

PREPARATION de CHANTIER		REALISATION DES OUVRAGES	
CFA du BTP Cernay	Séquence Planning de Chantier	GC	A3 Bactp
		Cours	

1 - UTILITE

L'étude et la réalisation d'un projet de construction exigent un grand nombre de travaux de natures très diverses, faisant intervenir un grand nombre de participants. De plus, les tâches des uns et des autres sont le plus souvent liées, voire conditionnées les unes par les autres.

Il est donc impérativement nécessaire d'ordonner les actions de chacun et de matérialiser dans un langage approprié les décisions prises et les conséquences qui en découlent.

Le langage choisi est le « langage graphique » et les documents mis au point sont les « plannings ».

Avant le démarrage du chantier

Pendant le déroulement des travaux



- **Simuler** : le déroulement des travaux pour vérifier le respect des contraintes :
 - Délais
 - Cadences d'exécution
 - Charges de M.O., matériaux et matériel
- **Etablir** : une prévision

- **Déclencher** : (Lancement)
 - Interventions des exécutants
 - Prises de décisions
 - Utilisation des ressources
- **Gérer** : (Avancement)
 - Suivi de l'avancement
 - Emploi de la M.O. et matériels
 - Commandes matériaux

2- PROBLEME POSE/ respect des délais

Dans la plupart des cas, un projet de construction doit être réalisé dans un délai déterminé par le maître d'ouvrage en accord avec le maître d'œuvre.

- Au sein du dossier Marché, les délais apparaissent dans le cahier des clauses administratives particulières (CCAP).

- La façon de décompter les délais, parce qu'elle peut être l'occasion de litiges a été définie contractuellement dans :

- La norme NFPO3-001 cahier des clauses administratives générales applicables aux travaux de bâtiment faisant l'objet de marchés privés

-Cahier des Clauses Administratives Générales du code des marchés publics.

Ce délai est contractuel, tout retard pouvant entraîner des pénalités financières. Cependant, si le chantier est terminé en avance des primes sont versées par le maître d'ouvrage à l'entreprise.

Le délai (en mois ou semaines) fait l'objet d'un article de l'acte d'engagement ou du cahier des clauses administratives particulières.

3 – PHASES D'ELABORATION

3-1- L'information :

- Recueillir les données du projet :

- Plans, Descriptif, CCTP, CCAP...
- Cahier des charges (délais, intempéries...)
- Contraintes d'ordonnement
- Moyens mis en œuvre par les exécutants
- Temps unitaires d'exécution

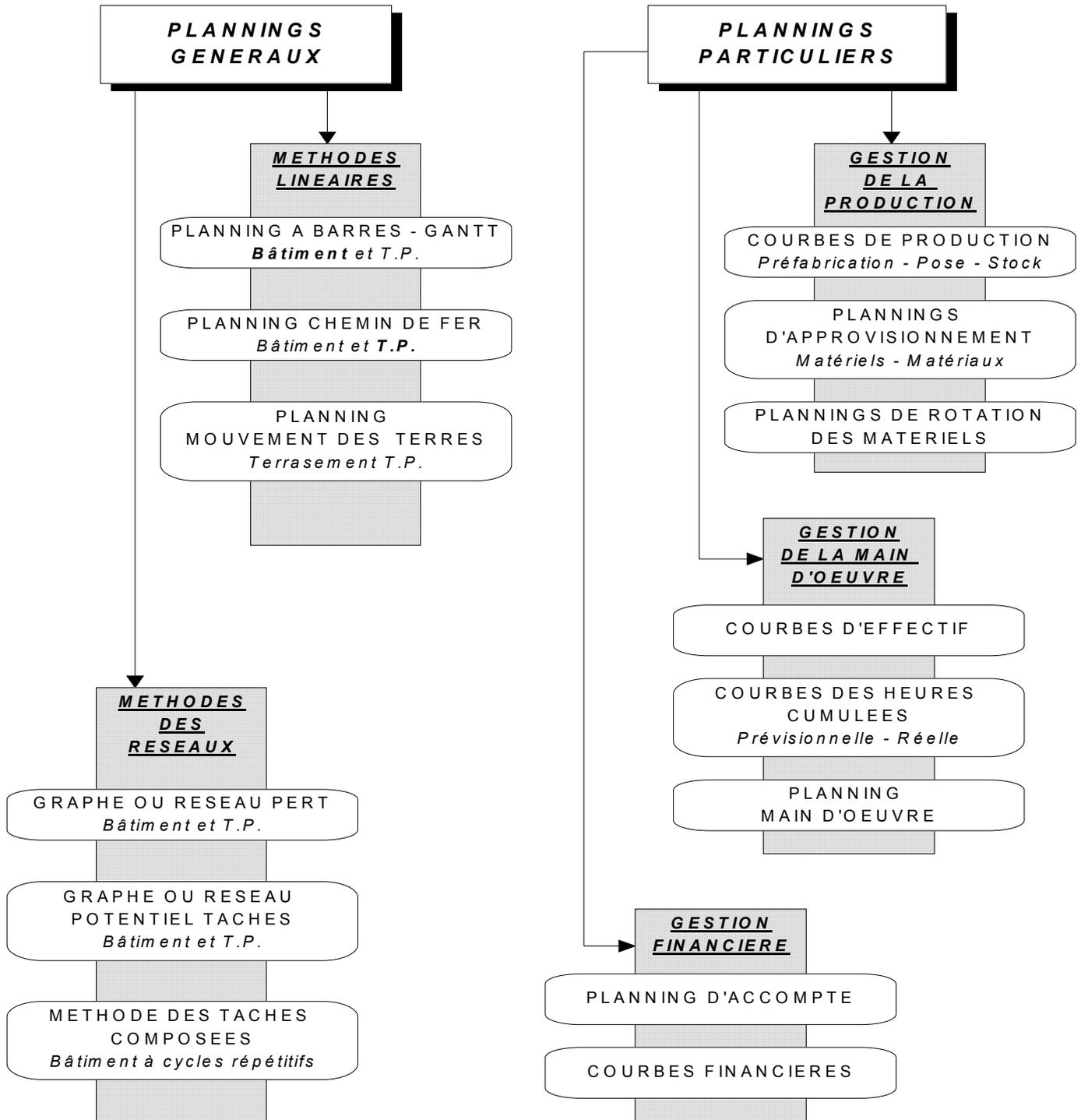
3-2- L'analyse technique du projet :

