

CHAPITRE 3

PLANIFICATION et Ordonnancement

(Gestion de projet – Gestion des délais – Gestion des coûts)

Méthodes :

- PERT (USA) : potentiel - étapes
- GANTT

CRITERE D'OPTIMISATION : (Objectif)

Chercher un ordonnancement minimisant la durée totale du projet..

Problèmes à résoudre :

- . Quel est le temps nécessaire pour réaliser l'ensemble du projet ?
- . A quelle date doit commencer chaque tâche ?
- . Quelles sont les tâches critiques ?

Outils informatiques :

- . Microsoft Project,
- . Microsoft Excel ou autre tableur.

INTRODUCTION

Toute entité économique (entreprise industrielle, entreprise du bâtiment, administration, sous-traitant, ...) doit assurer la cohérence technique et économique de la réalisation du produit et/ou service avec le contrat qui la lie au client. Cette réalisation doit amener la satisfaction du client (voir concept de qualité) en respectant le cahier des charges, les délais, et les coûts. Pour cela il faut effectuer deux types de gestions :

- une gestion technique : spécifications, délais,
- une gestion économique : coûts, prix de revient ...

Les différentes méthodes utilisées permettent de faire apparaître clairement et rapidement les données liées à la réalisation d'un projet , telles que :

- les temps, les délais,
- les moyens, ou ressources,
- les coûts.

De plus, ces méthodes peuvent permettre de prévoir au moment opportun, les contrôles qui s'imposent en cours de réalisation (le suivi).

Les méthodes d'ordonnancement des tâches permettent d'avoir une représentation graphique (immuable ou non) d'une réalisation en représentant chaque opération (ou tâche) par un arc, une liaison, ou un rectangle qui peut être proportionnel ou non à la durée. Ce graphique dans tous les cas permet le positionnement relatif des opérations dans le temps.

1. HISTORIQUE

La plupart des méthodes ont été mises au point pour mener à bien l'effort de reconstruction après la seconde guerre mondiale.

La méthode « PERT » (Program Evaluation and Research Task ou Program Evaluation and Review Technic) a été mise au point lorsque les Etats-Unis ont entrepris de créer leur force d'attaque nucléaire (sous-marins et fusée Polaris). Il fallait aller vite pour rattraper le retard pris sur l'URSS. Ce projet était soumis à de nombreux problèmes techniques :

- délai fixé,
- coordination de 250 fournisseurs et 9000 sous-traitants.

Pour obtenir l'efficacité maximale des efforts de chacun pour l'agencement du projet, il fallait disposer d'une méthode systématique de **planification, de contrôle, et de correction**.

La création de la méthode PERT fut décidée dans ce but, et son utilisation ramena la durée du projet de six ans à deux ans et demi.

Dans le même temps pour les mêmes raisons d'autres méthodes ont fait leur apparition : réseaux de PETRI, méthode MPM (Méthode des Potentiels Métra) en France, diagrammes de GANTT, ou encore graphes « chemin de fer ».

2. LA METHODE PERT

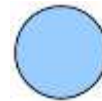
2.1. Principe de la méthode : Réduire la durée totale d'un projet par une analyse détaillée des tâches ou activités élémentaires et de leur enchaînement. On étudie les délais sans prendre en compte les charges.

2.2. Notions de base :

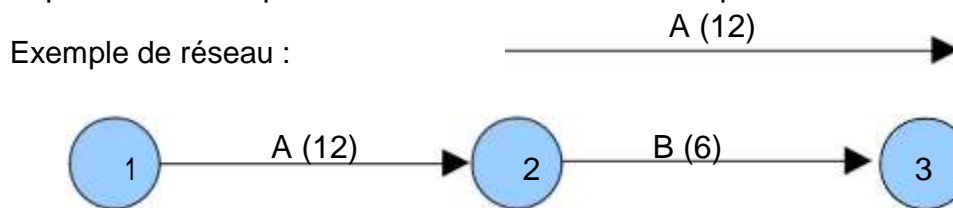
La méthode s'appuie en grande partie sur une représentation graphique qui permet de bâtir un « réseau PERT ».

