

**ÉVALUATION :
DEVOIR SURVEILLÉ
&
EXAMEN**

Proposition de devoir surveillé

Exercice1 :

L'entreprise VULCANOMALO fabrique des pièces à base de caoutchouc pour le compte des industries de l'automobile où les fours fonctionnent 24 sur 24. A cet effet, elle dispose de 2 compresseurs fournissent l'air comprimé pour l'ensemble des services. Ces compresseurs fonctionnent toute l'année. Un seul compresseur peut assurer la disponibilité en air pendant 24 h.

L'historique des pannes, fait apparaître que les clapets de compression sont changés en moyenne une fois toutes les deux années sur chacun des compresseurs.

La moyenne des temps de bon fonctionnement de ces clapets est de 15000 h.

La durée de l'intervention est de 8h.

Le coût de jeu de clapets est de 1400 €.

Le coût de l'heure de maintenance est estimé à 75 €.

N.B : L'objectif de cet exercice est de faire le choix entre la maintenance préventive systématique et la maintenance corrective.

1) Calculer le coût d'une intervention de maintenance corrective

.....

.....

.....

.....

.....

2) Calculer le coût annuel de la maintenance corrective pour ce compresseur

.....

.....

.....

.....

.....

- 3) Si on passe en maintenance préventive systématique, étant donné que le système fonctionne 9 mois par an. Déterminer la fréquence de remplacement des clapets en maintenance préventive systématique

.....

.....

.....

.....

.....

- 4) Calculer le coût d'une intervention de maintenance préventive systématique

.....

.....

.....

.....

.....

- 5) Calculer le coût de l'intervention de maintenance préventive systématique

.....

.....

.....

.....

.....

- 6) En déduire le type de maintenance qu'on doit choisir et pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 2 : Total Productive Maintenance (TPM)

Une unité de production réalise en série des pièces pour l'automobile. Le temps de travail journalier est de 8 h, soit 480 min. Le temps non-requis constaté (réunions d'informations, pause café) est de 40 min. Le temps des arrêts machine est estimé à 50 min.

Le temps de cycle théorique est de 190 pièces/ h mais la mesure d'un temps de cycle réel donne une cadence de 170 pièces/ h seulement. La qualité réalisée est 700 pièces/j et la quantité des pièces non-conformes rejetées est 30 pièces.

1) Calculer le temps requis TR

.....

.....

.....

.....

2) Calculer le temps de fonctionnement brut TFB

.....

.....

.....

.....

3) Calculer le taux de fonctionnement brut T_{FB}

.....

.....

.....

.....

4) Calculer le taux net de fonctionnement T_{FN}

.....

.....

.....

.....

5) Calculer le rendement de vitesse R_V

.....

.....

.....

.....

6) Calculer le taux de performance T_p

.....

.....

.....

.....

7) Calculer le taux de qualité T_Q

.....

.....

.....

.....

8) Calculer le taux de rendement global TRG

.....

.....

.....

.....

9) Calculer le taux de rendement synthétique TRS

.....

.....

.....

Durée	BARÈME (sur 20 pts)														
	EX 1 (7pts)						EX 2 (13 pts)								
1 h	1)	2)	3)	4)	5)	6)	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)
	1pt	1pt	1pt	1pt	1pt	2pts	1,5 pt	1,5 pt	1pt	2 pts	1pt	1pt	1,5 pt	2 pts	1,5 pt

Correction de devoir surveillé

Corrigé de l'exercice 1 :

1)

Le coût d'une intervention est : Coût d'arrêt de production + Coût de maintenance

Avec

$$\text{Coût d'arrêt de production} = \text{Coût de l'heure d'arrêt de production} \times \text{nombre d'heures d'arrêt de production}$$

$$\text{Coût de maintenance} = (\text{Coût de l'heure de maintenance} \times \text{nombre d'heures de maintenance}) + \text{Coût des pièces remplacées.}$$

$$\text{Le coût d'une intervention : } 0 + (75 \times 8) + 1400 = 2000 \text{ €.}$$

2)

Le coût annuel de la maintenance corrective pour ces galets est donc :

$$\text{Coût d'une intervention} \times \text{nombre moyen de défaillances annuelles} = 2000 \times 0,5 = 1000 \text{ €}$$