- Définir le ou les modes constructifs le mieux adapté et le plus économique : coffrages outils, traditionnel, préfabrication, variantes ...
- Définir le ou les modes opératoires : Phasage, cycles de travail, analyse des techniques d'exécution...
- Décomposer le projet en tâches.
- Etablir la **chronologie** de réalisation des tâches compte tenu des contraintes et de la logique d'enclenchement des tâches.

3-3- La simulation :

- Simuler le déroulement du chantier à partir des données précédentes.
- Optimiser le planning en fonction des délais et des charges en main d'œuvre et matériels.
- Etablir une prévision en tenant compte de la charge sous la grue et de la continuité du travail des équipes cycles (verticaux, horizontaux,...).

- Différents types de plannings.



4 – PLANNINGS GENERAUX

4-1- Planning à barres - Planning GANTT / Méthode linéaire :

GANTT: Disciple de l'ingénieur et économiste TAYLOR (1856-1915)

C'est le planning le plus utilisé dans le BTP du fait de sa **simplicité** de lecture.

- Avantages : . Il visualise bien la durée des tâches.
 . Il permet de visualiser l'avance ou le retard d'une opération à partir d'un pointage.
- Inconvénients : . Difficulté d'estimer les conséquences d'une avance ou d'un retard d'une tâche sur les autres tâches et sur le délai final.
 . Difficulté de repérer les **tâches** dont le délai d'exécution conditionne le délai final (tâches critiques).
- Remarques : . Les logiciels de gestion de projets (Project, PSN) fonctionnent avec ce principe.

- Représentation :

PLANNING GENERAL														Chantier:						
TACHES		1				2				3				4				Mois		
N°	Désignation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Semaines
1	Fouilles en rigole	■	■	■	■															
2	Béton de propreté			■	■															
3	Semelles filantes					■	■	■	■	■	■	■	■							
4	Murs sous-sol							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Etc...													■	■	■	■			

4.2 - Analyse d'un Planning Travaux en phase projet

Le maître d'œuvre ou le coordinateur **OPC** (organisation, pilotage, coordination) établit un planning prévisionnel pour l'ensemble des lots (gros œuvre, charpente, couverture, menuiserie, équipements techniques...). On parlera de planning de travaux **TCE** (tous corps d'état).

Ce type de planning permet de prévoir l'avancement des travaux et de coordonner les interventions des diverses entreprises présentes simultanément sur le chantier, en précisant la durée et l'enclenchement de chaque lot.

ETUDE d'un exemple(ci-dessous page 4)