Un réseau PERT est constitué par des tâches et des étapes

Étape : commencement ou fin d'une tâche. Une étape n'a pas de durée. On symbolise une étape (ou « noeud ») sur le réseau par un cercle.



Tâche : déroulement dans le temps d'une opération. Contrairement à l'étape, la tâche est pénalisante car elle demande toujours une certaine durée, des moyens (ou ressources) et coûte de l'argent. Elle est symbolisée par un vecteur (ou arc orienté, ou liaison orientée) sur lequel seront indiqués l'action à effectuer et le temps estimé de réalisation de cette tâche.



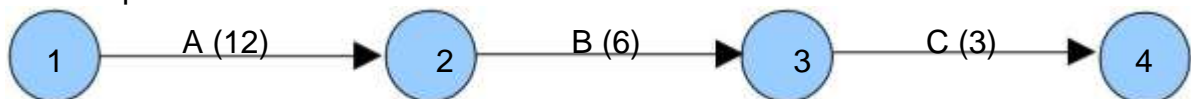
Remarques :

- La longueur des arcs n'est pas proportionnelle au temps d'exécution.
- Pour alléger la représentation, on ne note pas le nom complet de la tâche, mais une lettre ou code la représentant.

2.3. Représentation graphique des étapes et des tâches dans un réseau.

Tâches successives :

Exemple :

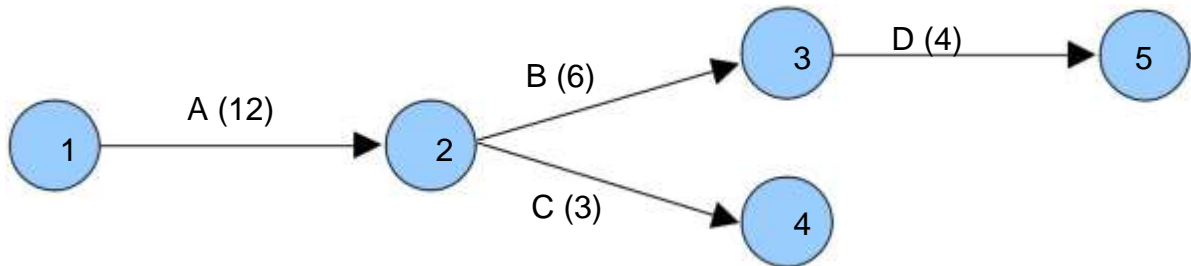


B ne peut commencer que si A est terminée (A précède B, ou A est antériorité de B).
C ne peut commencer que si A et B sont terminées (A et B précèdent C, ou A et B sont antériorité de C, ou A et B enclenchent C).

Remarque : en fait B terminée suffit, sinon il y a redondance. La contrainte d'antériorité qui lie A à C n'a pas besoin d'être représentée.

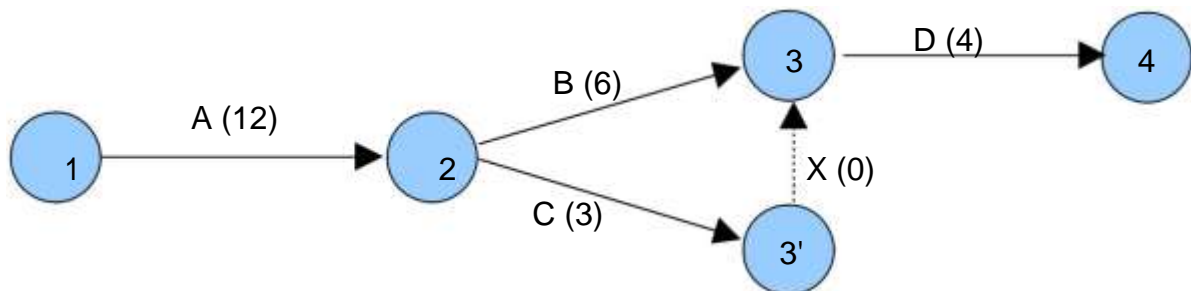
Tâches simultanées : Elles peuvent commencer en même temps en partant d'une même étape.

