

CHAPITRE IV : Application de la méthode PERT- Cas d'un système de refroidissement - société MEI -

Introduction :

Dans le cadre de la préparation de ce mémoire, nous avons appliqué notre la technique de méthode de planification à un cas pratique. Il s'agit d'un projet de remise en état d'un équipement industriel dans le cadre d'une opération de maintenance améliorative au sein de l'entreprise « Maintenance des Equipements Industriels » (MEI) de M'sila. A cet effet, on commence par donner une brève présentation de l'entreprise et ses principales activités avant d'aborder le problème de rénovation du système de refroidissement des fours électriques qui servent aux différents traitements thermiques au sein de l'entreprise. Le problème consiste à programmer les opérations requises pour la rénovation du système en prenant en considération l'ensemble des données concernant les moyens disponibles et les délais impartis. On construit ainsi un graphe en appliquant la méthode de planification dite méthode PERT. Le but de cette application est de montrer l'efficacité de notre approche sur un exemple réel.

IV.1. Présentation de l'entreprise :

L'Atelier central de M'sila est situé à 7 Km à l'ouest de M'sila ville, à Draa El Hadja, sur l'axe Routier M'sila – Ouled Mansour.

La société de Maintenance des Equipements Industriels -MEI- est une société par actions, créée en 1997 dans l'optique de réunir les principaux corps de métier de la maintenance, développés au sein de Sonelgaz, afin de pallier aux différents problèmes de ses unités de production de l'électricité.

IV.1.1. Activités de la société

La société de Maintenance des Equipements Industriels –MEI prend en charge diverses activités afin de répondre aux besoins des installations de production d'électricité à travers le territoire national. Parmi les principales activités, on peut citer :

- Révision des groupes électrogènes en atelier DIESEL.
- Inspection des turbines à gaz, à vapeur et des groupes Diesel sur site.

- Rénovation des moteurs basse tension (B.T) et moyenne tension (M.T).
- Equilibrage de roues de turbines et de gros moteurs électriques.
- Travaux de grosse mécanique (tournage, fraisage, rectification).
- Réparation de coussinets tous types confondus.
- Réhabilitation des échappements Frame 5000 et 9000.

Le service contrôle qualité assure la garantie des produits réalisés, ses inspecteurs sont certifiés selon les normes internationales et font appel à des techniques avancées en contrôle non destructifs (CND) tels que les ultrasons, la magnétoscopie et le ressuage, afin de satisfaire la clientèle.

- Dessin Industriel : MEI compte un bureau de dessin en construction mécanique assisté par ordinateur. Des logiciels ; tels que : Solid Works, Top Solid, Autocad... sont utilisés pour des opérations de dessin de définition pour la réparation ou la conception de pièces.
- Intervention sur site du client : Les équipes d'intervention communément appelées agents techniques d'intervention, définies à MEI sont affectées aux activités suivantes au niveau des centrales de production de l'électricité : les interventions d'urgence, d'entretien et de maintenance des équipements.

De son côté l'équipe d'intervention informe de l'avancement, de la réalisation des activités, ainsi que de toute information utile : informations complémentaires sur les événements, les difficultés, les demandes de renforts, etc.

Ces agents d'intervention réalisent des interventions techniques telles que des révisions partielles, des révisions générales et des réhabilitations de groupes de production « Turbine à Vapeur, Turbine à gaz Diesel » au niveau de toutes les centrales de production de l'électricité de par le territoire national.

