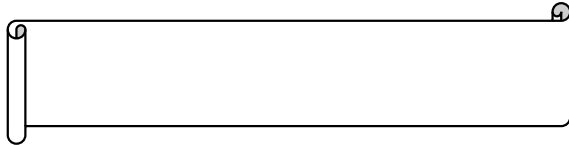


## **THEME II :**



### **II-1) Généralités.**

Ce mot américain signifie au sens propre la fonction d'ordonnement. Le service a pour mission de préparer et d'organiser le travail, de le programmer, de le lancer et suivre son avancement, doit regorger des hommes compétents.

Tout planning vise un double objectif :

-Prévoir, coordonner et contrôler l'avancement les activités : c'est-à-dire le rôle essentiel des plannings ;

-Visualiser de manière simple l'abstrait en donnant les images les plus parlantes et les plus exactes possibles des aspects divers des tâches à accomplir : durée, les effectifs, les coûts et en expliquant les liaisons entre ses activités.

### **II-2) Différents modes de présentations des plannings.**

Il existe plusieurs types de plannings qui se présentent de plusieurs façons :

- Le planning basé sur la notion de chemin critique (PERT) ;
- Le planning à barres horizontales (GANTT) ;
- Le planning dérivé du PERT et du GANTT (chrono-diagramme ou GANNTT lié) ;
- Le planning type chemin de fer ou planning route ;
- Le planning d'approvisionnement ;
- Le planning d'évolution des stocks ;
- Le planning ou courbe de main d'œuvre ;
- Le programme financier, etc.

La forme matériel du planning varie selon :

- Le chantier concerné (ouvrage d'art, logements, écoles, etc) ;
- L'objet de la synthèse à visualiser : activités, personnel, matériaux, matériels, etc ;
- La personne qui utilisera, de l'ingénieur au chef de chantier ;

Commentaire [CM1]:

- Le rôle particulier que le planning doit accomplir : simple calendrier prévisionnel, diagramme d'ordonnancement, graphique de lancement, courbe d'avancement, tableau de contrôle.

## II-2-1) Planning PERT ou planning flèche ou réseau PERT

### II-2-1-1) Définition

C'est l'une des formes de la méthode d'ordonnancement qui est basé sur la notion de chemin critique. Son principe consiste à l'enchaînement des opérations ou activités ou tâches

### II-2-1-2) Terminologie du PERT (*voir cours d'organisation des chantiers*)

### II-2-1-3) Application

Etant donné le répertoire des activités suivantes :

Symbole	Tâches à réaliser	Tâches antécédentes	Durée (en jours)	Rangs
A	Installation de chantier	Néant	2	
B	Terrassement	A	1	
C	Implantation	A-B	1	
D	Fouilles	C	1	
E	Béton de propreté	D-C	1	
F	Ferraillage semelles	E	3	
G	Coffrage semelles	E	2	
H	Bétonnage semelles	F-G	5	
I	Décoffrage semelles	H	1	
J	Ferraillage mur	H	4	
K	Coffrage mur	H	5	
L	Pose des barbacanes	J	1	
M	Bétonnage mur	J-K-L	10	
N	Décoffrage mur	M	2	
O	Pose des drains	N-I	2	
P	Remblai	R-O	2	
Q	Ragréage	N	2	
R	Etanchéité	N	2	
S	Repliment	Q-P	1	

### **TAF :**

- 1) Tracer le planning PERT de ces activités ;
- 2) Déterminer la durée du chantier et indiquer le chemin critique.

### II-2-1-4) Calcul des marges

La marge est définie comme le temps libre pour déclencher ou commencer une activité. On distingue entre autre :

- La marge totale (MT) ;
- La marge libre (ML) ;
- La marge indépendante (MI) ;
- La marge conditionnelle (MC).

Soit le graphe suivant :



On définit les éléments suivants :

- 1 : Etape de début de la tâche ;
- 2 : Etape de fin de la tâche ;
- A : Date de début au plus tôt de la tâche Z ;
- B : Date de début au plus tard de la tâche Z ;
- C : Date d'arrivée au plus tôt à l'étape de fin de la tâche Z ;
- D : Date d'arrivée au plus tard à l'étape de fin de la tâche Z ;
- T : Durée de la tâche Z.