Exemple :



D ne peut commencer que si B est terminée.

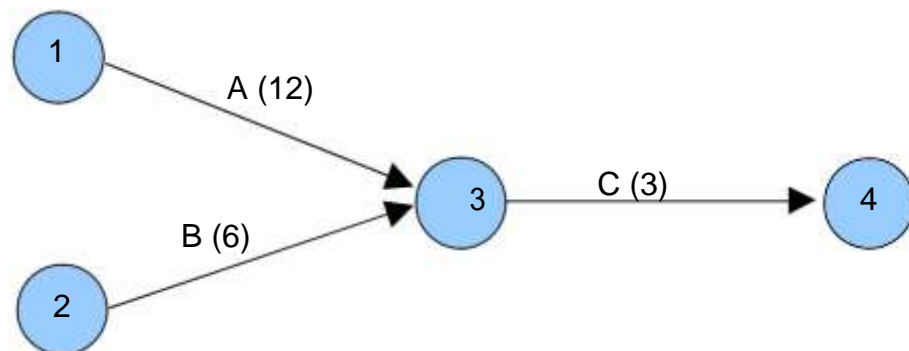
Si l'on souhaite que D ne commence que si B et C sont terminées :



Du fait de la règle de construction qui interdit de faire se dérouler les deux tâches B et C simultanément, nous utilisons une tâche x (0) dite « tâche fictive » qui sert à représenter ce type de contraintes de liaison (contraintes d'antériorité). Il s'agit d'une tâche dont la durée et le coût sont nuls. On la représente en pointillés.

Tâches convergentes : Plusieurs tâches peuvent se terminer sur une même étape.

Exemple :



Ici, la tâche A (12) a une durée de 12 unités de temps, B(6) a une durée de 6 unités de temps. On constate que la tâche A dure plus longtemps que B. A est dite « **pénalisante** ».

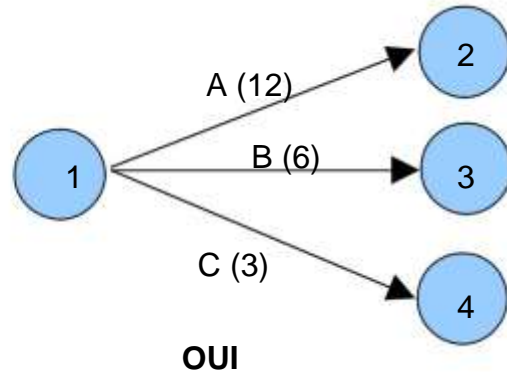
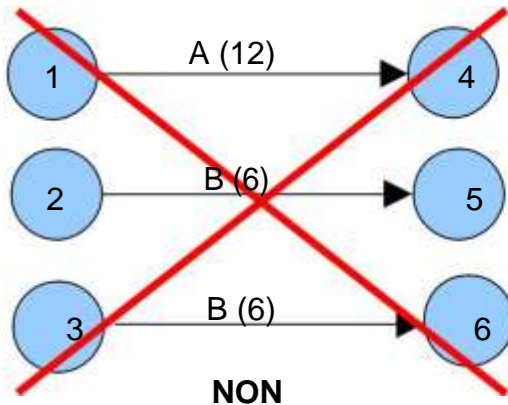
Nous pouvons calculer la durée du projet (ici : $12+3 = 15$ unités de temps) en prenant le chemin le plus long dit « **chemin critique** ».

Ce « chemin critique » pourra être repéré en rouge. Les tâches de ce chemin seront à surveiller prioritairement.