IV.1.2. Infrastructures :

MEI à M'Sila, compte un Atelier de réparation mécanique et un atelier Diesel qui constituent une base arrière logistique pour les opérations de maintenance sur les turbomachines et les moteurs Diesel. Elle compte aussi deux autres ateliers Diesel régionaux sis l'un à Touggourt et l'autre à Béchar lui conférant ainsi la capacité de proximité auprès du client. Les ateliers situés à M'Sila se subdivisent en :

- Atelier de réparation mécanique : cet atelier est divisé en deux chaînes de réparation : Mécanique lourde et mécanique légère. L'importance et la multitude des équipements utilisés et le savoir-faire du personnel, permettent de répondre à tous les besoins en matière d'usinage et d'équilibrage de pièces mécaniques
- Atelier de réparation Diesel : Constitué d'un stand de réparation des groupes électrogènes, d'un stand de réparation et de rénovation des pompes à injection et des sous-ensembles ainsi que d'un banc d'essai pour les moteurs allant jusqu'à 4 MVA. Cet atelier est à même de répondre aux besoins des utilisateurs en matière de diagnostic, de réparation et de rénovation.

En plus d'être doté de quatre vireurs lui permettant de manipuler les groupes lors du démontage, cet atelier est aussi équipé de quatre ponts roulants respectivement de 40 tonnes de 10 tonnes et 5T, ainsi que de 03 poutres roulantes de 3 tonnes.

- L'Atelier de réparation électrique : Atelier destiné pour la réparation des moteurs électriques, des Générateurs de différentes puissances. Il est équipé d'un vireur de démontage, d'un four de décapage, d'un tour à bobiner, d'un stand pour la préparation des isolants, d'un tour à bobiner programmable, d'un stand d'imprégnation et d'une plateforme d'essais des moteurs avec générateur d'induction.
- Atelier chaudronnerie : Destiné à la réparation des ensembles mécano soudés, il prend en charge aussi tous les travaux de chaudronnerie et de soudage :
 - Soudage à l'arc électrique.
 - Soudage par point (résistance).
 - Soudage TIG.
 - Soudage MIG.
 - Soudage oxyacétylénique.
- Atelier de métallurgie : Composé d'un four d'étamage, de préchauffage, de fusion du régule et d'une machine à réguler par centrifugation. Cet atelier répond aux besoins de réglage des coussinets des turboalternateurs des groupes turbines à gaz et turbines vapeur de diamètre de 100 à 200 mm ; ainsi que des grands patins des cimenteries.

C'est dans cet atelier que sont situés les fours qui servent au traitement thermique et dont le système de refroidissement doit être rénové dans le cadre d'une opération de maintenance améliorative. [54]

IV.2. Présentation du système de refroidissement des fours de traitement thermique :

Les fours industriels ont une grande importance dans l'industrie, notamment pour les différents processus de traitement thermique qui sont destinés à adapter des métaux à des conditions d'utilisations et de mise en œuvre spécifique. Les opérations de traitement thermique telles que le recuit, le trempe, revenu ...etc. ont pour but d'améliorer les propriétés mécaniques des matériaux. La température dans ces fours peut arriver jusqu'à atteindre 2000 C°. Cette température influe sur les matériaux à fabriquer traiter et doit être régulée et surveillée avec précision pour éviter toute variation dégradation de la qualité dans le du produit final

Dans de nombreux procédés industriels, la chaleur doit être évacuée par ce que l'on appelle un système de transfert la chaleur résiduelle ou un système de refroidissement. Les systèmes de refroidissement sont fondés sur les principes de la thermodynamique. Ils facilitent les échanges de chaleur entre le fluide de procédé et le réfrigérant ainsi que le rejet de la chaleur non récupérable dans l'environnement. Les systèmes de refroidissement industriel peuvent être classés selon leur conception et le type de réfrigérant utilisé : eau ou air ou une combinaison des deux. Le système de refroidissement des fours à gaz a comme but :

- Le fonctionnement permanent des fours.
- Réduire et éviter l'échauffement des composants.
- Augmentation de la productivité des fours : augmentation de la cadence et réduction du temps d'attente.

Dans notre projet, le système de refroidissement a des défaillances au niveau du groupe froid (des fuites), et les radiateurs et les ventilateurs ont besoin de rénovations pour un bon fonctionnement permanent.