3)

$$\text{Temps d'ouverture annuel} = \text{nombre de jours dans une année} \times \text{nombre d'heures dans un jour} \times \text{nombre de systèmes fonctionnant 9 mois par an}$$

$$\text{Le temps d'ouverture annuel} = 9 \times 30 \times 24 = 6480 \text{ h}$$

La fréquence de remplacement des clapets en maintenance préventive systématique est :

$$\frac{\text{La moyenne des temps de bon fonctionnement}}{\text{Temps d'ouverture entre 2 campagnes de M.P.S}} = \frac{15000}{6480} = 2,3 \text{ ans}$$

Soit 2 ans, 3 mois, 19 jours et 12 heures.

4) Le coût d'une intervention de M.P.S est :

$$1 \text{ jeu de clapets} + \text{coût de l'intervention} = 1400 + (8 \times 75) = 2000 \text{ €}$$

5) Le coût annuel de l'intervention de M.P.S est de :

$$\frac{\text{Coût d'une intervention de M.P.S}}{\text{Périodicité des interventions de M.P.S}} = \frac{2000}{2,3} = 869,56 \text{ €}$$

6) Dans notre système, nous allons choisir des interventions de maintenance préventive systématique car ce type de maintenance est le moins onéreux.

Puisque ($C_{MPS} = 869,56 \text{ €} < C_{MC} = 1000 \text{ €}$)

Corrigé de l'exercice 2 :

- 1) Le temps requis TR:

$$TR = TO - TNR = 480 - 40 = 440 \text{ min}$$

- 2) Le temps de fonctionnement brut TFB est :

$$TFB = TR - \sum \text{Arrêts} = 440 - 50 = 390 \text{ min}$$

- 3) Le taux de fonctionnement brut est :

$$T_{FB} = \frac{TFB}{TR} = \frac{390}{440} \times 100 = 88,6\%$$

- 4) Le taux net de fonctionnement
- T_{FN}
- est :

$$T_{FN} = \frac{\text{quantité réalisée} \times \text{temps de cycle}}{\text{temps de fonctionnement brut}}$$

On fabrique 170 pièces/heure, soit une pièce par 0,35 minute, d'où $T_{FN} = \frac{700 \times 0,35}{390} \times 100 = 62,8\%$

- 5) Rendement vitesse est :

$$R_V = \frac{\text{cadence réelle}}{\text{cadence théorique}} \times 100 = \frac{170}{190} \times 100 = 89,5\%$$

- 6) Taux de performance est :

$$T_P = T_{FN} \times R_V = \frac{62,8 \times 89,5}{100 \times 100} \times 100 = 56,2\%$$

- 7) Taux de qualité est:

$$T_Q = \frac{TME}{TMF} = \frac{(\text{quantité traitée} - \text{quantité rebutée})}{\text{quantité traitée}} \times 100 = \frac{(700 - 30)}{700} \times 100 = 95,7\%$$

- 8) Le taux de rendement synthétique est :

$$TRG = T_Q \times T_P \times T_{FB} = \frac{95,7 \times 56,2 \times 89,5}{100 \times 100 \times 100} \times 100 = 48,1\%$$

- 9) Le taux de rendement global est :

$$TRS = TRG \times \frac{TR}{TO} = 0,481 \times \frac{440}{480} \times 100 = 44,1\%$$

Proposition d'examen

Exercice 1 : Abréviations

Donner la désignation des symboles suivants :

- PERT :
- TPM :
- BT :
- DTE :
- DI :
- OT :

Exercice 2 : Ordonnancement

Présentation :

Une papeterie dispose d'un groupe électrogène, schématisé sur la figure 1, qui est utilisé :

- Pour suppléer la fourniture de l'énergie électrique en cas de panne sur le réseau EDF.
- Pour effacer les pointes de consommation dans le cadre d'un tarif Effacement Jours de Pointes (EJP).