2.4. Normalisation du graphe.

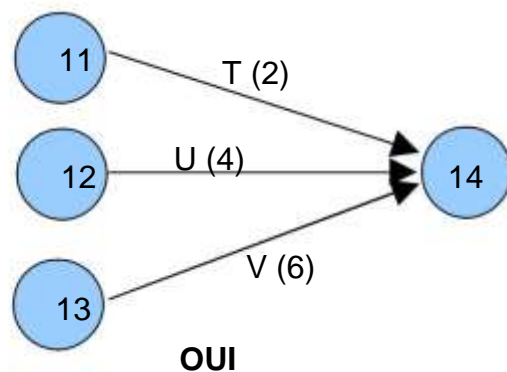
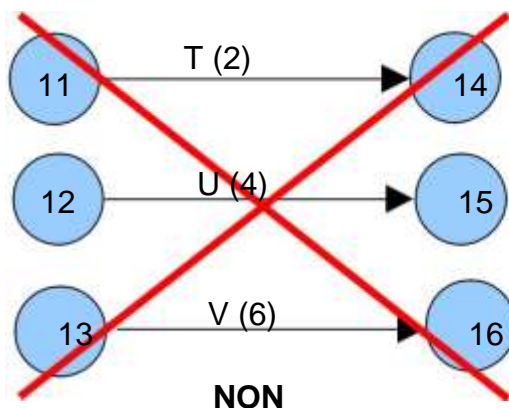
Si le graphe doit débuter par plusieurs tâches simultanées, il ne doit y avoir qu'une seule étape d'entrée (ou étape de début, ou étape de départ). Les étapes seront donc regroupées en une seule.

Exemple :



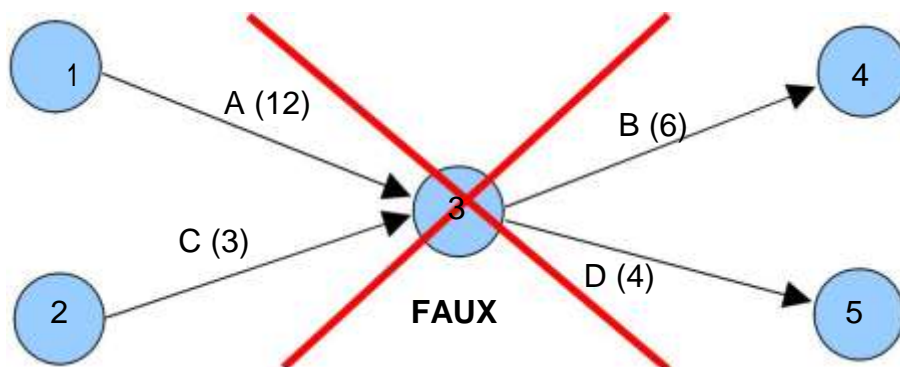
Si le graphe se termine par plusieurs tâches (plusieurs étapes de sortie (ou de fin), il ne doit y avoir qu'une seule étape de sortie.

Exemple :



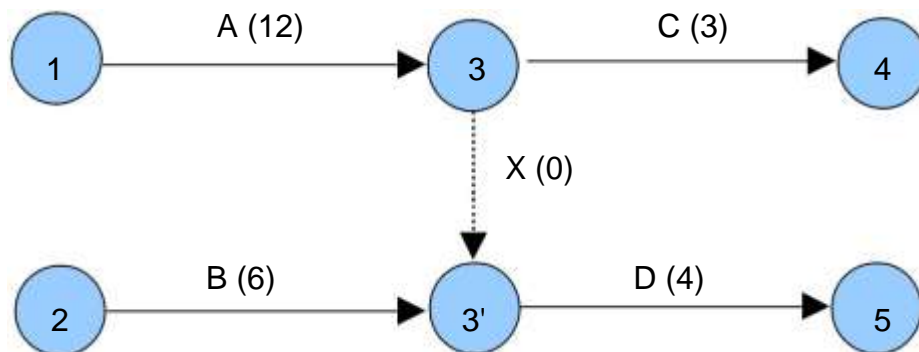
Problèmes de dépendances : A enclenche B, A enclenche D, C enclenche D.

