

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION MAI 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 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
M	5	aucun
N	8	M
O	4	N, Q
P	9	O, V, W
Q	7	M
R	3	Q
S	8	R
T	5	O, S, W
V	3	R
W	7	N, Q
X	4	W
Y	4	X

Question 2 (20 points)

Résoudre les conflits de ressource pour le projet suivant, en sachant que nous pouvons utiliser au maximum 5 ressources journalières en même temps. Il faut exécuter les activités de façon continue (Cela veut dire qu'une fois une activité a démarré elle doit continuer à être exécutée jusqu'à sa fin sans aucune interruption).

La figure 1 démontre le réseau, le chemin critique et, pour chaque activité, la durée, le nombre de ressources utilisées par jour, les dates de début au plus tôt (ES), fin au plus tôt (EF), début au plus tard (LS), fin au plus tard (LF).

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).

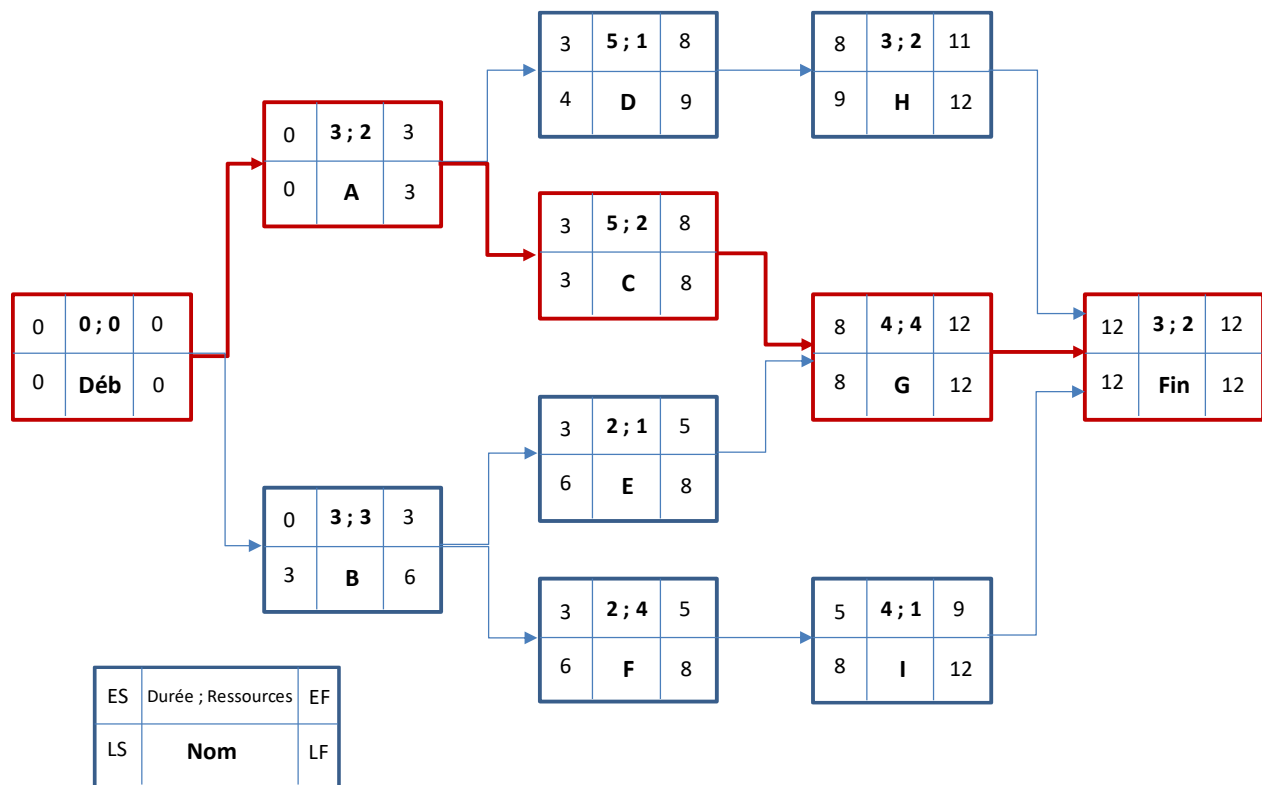


Figure 1 – Conflit de ressources

Question 3 (20 points)

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

- 1 - Calculer les coûts **planifiés et réels** ; la **valeur acquise** et **dessiner les courbes d'avancement** planifiées, réelles et de la Valeur Acquise.
- 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