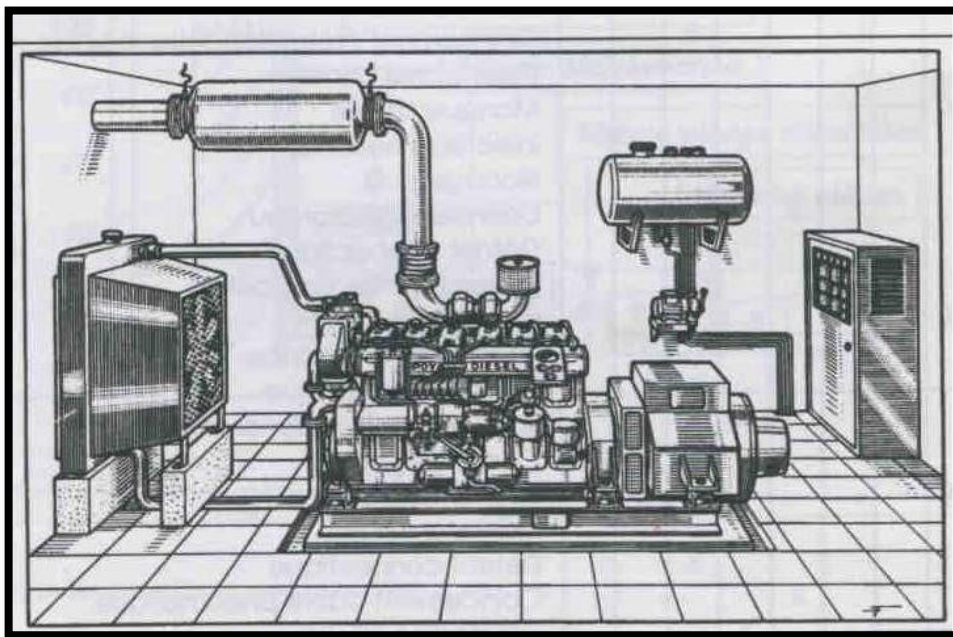


Figure 1 Groupe électrogène

Définition de l'intervention:

Le service de maintenance de cette entreprise doit assurer, en principe durant la période de fermeture de l'usine, la révision périodique de ce groupe électrogène. Pour cela, une organisation s'impose l'application de la méthode PERT.

Le tableau 1 récapitule l'ensemble des tâches relatives à cette révision avec pour chacune d'elles leur repère, leur durée en heures pour une exécution par un seul agent de maintenance, et leur antériorité.

Notion d'antériorité:

Le tableau ci-dessous est un inventaire des tâches. La logique d'enchaînement de ces tâches revient à déterminer, pour chacune d'elles, ses antériorités strictement immédiates, c'est-à-dire la où les tâches qui doivent être exécutées juste avant.

Tableau 1 Tableau des antériorités des tâches

Rep.	Tâche	Durée (h)	Antériorités
A	Préparation du moteur	4	Aucune(s)
B	Démontage et nettoyage du turbocompresseur	8	Aucune(s)
C	Nettoyage de l'armoire électrique	1	Aucune(s)
D	Vérification des contacteurs et du serrage des bornes	1	C
E	Révision de la pompe à injection	6	A
F	Changer les injecteurs	3	A
G	Remontage et contrôle du turbocompresseur	5	B
H	Contrôle de l'injection	3	E,F,G
I	Vérification des différentiels et des thermiques	1	D
J	Contrôle de l'alternateur	2	I
K	Contrôle de l'avance	2	H
L	Contrôle du groupe électrogène	5	J, k

Travail à faire:

1) Déterminer les niveaux d'antériorité

a) Matrice d'antériorité :

Tableau 2 Matrice des antériorités selon l'approche cartésienne

		Il faut avoir terminé																
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	n1	n2	n3	n4	n5
Pour réaliser la tâche	A																	
	B																	
	C																	
	D																	
	E																	
	F																	
	G																	
	H																	
	I																	
	J																	
	K																	
	L																	

b) Niveaux :

.....

.....

.....

.....

.....

- 2) Compléter le réseau PERT suivant et déterminer les dates au plus tôt et les dates au plus tard de chaque étape. On en déduit le chemin critique (on affecte une couleur au chemin critique).