Nous pouvons être tentés de dessiner le graphe suivant :



Le graphe précédent est faux car cette construction signifie : A enclenche B, A enclenche D, C enclenche B, et C enclenche D.

Pour respecter les contraintes d'antériorités du projet, on introduit une tâche fictive comme suit :



Représentation des étapes :

Les étapes ou « noeuds » peuvent être représentés de différentes façons selon les informations que l'on souhaite mettre en évidence.



2.5. Méthodologie de construction d'un réseau PERT.

- Établir la liste des tâches (faire le partitionnement des tâches en fonction des ressources).
- Déterminer des antériorités : tâches immédiatement antérieures, et tâches antérieures.
- *Déterminer les niveaux d'exécution ou rang des tâches (optionnel).*
- Construire le réseau PERT.
- Calculer la durée du projet, les dates début et de fin des tâches. Déterminer le chemin critique. Mettre en évidence les marges.

2.6. Application.

Soit les tâches suivantes qui constituent un projet : A (3), B (4), C (2), D (3), E (4).

Les antériorités sont les suivantes :

A enclenche C,
A enclenche D,
B enclenche E,
C enclenche E.

Afin de construire le réseau, nous allons déterminer le rang (ou niveau) d'exécution de chaque tâche, c'est à dire la position chronologique qu'elle occupe au début de son exécution dans le projet.

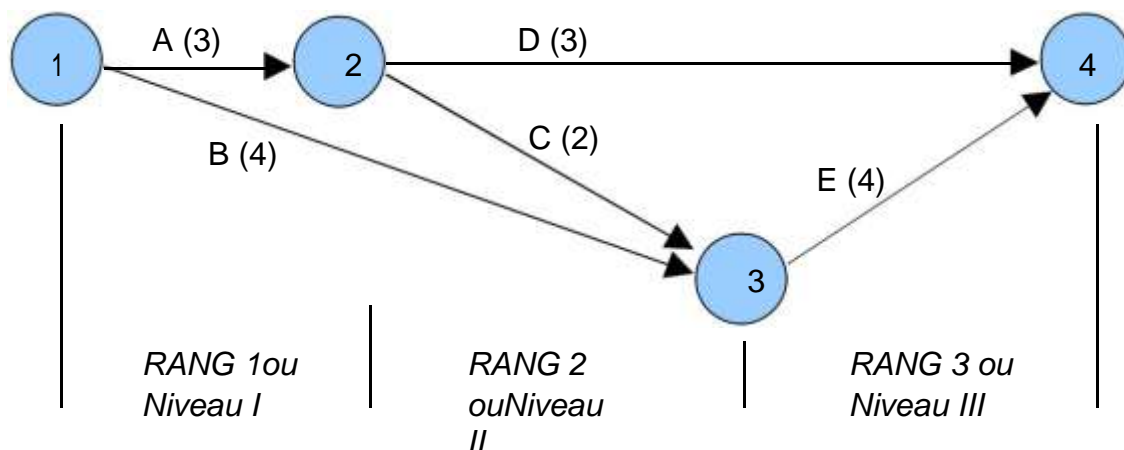
Nous pouvons utiliser une matrice (ou grille) de dépouillement des données (dite : « matrice de dépouillement par les sommets ») : On met une croix lorsqu'il y a une antériorité entre une tâche et une autre. On cherche s'il existe des croix dans l'une des colonnes. Si nous ne trouvons pas de croix dans certaines, cela signifie que les tâches repérées en haut des colonnes n'ont pas d'antériorité. Elles sont alors de rang 1. On note ces tâches, puis on barre les lignes horizontales correspondant à ces tâches et on réitère l'opération précédente. On détermine les tâches de rang 2 et ainsi de suite.

