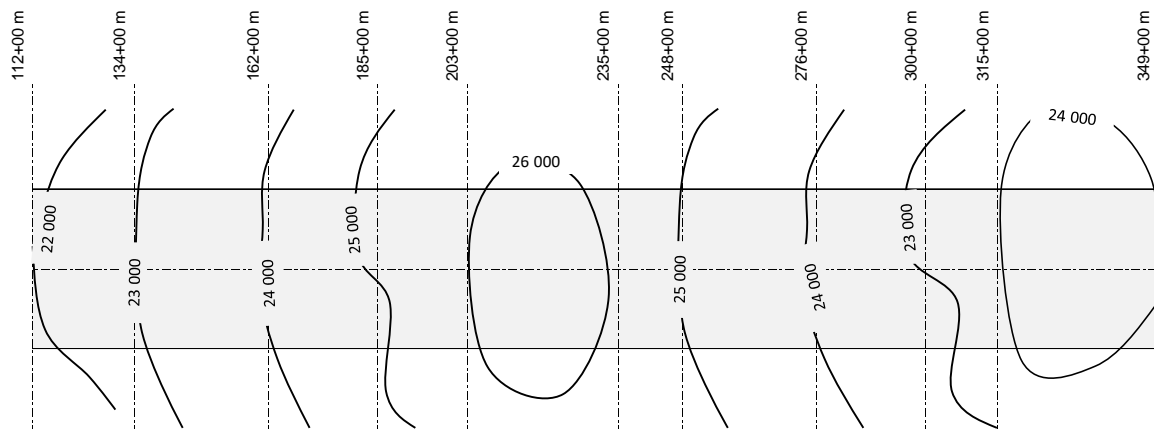
Expliquez, et justifiez vos décisions, si vous pouvez ou désirez préparer des soumissions pour les projets suivants:

- 1- Le projet de construction d'un viaduc de 3 500 000 \$. Les soumissions doivent être présentées dans 10 jours. Vos chances sont acceptables pour gagner cette soumission
- 2- Le projet de construction d'une autoroute de 2 000 000 \$, dont les soumissions doivent être présentées dans 14 jours.
- 3- Le projet pour la construction d'une usine de 3 000 000 \$, dont les soumissions doivent être présentées dans 18 jours.
- 5- Le projet pour la construction d'un pont de 10 000 000 \$. Les soumissions doivent être présentées dans 15 jours.
- 5- Le projet de construction d'un viaduc évalué à 4 000 000 \$, pour lequel 3 soumissionnaires seulement sont invités. Vous avez donc de bonnes chances pour gagner cette soumission. Les soumissions doivent être présentées dans 11 jours.

Question 6 (20 points)

Pour les travaux de mise en forme de la route St-Paul illustrée dans la figure 4 vous devez exécuter les tâches suivantes :

- 1- Dessinez la coupe longitudinale (3.5 pts)
- 2- Dessinez les sections en travers (5.5 pts)
- 3- Calculez les superficies des sections en travers (5.5 pts)
- 4- En utilisant la méthode des sections en travers, calculez les volumes d'excavation et de remblai requis pour la mise en forme de cette route (5,5 pts)



Vue en plan

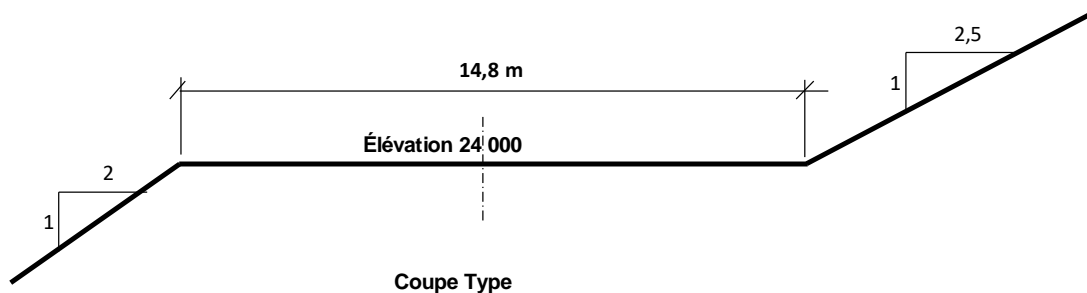


Figure 4. Vue en plan et coupe type de la route St-Paul