IV.2.1. Composants du système :

Ce système de refroidissement des fours à gaz est composé des éléments suivants :

- 4 Fours à gaz.
- 1 groupe froid.
- 4 pompes.
- 2 citernes.
- 1 armoire de commande.
- 48 conduite d'eau, chaque conduite a une longueur de 6 m.
- 2 manomètres pour mesurer la Température.

Les figures ci-dessous donnent un aperçu des différents composants du système.



Fig.IV.1. Vue extérieure du four à gaz.

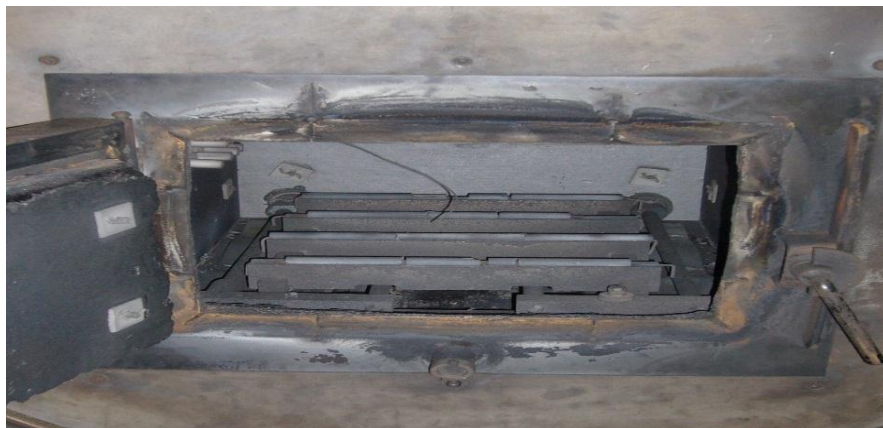


Fig.IV.2. Vue intérieure du four à gaz.



Fig.IV.3. Groupe réfrigérant.



Fig.IV.4. Ventilateurs du groupe réfrigérant.



Fig.IV.5. Radiateurs du groupe réfrigérant.



Fig.IV.6. Pompes de circulation.



Fig.IV.7. Armoire de commande.

IV.2.2. Fonctionnement du système :

Le système fonctionne de la manière suivante : dans un système fermé, le fluide de procédé ou le fluide de refroidissement circule dans les tubes, et conduites et n'entre jamais en contact avec l'environnement. Dans la première partie, le circuit d'aller, l'eau sort des fours par les conduites, il est aspiré par une pompe vers une petite citerne, les tubes sont remplis d'eau qui sera refroidie par l'air, l'eau passe par les radiateurs qui réduire la température grâce au ventilateur, après pour l'échanger de la chaleur avec le fluide de procédé à refroidir, dans le groupe froid un gaz est décompressé et fait un échange de chaleur qui réduit encore la température.

Dans la deuxième partie, le circuit de retour, l'eau sort du groupe froid, par l'action d'une troisième pompe, vers une grande citerne, dirigé vers les fours par une quatrième pompe.

Enfin, l'opération se répète plusieurs fois, c'est un circuit fermé. Mais bien sur cette opération ne se déroule pas 24h, seulement quand on a besoin du refroidissement. Tout est contrôlé et réglé par l'armoire de commande et un système de régulation.