Les rangs (ou niveaux) déterminés permettent de positionner le début des différentes tâches lors de la construction du graphe.

Matrice (ou grille) de dépouillement :

Avant	→	A	B	C	D	E	Après
A				X	X		
B						X	
C						X	
D							
E							

Nous en déduisons le réseau PERT correspondant à l'application proposée :



Calculs sur le graphe :

La méthode PERT a pour but de planifier la durée d'un projet, aussi nous devons mener des calculs sur le graphe afin d'en déduire des renseignements sur son exécutabilité.

Quelques définitions à retenir :

- Début au plus tôt d'exécution d'une tâche : C'est le maximum des fins au plus tôt des tâches qui la déclenche (Il peut exceptionnellement y avoir un retard ou chevauchement si le cahier des charges du projet le précise et que la faisabilité est vérifiée).
- Début au plus tard d'une tâche : C'est la date de fin au plus tard de la tâche moins la durée de la tâche.
- Fin au plus tôt : C'est la date de début au plus tôt plus la durée de la tâche.
- Fin au plus tard : C'est le minimum des dates de début au plus tard des tâches qu'elle enclenche.
- Marge totale : C'est le retard admissible du début d'une tâche qui n'entraîne aucun recul de la date de fin du projet, mais qui consomme les marges libres des opérations suivantes. C'est la date de début au plus tard moins la date de début au plus tôt.
- **Marge libre** : C'est le retard admissible sur une tâche qui n'entraîne pas de modification des calendriers des tâches suivantes.
C'est la date de début au plus tôt de la tâches suivante moins la durée de la tâche moins la date de début au plus tôt de la tâche.
- **Chemin critique** : C'est l'ensemble des tâches dont la marge totale et la marge libre est nulle. C'est le chemin dont la succession des tâches donne la durée d'exécution la plus longue du projet et fournit le délai d'achèvement le plus court. Si l'on prend du retard sur la réalisation de ces tâches, la durée globale du projet est allongée.

Pour l'application précédente, on peut dresser un tableau de synthèse comme suit :

<i>Tâches</i>	<i>Durée (jours)</i>	<i>Début +tôt</i>	<i>Début +tard</i>	<i>Fin +tôt</i>	<i>Fin +tard</i>	<i>Marge libre</i>	<i>Marge totale</i>	<i>Chemin Critique</i>
A	3	0	0	3	3	0	0	A
B	4	0	1	4	5	1	1	-
C	2	3	3	5	5	0	0	C
D	3	3	6	6	9	3	3	-
E	4	5	5	9	9	0	0	E
...								
...								

Résultats de l'étude :

La durée globale du projet (délai d'achèvement le plus court) = **9 jours**.

Le chemin critique est constitué des tâches : **A, C, et E**.

Il faut vérifier que ces tâches se déroulent correctement et le cas échéant adopter des actions correctives afin de les fiabiliser.

2. Le diagramme de GANTT

Le diagramme de GANTT est un graphique (chrono gramme) qui consiste à placer les tâches chronologiquement en fonction des contraintes techniques de succession (contraintes d'antériorités).

L'axe horizontal des abscisses représente le temps et l'axe vertical des ordonnées les tâches.

On représente chaque tâche par un segment de droite dont la longueur est proportionnelle à sa durée. L'origine du segment est calée sur la date de début au plus tôt de l'opération (« jalonnement au plus tôt ») et l'extrémité du segment représente la fin de la tâche.

Ce type de graphe présente l'avantage d'être très facile à lire, mais présente l'inconvénient de ne pas représenter l'enchaînement des tâches. Cette méthode est généralement utilisée en complément du réseau PERT ou MPM. On trace le plus souvent le GANTT au plus tôt ou « jalonnement au plus tôt » et éventuellement au plus tard « jalonnement au plus tard ».