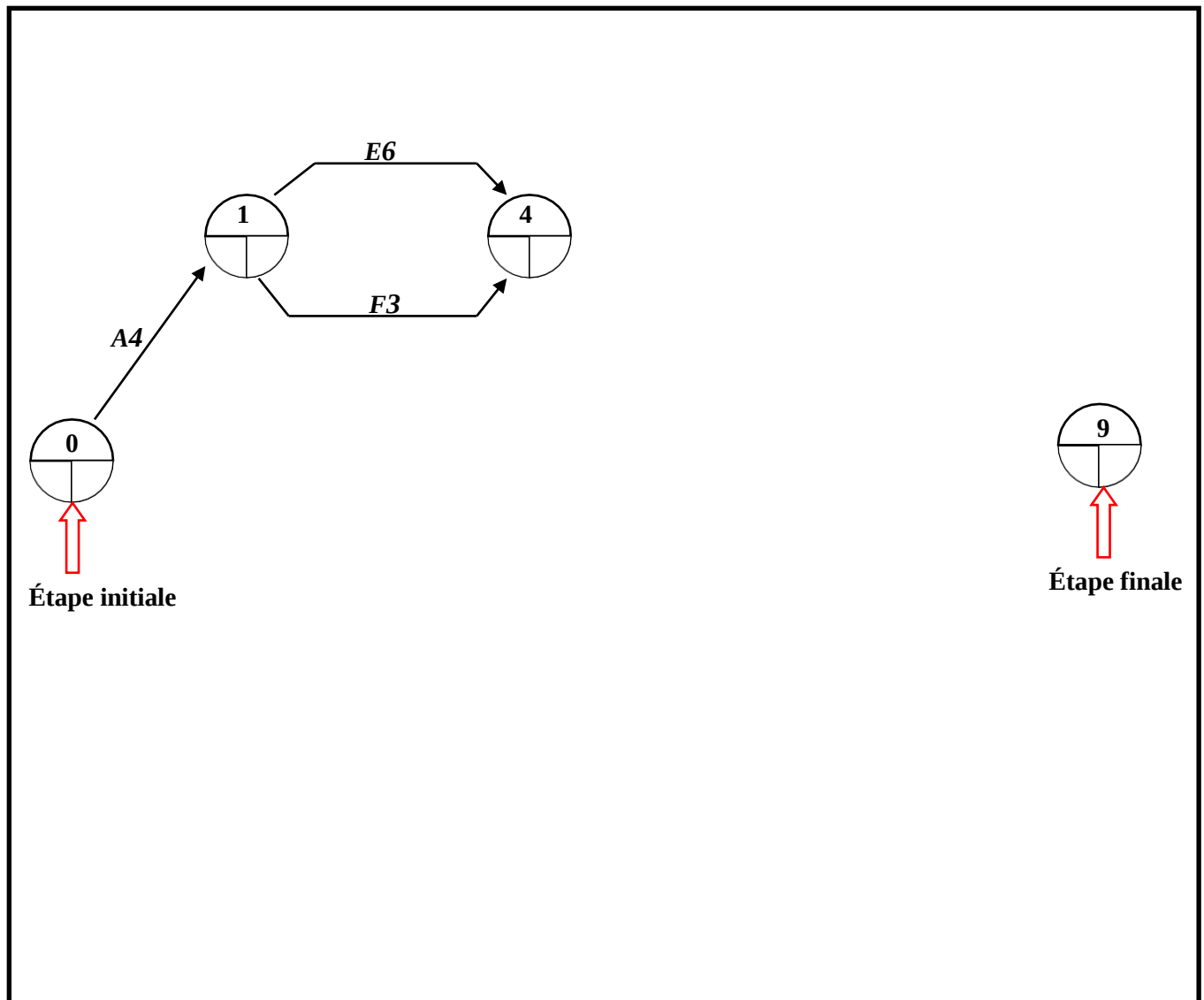


Figure 2 Réseau PERT du projet

3) Donner les expressions nécessaires pour calculer les dates de début au plus tôt et au plus tard sachant que l'étape i est considérée s'exécute avant l'étape j.

- L'expression, pour calculer les dates au plus tôt d'une telle étape j, s'écrit:

.....