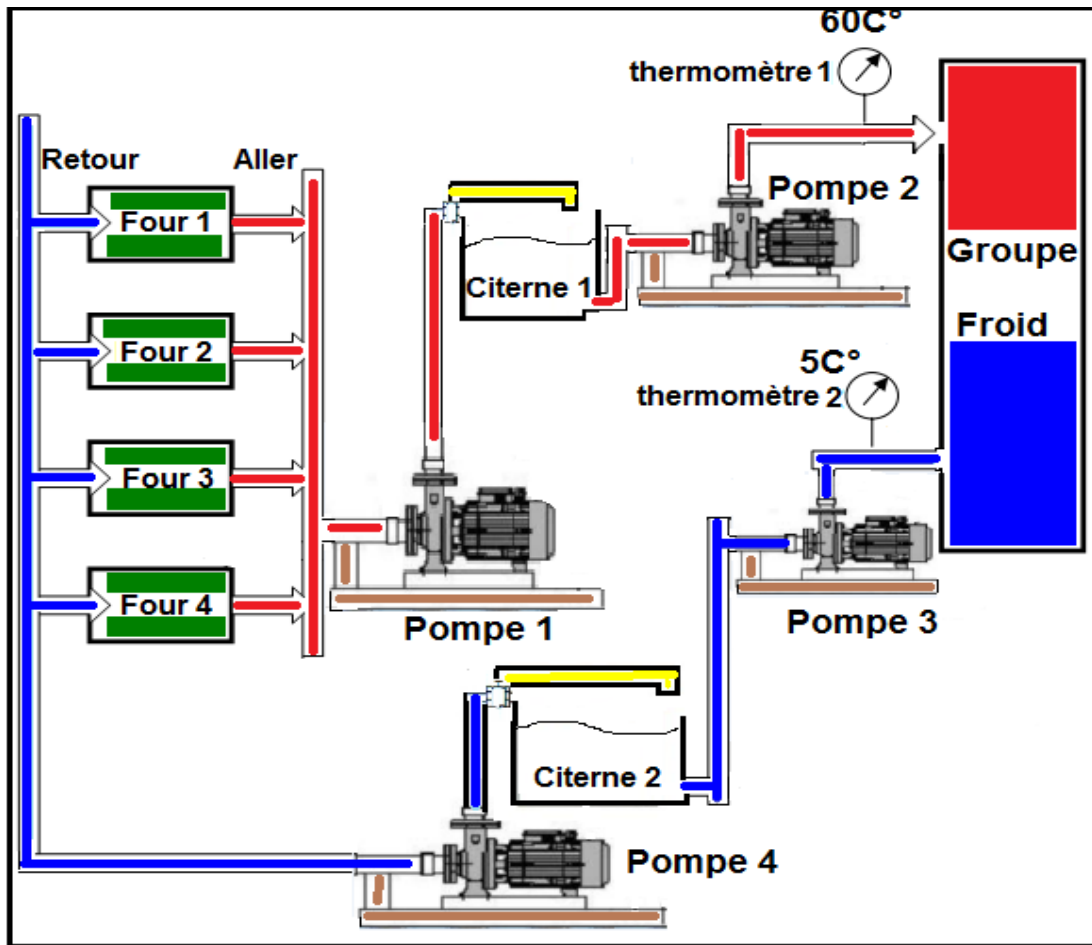


Fig.IV.8. Schémas simplifié du fonctionnement du système de refroidissement.

IV.2.3. Caractéristiques du Système :

On peut citer pour ce système de refroidissement des fours à gaz les caractéristiques suivantes :

- Temps de refroidissement total est = 8 min (après l'essai du système) ;
- Temps de refroidissement dans le groupe froid est = 2 min à 3 min ;
- Température de fours à gaz sous vide jusqu'à 2000 C° ;
- Température sortant du four vers le groupe froid est = 50 à 60 C° ;
- Température sortant du groupe froid vers les fours est = 5 à 6 C° ;
- La longueur totale des conduites = 284 m. (142 m aller et 142 m retour) ;

- Le système en circuit fermé, le réfrigérant ou le fluide de procédé circule dans des tubes et il n'est pas en contact direct avec l'environnement.

IV.2.4. Réalisation du Système :

Pour réaliser ce projet, il nécessite la détermination des : premièrement les tâches et deuxièmes les ressources pour accomplir ces tâches.