Exemple :

Tâches	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Durée	1	2	1	3	2	5	2	5	2	1	4	5	4
Antériorités	-	-	A	-	B	E	C, D	-	H	-	I, J	F, G	K, L

Réseau MPM :

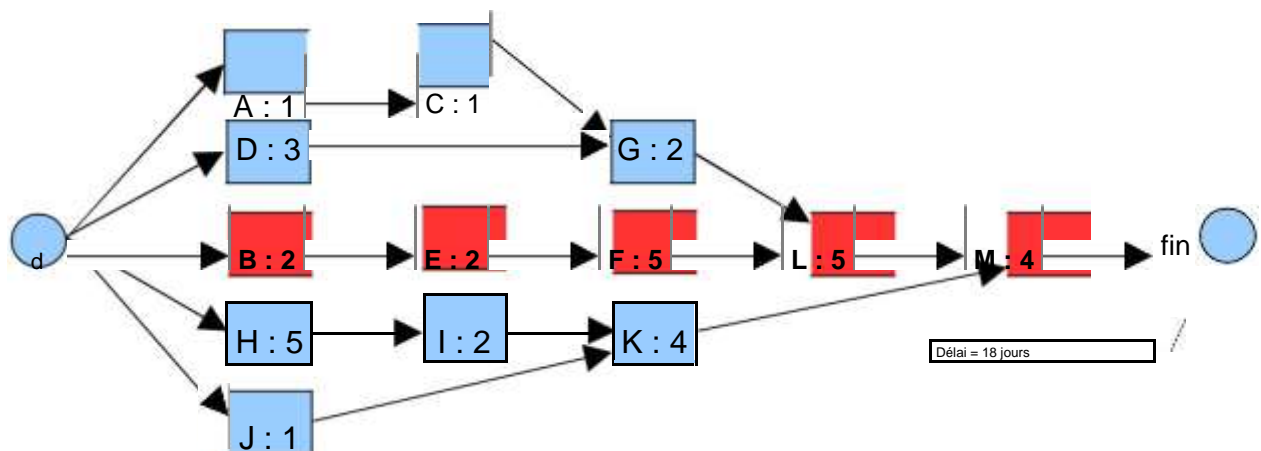


Diagramme de Gantt : (sur tableur) « GANTT au plus tôt »