- L'expression, pour calculer les dates au plus tard d'une telle étape i, s'écrit:

.....

- L'expression de la marge d'une tâche

.....

4) En utilisant le tableau suivant, déterminer les marges de différentes tâches de ce projet.

Tableau 3 Calcul des marges

Tâche	Marge
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	
K	
L	

5) Déterminer le regroupement des tâches (ou étapes) constituant le chemin critique du projet

.....

6) Quelle est la durée totale du projet ?

.....

- 7) En se référant aux questions (2) et (4), vous représentez dans un même graphe les diagrammes de GANTT concernant l'ordonnancement des tâches aux plus tôt et aux plus tard.

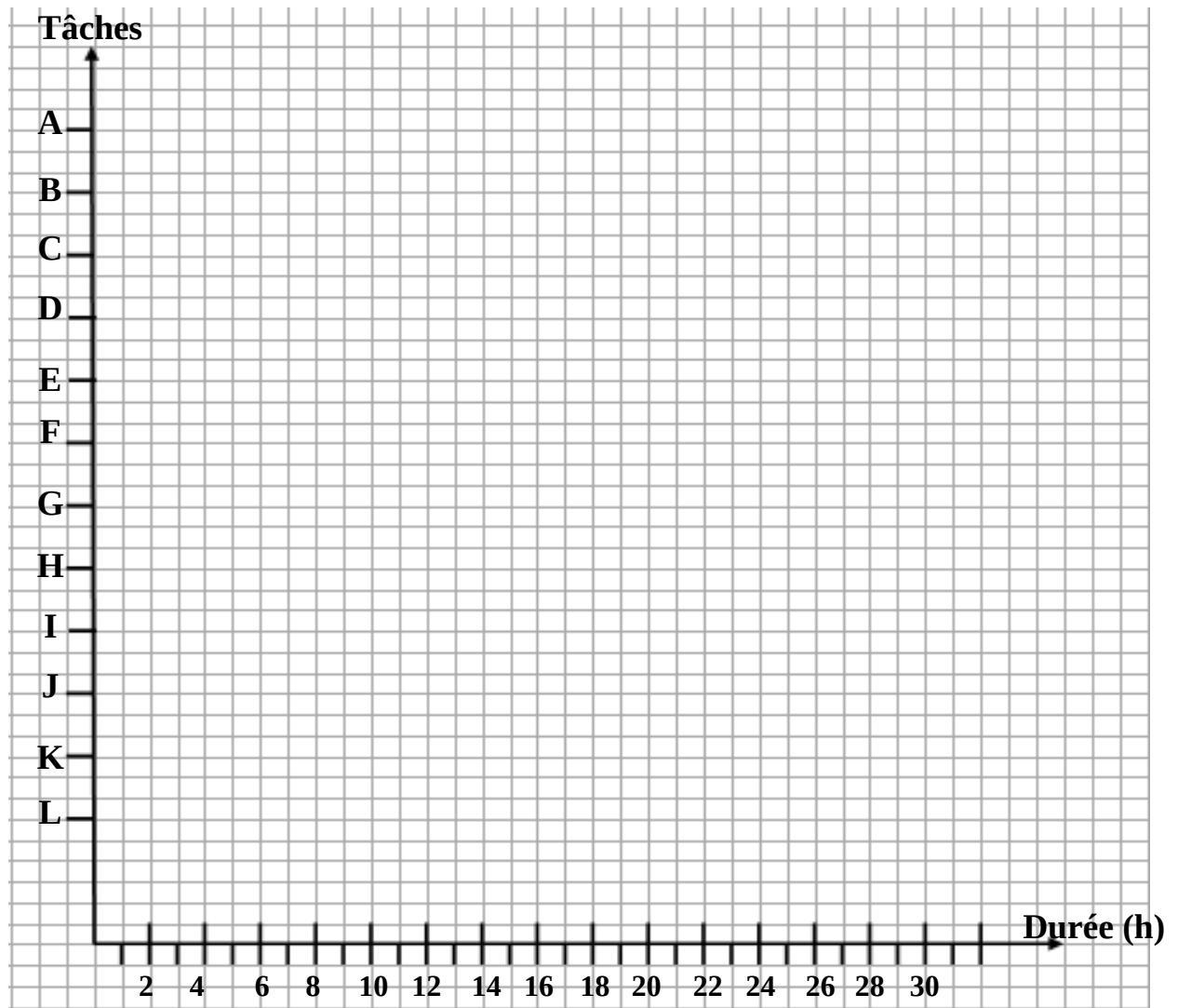


Figure 3 Diagramme Gantt du projet

Légende :