➤ Les tâches : (les tâches sont d'une façon aléatoire)

Tache	Code	Durée estimée (jours)
Installation des pompes	A	2
Installation de la conduite d'eau	B	4
Réparation du groupe froid	C	8
Préparation de la matière (tube + eau distillée)	E	3
Confection des citernes	F	5
Essai et test de fiabilité	G	1
Étude de projet	H	6
Confection de l'armoire de commande	I	5
Achat des articles électriques	J	3
Préparation du chemin de canalisation	K	5
Installation de l'armoire de commande	L	1
Installation des citernes	M	2

Tableau.IV.1. Taches nécessaire pour le système de refroidissement à gaz.

➤ Ressources humaine : on a besoin des équipes suivantes :

- Equipe 1 : Etude de projet (un Ingénieur Electromécanicien et 2 Techniciens)
- Equipe 2 : Soudures (4 personnes) pour la confection des citernes et l'installation des conduites.
- Equipe 3 : Achats (2 personnes) pour la préparation de la matière et achats électrique.
- Equipe 4 : Travaux (4 Manœuvres) pour la préparation du chemin de canalisation.

La réalisation du projet sans faire une gestion de planification et sans appliquer les techniques d'ordonnancement peut causer une prolongation sur la durée totale du projet.

IV.3. Application de la méthode PERT :

La méthode PERT permet d'étudier l'effet sur le coût total, d'optimiser la durée de réalisation du projet. Les données importantes pour chaque activité sont le temps et le coût lorsqu'elles sont faites de la manière normale.

a- Par l'organisation des taches on obtient le tableau suivant :

N° du Tache	Tache	Code	Tache antérieures	Durée estimée (jours)
1	Étude de projet	H	/	6
2	Réparation de groupe froid	C	H	8
3	Préparation du chemin de canalisation	K	H	5
4	Achat des articles électriques	G	H	3
5	Préparation de la matière (tube + eau distille)	E	H	3
6	Installation de la conduite d'eau	B	K	4
7	Confection des citernes	F	E	5
8	Installation des citernes	M	F	2
9	Installation des pompes	A	B	2
10	Confection de l'armoire de commande	I	G	5
11	Installation de l'armoire de commande	L	C, A, I, M	1
12	Essai et test de fiabilité	J	L	1

Tableau.IV.3. Taches PERT du système de refroidissement à gaz.

b- Ensuite, on cherche à déterminer les taches qui peuvent être effectuées en parallèle :

- Etape 1 : (H – Etude de projet).
- Etape 2 : (C – Réparation de groupe froid) + (K – préparation du chemin de canalisation) + (E – préparation de la matière (tube + eau distille)) + (G – achat des articles électriques) + (B - installation de la conduite d'eau) = tâches en parallèles.
- Etape 3 : (F – confection des citernes) + (M – installation des citernes) + (A – installation des pompes) + (I – confection de l'armoire de commande) = tâches en parallèles.
- Etape 4 : (L – installation de l'armoire de commande).
- Etape 5 : (J – essai et test de fiabilité).

On prend en considération qu'il y a certaines tâches qui ne peuvent pas démarrer avant qu'une tâche précédente soit terminée. Par exemple : on ne peut pas installer la conduite d'eau avant la préparation du chemin des conduite.

c- Représentation du graphe PERT : Pour construire un graphe PERT, on utilise la méthode des niveaux :

- On détermine les tâches sans antécédent (tâches de niveau 1) et on les relie à l'étape de "Début" ;
- On identifie ensuite les tâches de niveau 2, ce sont celles dont les antécédents sont exclusivement du niveau 1 et on les place sur le graphe ;
- On continue ainsi pour chaque niveau suivant jusqu'à ce que toutes les tâches aient pu être positionnées ;
- A la fin, on relie les tâches n'ayant pas de descendant à l'étape de "Fin".