Planification	Quantité	Prix Unitaire	Unité	Total	Mois				
					1	2	3	4	5
					%				
Organisation du chantier									
Mobilisation	1	\$15 000	Forfaitaire	\$15 000	100%				
Installation du chantier	1	\$8 000	Forfaitaire	\$8 000	100%				
Fondation									
Décapage de la terre végétale	350	3 \$ / U	m²	\$1 050	100%				
Excavation	400	10 \$ / U	m³	\$4 000	80%	20%			
Semelles de fondation	20	350 \$ / U	m³	\$7 000		100%			
Murs de fondation	50	500 \$ / U	m³	\$25 000		100%			
Remblayage	120	12 \$ / U	m³	\$1 440			100%		
Superstructure									
Colonnes	15	800 \$ / U	m³	\$12 000			100%		
Dalle d'étage	80	700 \$ / U	m³	\$56 000			40%	60%	
Dalle sur sol	200	45 \$ / U	m²	\$9 000			100%		

Tableau 3

Réel	Quantité	Prix Unitaire	Unité	Total	Mois				
					1	2	3	4	5
					%				
Organisation du chantier									
Mobilisation	1	\$15 000	Forfaitaire	\$15 000	100%				
Installation du chantier	1	\$9 000	Forfaitaire	\$9 000	100%				
Fondation									
Décapage de la terre végétale	350	3 \$ / U	m²	\$1 050	100%				
Excavation	420	11 \$ / U	m³	\$4 620	60%	40%			
Semelles de fondation	22	350 \$ / U	m³	\$7 700		100%			
Murs de fondation	45	480 \$ / U	m³	\$21 600		80%	20%		
Remblayage	130	12 \$ / U	m³	\$1 560			100%		
Superstructure									
Colonnes	15	800 \$ / U	m³	\$12 000				100%	
Dalle d'étage	82	720 \$ / U	m³	\$59 040				40%	60%
Dalle sur sol	200	45 \$ / U	m²	\$9 000			100%		
Avenant 1		1	Forfaitaire	\$12 000			100%		

Question 4 (20 points)

Vous devez dessiner un ÉCHÉANCIER LINÉAIRE pour le remplacement de l'infrastructure d'une voie ferrée existante d'une longueur de 2,7 kilomètres.

Cela veut dire **QU'IL NE FAUT PAS UTILISER NI le diagramme de GANTT NI les réseaux CPM** pour dessiner l'échéancier.

Les travaux seront réalisés entre les **deux chainages (0+000 et 1+500)** et les **deux chainages (1+800 et 3+000)**.

Les chainages (1+500) et (1+800) sont occupés par la station « Notre-Dame » dont les voies ferrées ne doivent pas être remplacées.

Vous disposez de trois (3) Lots qui réalisent les travaux dans l'ordre suivant :

Lot 1 - responsable de l'**enlèvement de l'ancienne voie ferrée**. Ce lot est constitué de trois (3) équipes afin de réaliser, dans l'ordre, les trois activités suivantes :

- A. Une équipe pour l'enlèvement des anciens rails qui exécute le travail avec un taux de production de 6 mètres linéaires de voie ferrée par heure (pour les deux files de rail);
- B. Une équipe pour l'enlèvement des anciens dormants qui exécute le travail avec un taux de production de 6 mètres linéaires de voie ferrée par heure;
- C. Une équipe pour l'enlèvement et le dépôt du ballast pour une réutilisation. Cette équipe exécute le travail avec un taux de production de 10 mètres linéaires de voie ferrée par heure.

Lot 2 - responsable de l'**installation de la voie ferrée**. Ce lot est constitué de deux (2) équipes afin de réaliser, dans l'ordre, les deux activités suivantes :

- D. La première équipe pour l'installation des nouveaux dormants sous les rails avec un taux de production de 4 mètres linéaires de voie ferrée par heure;
- E. La deuxième équipe pour l'installation des nouveaux rails avec un taux de production de 4 mètres linéaires de voie ferrée par heure (pour les deux files de rail).

Lot 3 - responsable de la **pose du ballast** sur les nouveaux rails installés et de la mise à niveau de ces rails. Ce lot est constitué de deux (2) équipes chacune réalise, dans l'ordre, une des deux activités suivantes :

- F. Une équipe pour la pose du ballast sur les rails installés avec un taux de production de 6 mètres linéaires de voie ferrée par heure;

- G. Une équipe pour la mise en niveau des rails. Cette équipe exécute le travail avec un taux de production de 10 mètres linéaires de voie ferrée par heure.