**Marge totale (MT) = D – (A + T)**

**Marge libre (ML) = C – (A + T)**

**Marge indépendante (MI) = C – (B + T)**

**Marge conditionnelle (MC) = D – (B + T)**

Application : En prenant le planning du paragraphe II-2-1-3), reprenez et effectuez le calcul de toutes les différentes marges (tableau d'analyse).

#### II-2-2) Planning GANTT ou planning à barres horizontales

##### II-2-2-1) Définition

C'est un planning d'avancement des travaux. Il est composé d'un répertoire technique et ordonné des différentes tâches qui composent le projet.

On affecte à chaque activité, un temps d'exécution (durée) ; on choisit une échelle des temps qui correspond à l'axe des abscisses (horizontalement) ; et sur l'axe des ordonnées (verticalement), les activités (chaque tâche est représentée par une barre dont la longueur ou mesure est sa durée d'où le nom de planning à barres horizontales.

##### II-2-2-2) Avantages

- Il est facile à réaliser et simple à lire. C'est un document pratique de chantier.
- Il permet de visualiser tous les commentaires.

##### II-2-2-3) Inconvénients

- Il ne permet pas de reconnaître l'indépendance entre les différentes tâches.
- Il ne montre pas le chemin critique et l'ordre de déclenchement des différents travaux ;
- Les marges entre les travaux sont inexistantes.

#### II-2-2-4) Application

Transcrire le planning PERT du paragraphe II-2-1-3) en planning GANTT.

#### II-2-3) Le chrono-diagramme ou planning GANTT lié

##### II-2-3-1) Définition

C'est un planning d'exécution lisible par tout le monde. Il est l'aboutissement de la phase ultime, de lecture méthodique de l'ordonnancement selon le procédé des graphiques et du chemin critique en général.

Le planning GANTT lié dérive à la fois du planning PERT et du planning GANTT. Ce planning fait apparaître :

- La continuité du travail de certaines équipes ;
- La durée des tâches par la longueur même de chaque ligne d'activité ;
- Les traits des liaisons indiquent les contraintes et l'enchaînement des opérations.

On peut aussi en déduire le planning d'embauche, le crédit hebdomadaire d'heure, de main d'œuvre, si on inscrit sur les tâches les effectifs respectifs.

##### II-2-3-2) Application

A partir du planning PERT et GANTT ci-dessus, élaborer le planning GANTT lié.

#### **II-2-4) La courbe des effectifs.**

##### II-2-4-1) Généralités

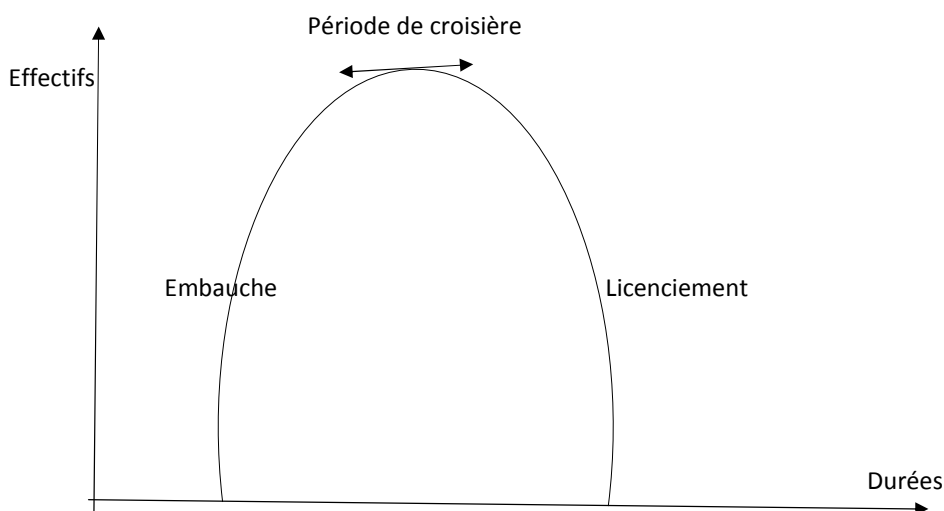
La courbe des effectifs ou de la main d'œuvre est une courbe qui contrôle constamment l'évolution de la main d'œuvre sur le chantier. On l'appelle encore courbe d'embauche ou de licenciement.

Il faut connaître le nombre effectif d'ouvriers affecté à chaque tâche et la durée journalière de travail (8h par exemple). Cette courbe est tracée à partir d'un planning GANTT ou d'un planning GANTT lié.