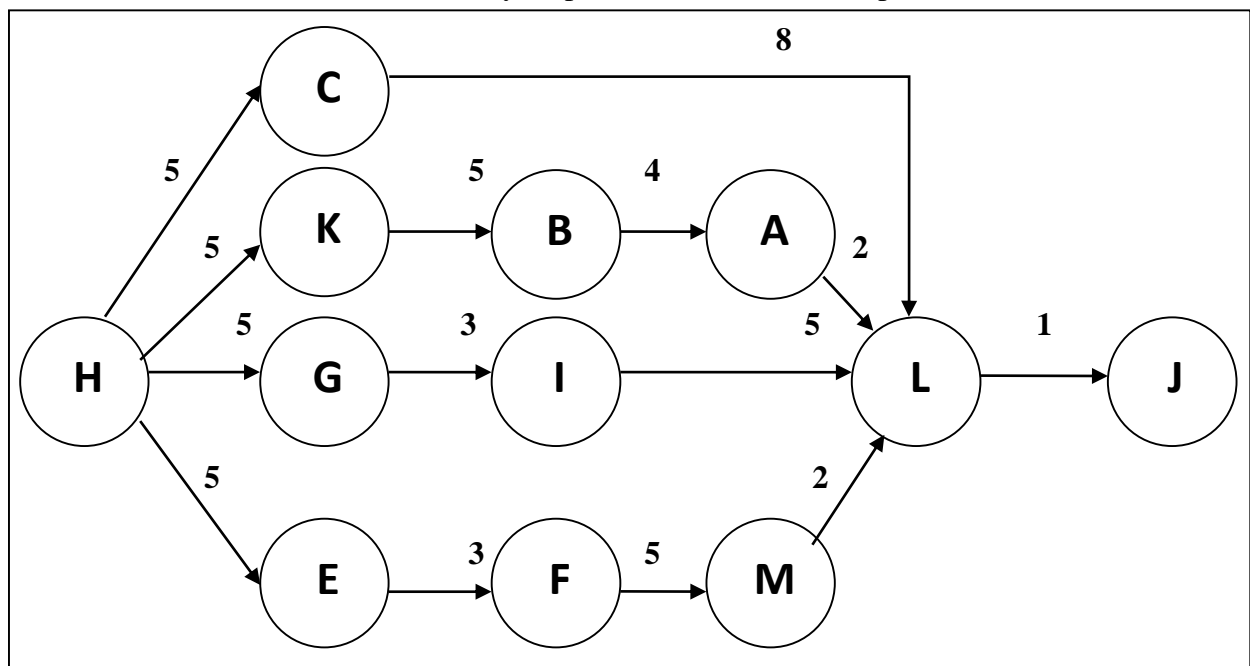


Fig.IV.9. Diagramme PERT.

- d- Résultats obtenus : Pour calculer le délai le plus court pour la réalisation du projet, c'est-à-dire chercher le chemin de longueur maximale entre le début du projet et sa fin, la durée totale du projet ou ce qu'on appelle le délai est de 18 jours = Etude de projet (5 jours) + préparation du chemin de canalisation (5 jours) + installation de la conduite d'eau (4 jours) + installation des pompes (2 jours) + installation de l'armoire de commande (1 jour) + essai et test de fiabilité (1 jour).

IV.4. Planning – diagramme GANTT- :

On peut représenter réalisation du projet avec un autre diagramme, c'est le diagramme de GANTT, la figure suivante montre le planning de la durée total du projet :