- Durée au plus tôt d'une tâche
- Durée au plus tard d'une tâche

Exercice 3 : gestion de stock

Le service maintenance d'une entreprise de textile s'approvisionne en ressorts plastiques de différents types chez un fournisseur spécialiste au prix moyen de 3,5 €/unité.

Le coût du lancement de la commande est de 60 €. La consommation est 3 unités par jour pendant 280 jour/an. Le taux de possession est de 20%.

1) Calculer la quantité économique de commande Q_e

.....

.....

.....

.....

.....

2) Calculer le nombre de commande par an

.....

.....

.....

.....

.....

Durée	BARÈME (sur 20 pts)										
	EX 1(3pts)	EX 2 (13 pts)								EX3 (4pts)	
2 h		1)a)	1)b)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	1)	2)
	$0,5 \times 6 = 3 \text{ pts}$	1,5 pt	1,25 pt	3 pts	0,75 pt	1,5 pt	1pt	1pt	3 pts	2 pts	2 pts

Correction d'examen

Corrigé de l'exercice 1:

- PERT : Technique d'Évaluation et d'Examen de Programme.
- TPM : Maintenance Totale productive.
- BT : Bon de travail.
- DTE : Document technique d'équipements.
- DI : Demande d'intervention.
- OT : Ordres de travail.

Corrigé de l'exercice 2:

1)

a) La matrice d'antériorité est :

Tableau 4 Matrice des antériorités selon l'approche cartésienne

		<i>Il faut avoir terminé</i>																
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	n1	n2	n3	n4	n5
Pour réaliser la tâche	A													0				
	B													0				
	C													0				
	D			x										1	0			
	E	x												1	0			
	F	x												1	0			
	G		x											1	0			
	H					x	x	x						3	3	0		
	I				x									1	1	0		
	J									x				1	1	1	0	
	K								x					1	1	1	0	
	L										x	x		2	2	2	2	0
														A	D	H	J	L
														B	E	I	K	
														C	F			
															G			

b) Les niveaux obtenus selon la matrice d'antériorité des tâches sont :

- Niveau n1 regroupe les tâches A, B et C
- Niveau n2 regroupe les tâches D, E, F et G.
- Niveau n3 regroupe les tâches H et I.
- Niveau n4 regroupe les tâches J et K.
- Niveau n5 regroupe la tâche L.

2)