La courbe de la main d'œuvre permet au chef de chantier ou au conducteur des travaux de gérer les ouvriers en sa possession.

Etant donné que la variation du personnel sur le chantier doit suivre une certaine règle ; en effet, il y a toujours une période dite d'embauche progressif d'effectif qui atteint un nombre maximum qui correspond à la période de croisière du chantier, et une période dite de licenciement progressif jusqu'à la fermeture du chantier.

La courbe d'effectif idéale doit épouser les contours de la courbe de Gauss ou la forme d'une parabole ou encore la forme d'une cloche.



#### II-2-4-2) Processus de traçage de la courbe d'effectifs

Pour tracer la courbe des effectifs, il faut suivre les étapes suivantes :

- On trace d'abord le planning GANTT ;
- On cale toutes les tâches concernées sur le graphique comme si elles débutaient au plus tôt ;
- Sur chaque tâche, on inscrit le nombre d'ouvrier ;
- On totalise verticalement les ouvriers pour chaque jour ouvrable et on trace la courbe des effectifs ;

#### II-2-4-3) Nivellement de la courbe des effectifs

Pour niveler ou lisser la courbe des effectifs, suivons les étapes ci-après :

- On constate que la courbe des effectifs non lissée présente des hauts et des bas (des vallées) ;
- A l'aide des marges qui apparaissent sur le planning GANTT (marge totale, marge libre), on glisse vers la droite certaines tâches ; on procède par tâtonnement jusqu'à obtenir une courbe régulière de la main d'œuvre (en forme de parabole).

**NB :** *Seules les tâches non critiques ou tâches d'accompagnement permettent de lisser la courbe des effectifs car ces tâches ont des marges qui peuvent changer les dates de début.*

#### II-2-4-4) Application

Le répertoire des activités d'un chantier est consigné dans le tableau ci-dessous.

Tâches antécédentes	Tâches à réaliser	Durées (en jours)	Effectifs	Rangs
Néant	A	4	4	
A - K	B	5	5	
B – F	C	10	6	
C – M	D	17	2	
Néant	E	3	2	
E	F	6	4	
E	G	15	3	
G	H	9	4	
Néant	I	7	5	
I	J	8	2	
I	K	2	1	
J	L	2	4	
J	M	15	10	
L	N	10	1	
L	O	5	1	
O – N	P	6	2	
P	Q	6	2	

**TAF :**

- 1) Tracer la courbe des effectifs non lissée ;
- 2) Nivelier cette courbe (en d'autres termes, tracer la courbe des effectifs lissée).

#### II-2-5) Planning d'évolution des stocks.

##### II-2-5-1) Généralités

Ce planning a pour objet de contrôler la préfabrication (début et fin), la pose des éléments préfabriqués (début et fin), et le stock maximal.

On doit tenir compte du durcissement des éléments (séchage frantz).

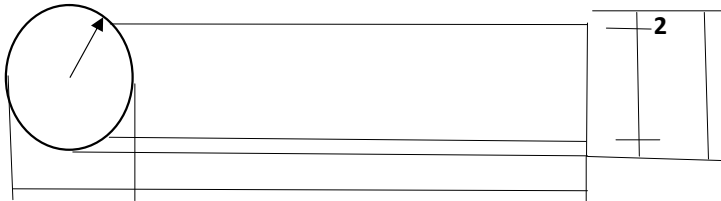
##### II-2-5-2) Applications

**A<sub>1</sub> :** Dans un chantier, on préfabrique 160 marches pour la réalisation des escaliers hélicoïdaux d'un immeuble ; le rythme de préfabrication est de 4 marches par jour et le rythme de pose est de 5 marches par jour. Il faut prévoir 4 jours de séchage frantz y compris le jour de la préfabrication.

- TAF :**
- 1) Calculer la durée de la préfabrication et de la pose ;
  - 2) Déterminer la date de début de pose ;
  - 3) Déterminer le stock maximal et dire quel jour il sera atteint ;

4) Tracer la courbe de préfabrication, de pose et d'évolution des stocks des marches.

5) Calculer la surface de stockage si les éléments sont empilés en tas de 10.



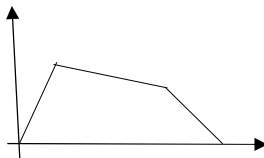
**A<sub>2</sub>** : Une entreprise envisage de préfabriquer 2000 claustras pour garnir les fenêtres d'un bâtiment scolaire. Le rythme de la préfabrication est de 50 éléments par jour et le rythme de pose est de 4 éléments par jour. La durée du séchage est 5 jours non compris le jour de la préfabrication.