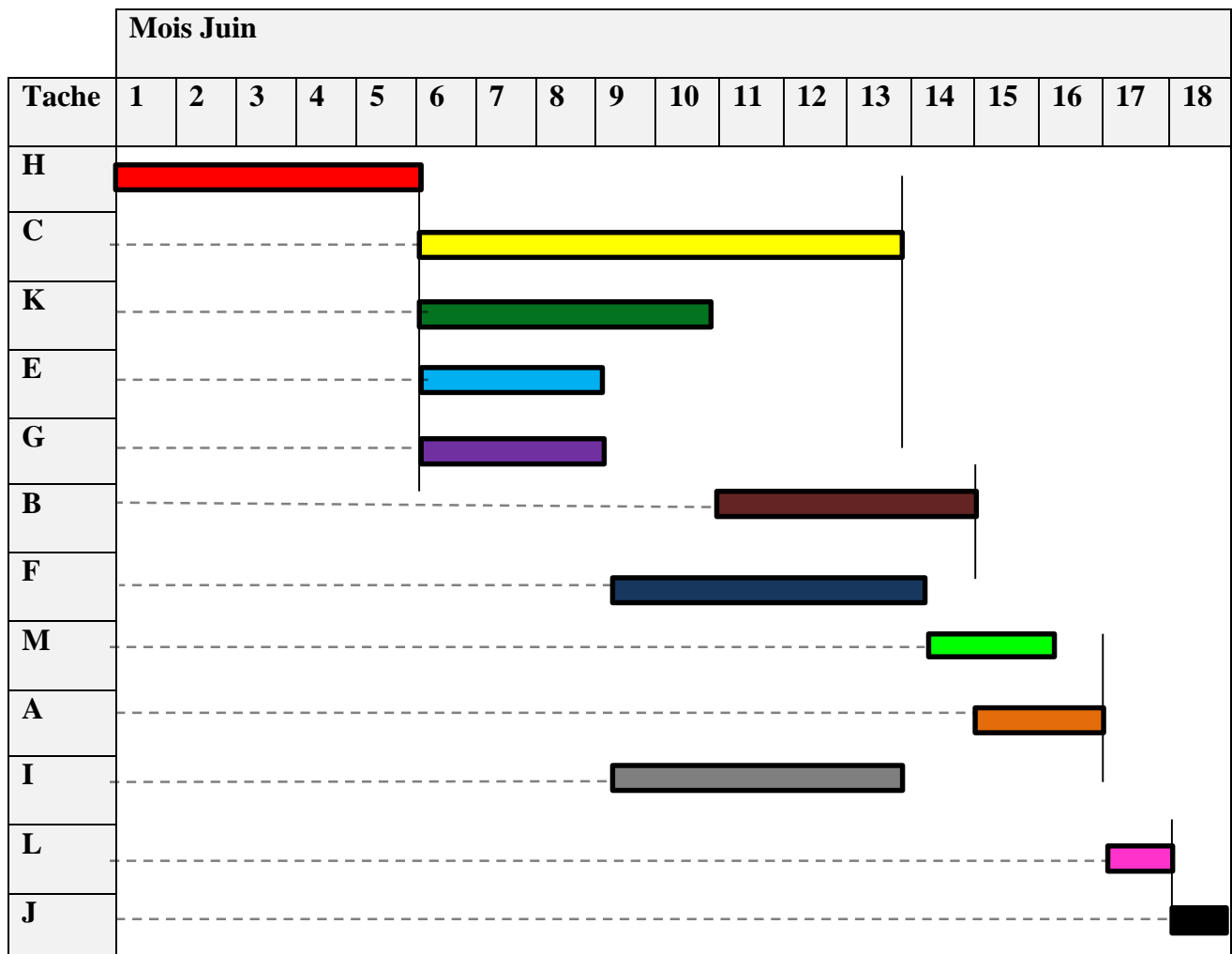


Fig.IV.10. Planning du projet – diagramme GANTT-

Conclusion :

L'application de PERT commence en organisant les différentes activités, en identifiant chaque activité, et en estimant la durée de chaque activité. Un réseau de projet alors est construit pour montrer visuellement toute cette information. Pour notre cas d'étude, nous avons appliqué la méthode PERT sur le projet de système de refroidissement des fours à gaz,

Par l'application de la méthode de PERT, et les résultats fournis par la technique PERT nous sommes arrivés à minimiser la durée totale du projet à un temps et coûts optimaux, par l'organisation correct des tâches.