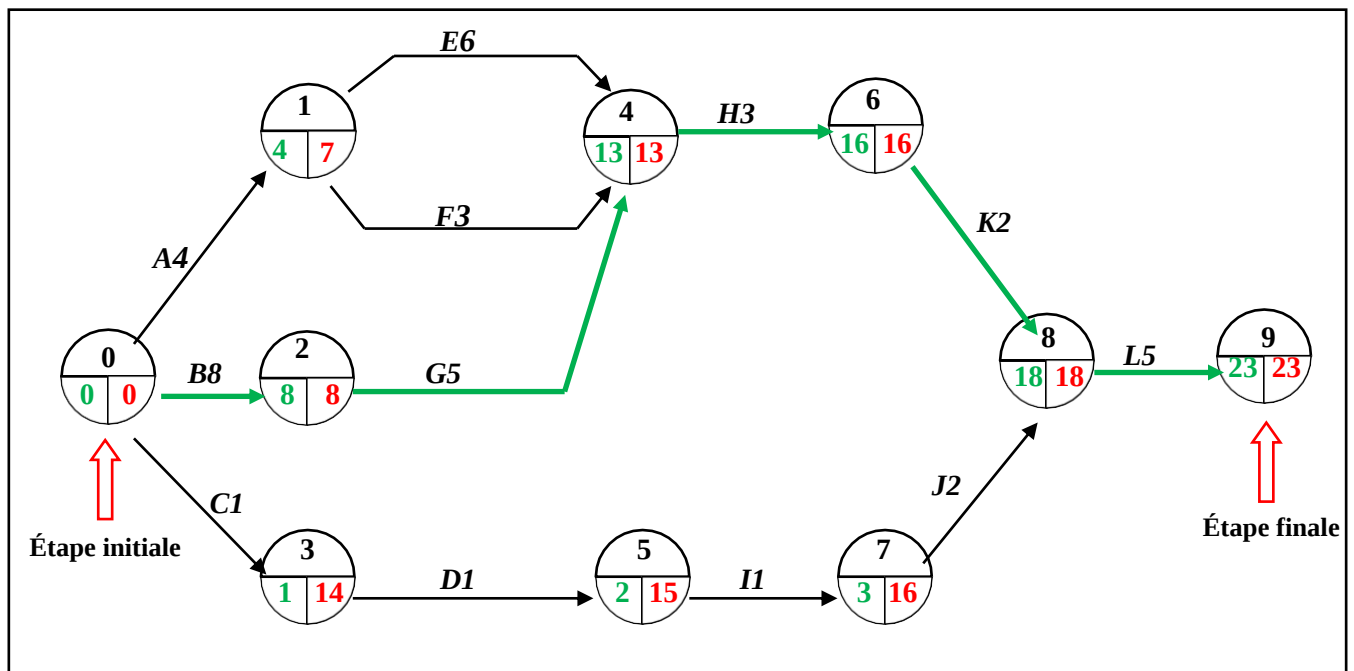


Figure 2 Réseau PERT du projet

3) $\forall (i, j) ((i: 0 \rightarrow (n - 1)) \text{ et } (j: 1 \rightarrow n)):$

- L'expression, pour calculer les dates au plus tôt d'une telle étape j, s'écrit:

$$\underline{t}_j = \max_{(i < j)} (\underline{t}_i + d_{ij})$$

- L'expression, pour calculer les dates au plus tard d'une telle étape i, s'écrit:

$$\bar{t}_i = \min_{(i < j)} (\bar{t}_j - d_{ij})$$

- L'expression de la marge d'une tâche est :

$$m_{ij} = \bar{t}_j - \underline{t}_i - d_{ij}$$

4) Les marges de différentes tâches de ce projet se résument dans le tableau suivant :

Tableau 5 Calcul des marges

Tâche	Marge
A	$7-0-4=3$
B	$8-0-8=0$
C	$14-0-1=13$
D	$15-1-1=13$
E	$13-4-6=3$
F	$13-4-3=6$
G	$13-8-5=0$
H	$16-13-3=0$
I	$16-2-1=13$
J	$18-3-2=13$
K	$18-16-2=0$
L	$23-18-5=0$

5) Dans notre exercice, les tâches ayant une marge nulle sont : B, G, H, K et L.

Le chemin critique coloré en vert, comme l'indique la figure 1, passe donc successivement par les tâches B, G, H, K et L. Soient donc les étapes 0, 2, 4, 6, 8 et 9.

6) La durée totale du projet est 23 heures.

7) La représentation du projet sous la forme d'un réseau PERT peut être planifiée à partir d'un diagramme de GANTT.

La transposition du réseau de PERT en diagramme de GANTT revient à positionner dans l'échelle du temps les tâches du chemin critique (voir la figure 3).