**TAF :**

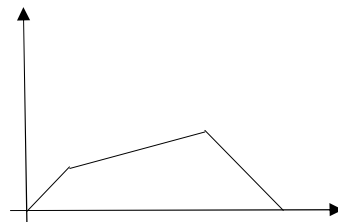
- 1) Déterminer la durée de préfabrication et de pose des claustras ;
- 2) Déterminer la date de début de pose des éléments ;
- 3) Déterminer le stock maximal et dire la date où il sera atteint ;
- 4) Tracer le graphique d'évolution des stocks ;
- 5) Calculer la surface de stockage si les éléments sont empilés en tas de 5.

**Remarque :**

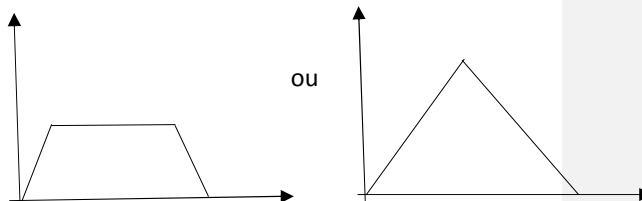
Si rythme préfabrication < rythme pose



Si rythme préfabrication > rythme pose



Si rythme préfabrication = rythme pose



## **II-2-6) Planning chemin de fer ou planning route.**

### II-2-6-1) Généralités

Le planning chemin de fer ou planning route fait paraître en abscisses les jours ouvrables et en ordonnées la coupe transversale de l'ouvrage. Chaque phase de travail est ainsi représentée par une ligne oblique : les pentes de ces traits sont variables selon la durée de la chaîne d'opération visualisée ; la pente de la droite peut être ascendante ou descendante suivant le sens de progression des tâches. Les lignes peuvent se recouper ou non, elles donnent ainsi l'image complète de l'évolution des opérations dans le temps et surtout dans l'espace ; ce qui est d'un grand intérêt pour un déroulement des diverses activités.

Il fait paraître la continuité ou non de l'intervention d'une équipe. On peut donc dire que ce planning est utile pour étudier l'ordonnancement des interventions de divers corps d'état.

Il permet de pallier la gêne des équipes travaillant sur un même palier (niveau).

Sa lecture robuste de prime à bord, est facilitée du fait de la figuration de la coupe de l'ouvrage à côté du trafic ; en outre, il est facile à tracer.

Le planning chemin de fer ne montre pas les liaisons et les contraintes concernant les activités s'effectuant en parallèle.

### II-2-6-2) Exemple d'un planning chemin de fer



## II-2-7) Planning d'approvisionnement.

### II-2-7-1) Définition

C'est un planning qui a pour objet de contrôler pour un jour de travail le stock de ciment, la production du béton ainsi que la mise en œuvre de celui-ci. On pourra ainsi éviter la rupture du stock de ciment sur le chantier, ainsi que le rythme de fabrication du béton et la mise en œuvre suivant les activités programmées.

### II-2-7-2) Application

On désire étudier le stock de ciment pour une journée de travail de bétonnage. La capacité de production de la bétonnière est de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Horaires	Travaux	Volume béton
7h – 9h	Fondations	$10\text{m}^3$
10h – 12h	Plancher	$20\text{m}^3$
13h – 14h	Poteaux	$5\text{m}^3$
16h – 17h	Voiles	$10\text{m}^3$

Le stock initial du ciment est de 5,5t ;

Dosage : - ciment : 350 kg ; - sable : 400 l ; gravier : 800 l ;

Les granulats sont livrés par camion de  $10 \text{ m}^3$ .

Le ciment est livré par camion de 5t ;

Durée du trajet : 2h pour ciment et 1h pour granulats.

Stock tampon des granulats  $50 \text{ m}^3$ .

### **TAF :**

- 1) Analyser le stock du ciment ;
- 2) Tracer la courbe d'évolution du stock de ciment pour une journée de travail ;
- 3) A quelles heures faut-il prévoir les livraisons ;
- 4) Combien de chargement de sable et gravier sont –ils nécessaires pour maintenir le stock à  $50 \text{ m}^3$  ?
- 5) Calculer le rayon du parc à granulats si  $H=2,50 \text{ m}$ .