Vous devez :

- Travaillez 50 heures par semaine.
- Maintenir une distance d'au moins une semaine entre les différentes équipes. Vous ne pouvez débuter une nouvelle activité qu'au début d'une nouvelle semaine c'est à dire que vous ne pouvez pas débuter une activité en milieu de la semaine.
- Dessinez un diagramme espace-temps : i) l'échelle du temps est en semaine et débute la semaine 0 ; ii) les chainages de distance sont entre les deux chainages 0+000 et 3+000.
- Planifier les travaux avec un **ÉCHÉANCIER LINÉAIRE** afin que toutes les équipes travaillent en continu (aucun arrêt de travail n'est permis).

Si vous devez **accélérer le projet** et que vous ne pouvez augmenter que la productivité des deux équipes du lot 2, pour combien de jours la durée du projet pourrait être diminuée et quel serait les taux de productivité par heure requis pour chacune de ces deux équipes.

Question 5 (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 2) au niveau 10 000.

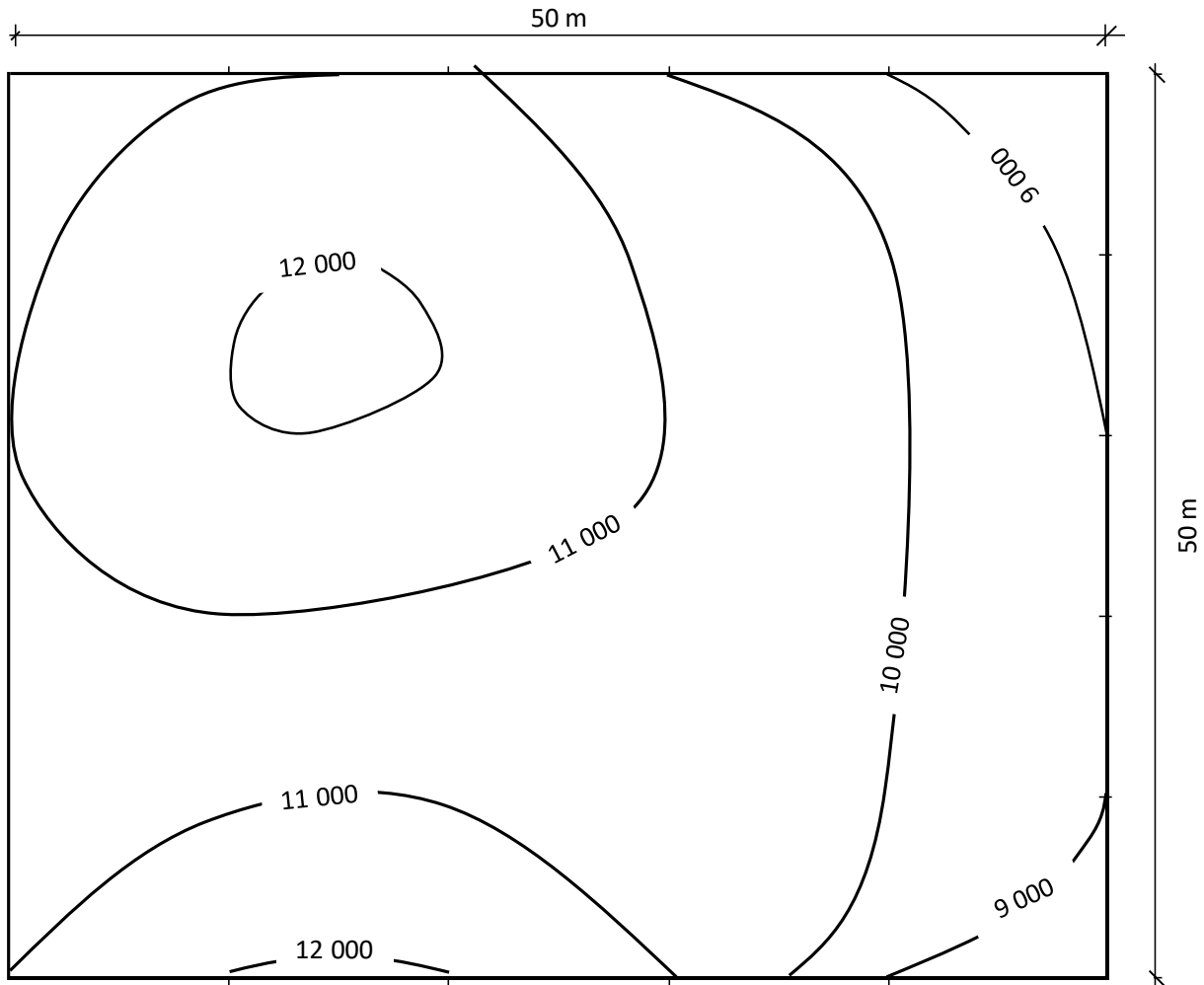


Figure 2 – Plan du site