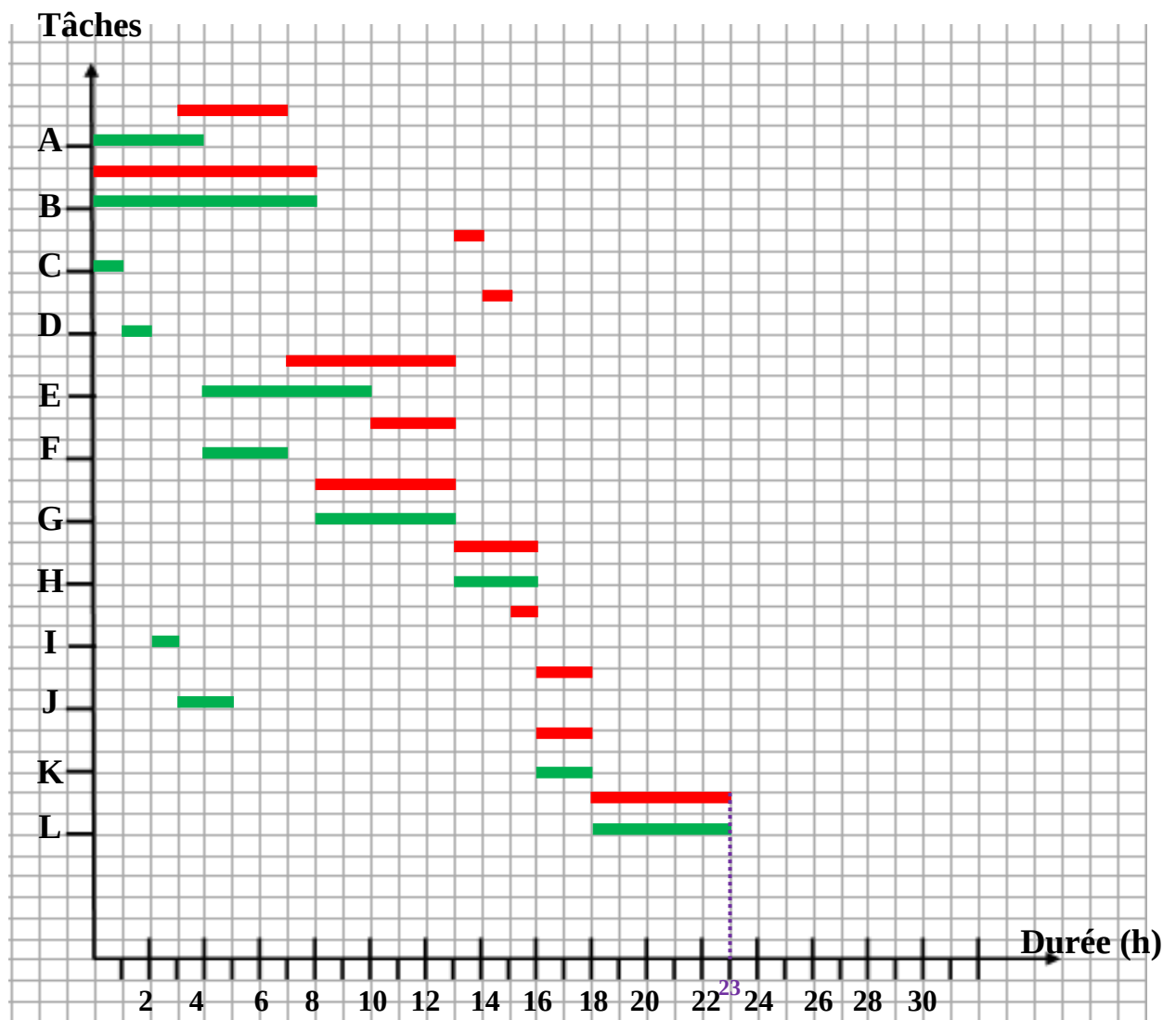


Figure 3 Diagramme de Gantt du projet

Légende :

- Durée au plus tôt d'une tâche
- Durée au plus tard d'une tâche

Corrigé de l'exercice 3

1) L'expression de la quantité économique d'une commande s'écrit :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times C_a \times k}{P_u \times i}}$$

Avec i : taux de possession est de 0,2

P_u : Prix unitaire est de 3,5€

K : Consommation annuelle d'unités

C_{pa} : coût de passation d'une commande égal à 60 €

On sait que $K = 280 \times 3 = 840$ unités

Ainsi que

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times 60 \times 840}{3,5 \times 0,2}} = 379,47 \approx 380 \text{ unités}$$

2) Le nombre de commandes par an s'exprime par l'expression suivante :

$$N = \frac{K}{Q_e}$$

A.N :

$$N = \frac{840}{380} = 2,21$$

On prend $N = 2$ commandes par an.