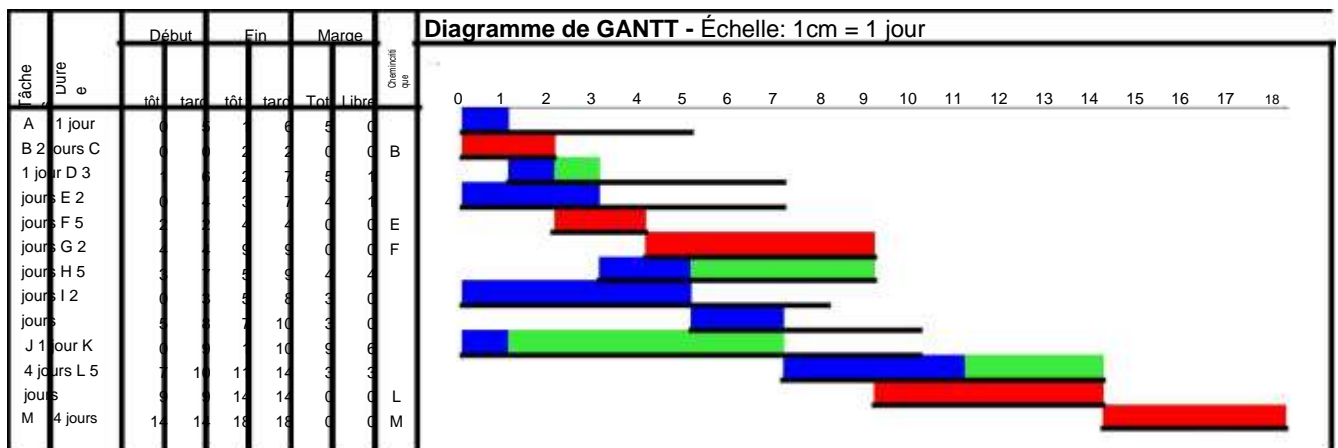
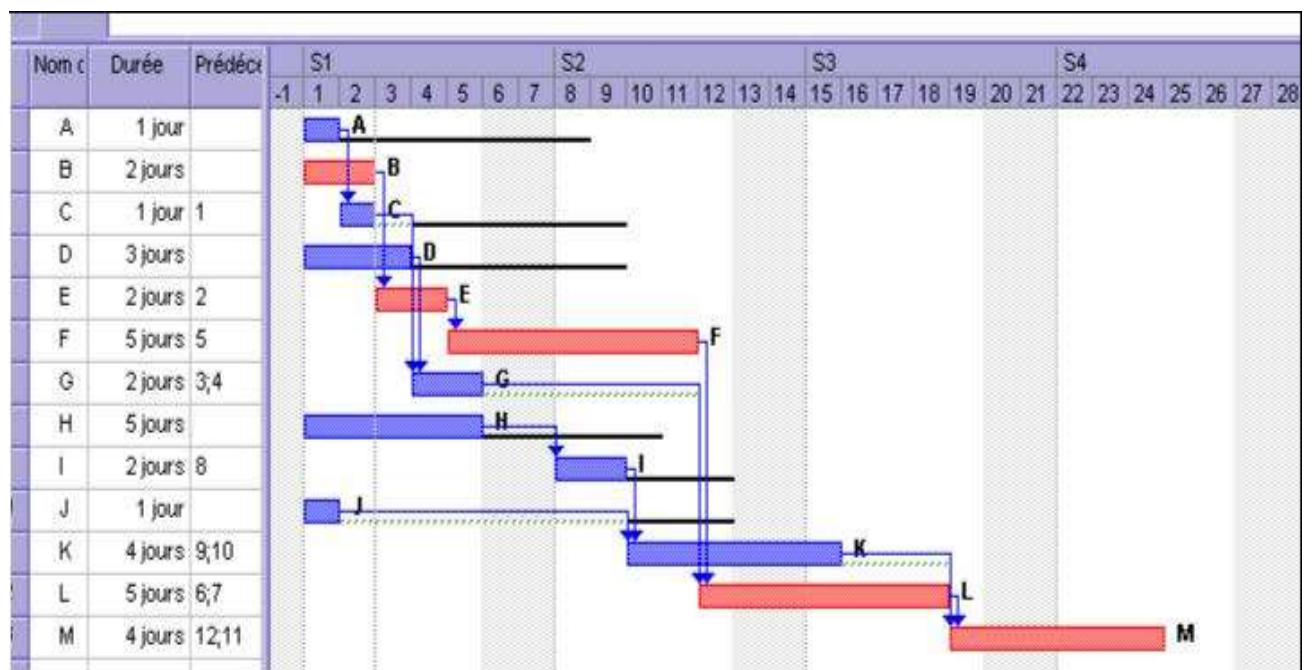


Diagramme de Gantt : (avec Microsoft PROJECT) « GANTT au plus tôt »



Analyse :

- Le projet est réalisable en 18 jours ouvrés. Ici, avec les fins de semaines non travaillées il faudra 3 semaines et 3 jours.
 - Les tâches normales sont représentées en bleu.
 - Les tâches critiques sont représentées en rouge : B, E, F, L, et M.
 - On distingue les marges totales en noir, et les marges libres en vert.
- Les tâches C, G, J, et K font apparaître de la Marge Libre.

Remarques : Le diagramme de GANTT sera modifié au fur et à mesure de l'avancement du projet. Il faut mettre à jour ce diagramme régulièrement. Le chemin critique peut évoluer en fonction de l'avancement, du retard, ou de toute modification sur une tâche. Les chemins « sub-critiques » ou « presque critiques » peuvent alors devenir critiques.