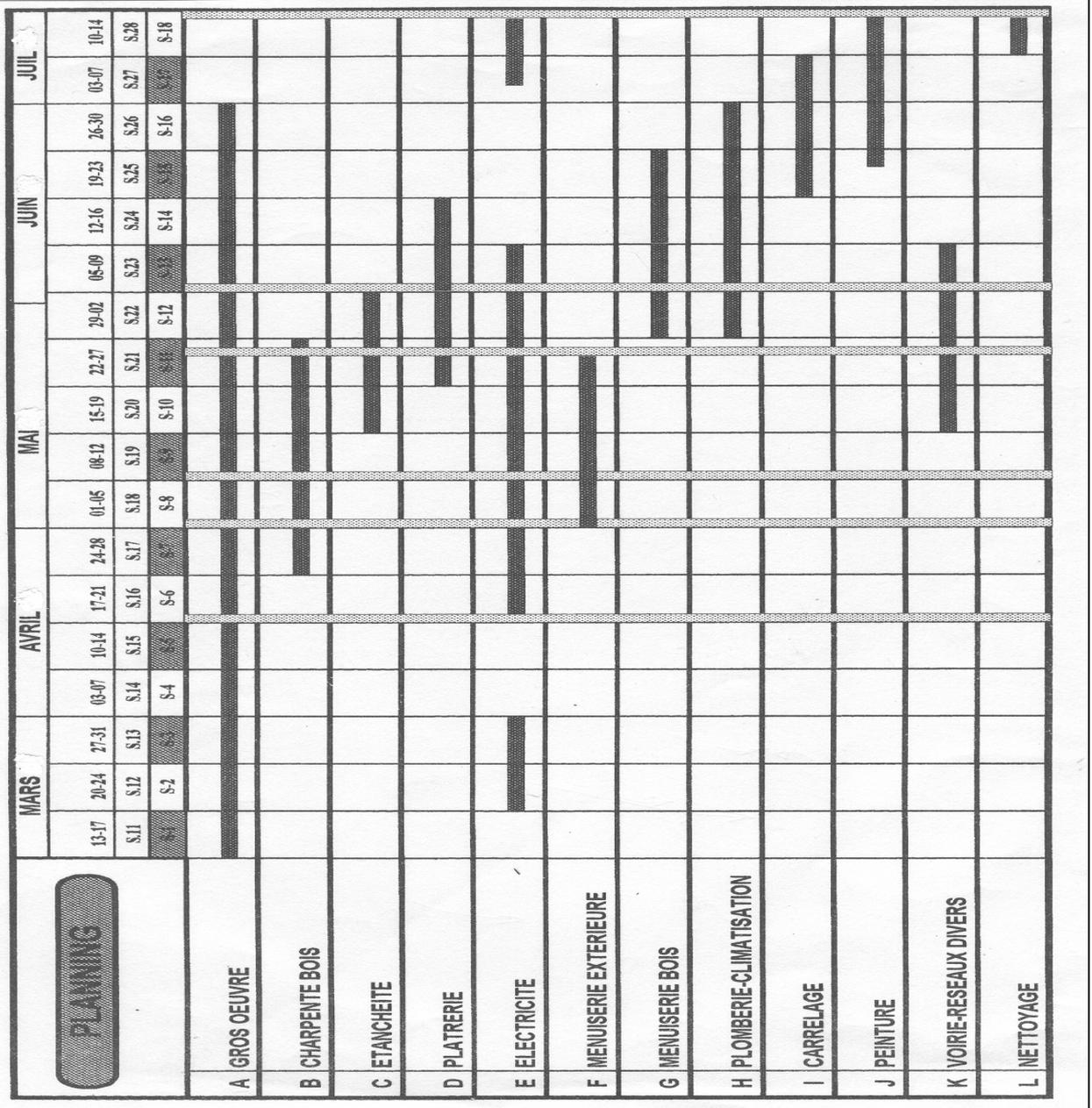
Nous disposons du planning enveloppe établi pour la [construction d'un bâtiment d'animation portuaire](#).

- Donner, le délai de réalisation des travaux : ... semaines
- Donner la date début du GO : le
- Indiquer la date d'ordre de service (O.S) : le
- Donner la date de réception des travaux : Le

Nota :

- L'ordre de service est le document écrit (signé et daté) par lequel le maître d'œuvre ordonne à l'entrepreneur de commencer les travaux à une date précise, origine du délai d'exécution.
- La réception des travaux est l'acte par lequel la maîtrise d'œuvre déclare accepter les trx exécutés, avec ou sans réserve à l'issue d'une visite de réception

BATIMENT DES ANIMATIONS PORTUAIRES



4.3 - Le 4 premiers facteurs importants pour l'établissement d'un planning GANTT sont :

1 - Le délai d'exécution (exemple 9 mois)

2 - Le nombre d'heures total prévues pour l'exécution à partir du devis quantitatif c'est le **crédit d'heures total** (exemple : 19 680 h)

3 - La suite logique des travaux en fonction de leurs interdépendances : Terrassements ⇒ béton de propreté ⇒ fondations ⇒ voiles de soubassement..

Exemple : Nous devons exécuter 300,000m³ de béton de voiles, nous disposons d'une centrale, dont la capacité de malaxage est de 325 litres maxi. Elle peut produire en moyenne 37 à 40 m³ par jour. Il est cependant difficile de tenir cette cadence car d'autres facteurs entrent en considération : - Cadence **des coffreurs**, saturation de grue, fabrication du ferrailage, etc.. Il faut donc en tenir compte pour réaliser **le planning**.

4 - Le rendement du matériel mis à votre disposition sur le chantier

4.4 - Pour établir un planning à grosses mailles il faut les éléments suivants :

1 - Le délai total d'exécution :

Par exemple 12 mois, soit déduction faite des jours fériés, de repos, intempéries : soit environ : 236 jours ouvrables/an

2 - Le nombre d'heures prévues à l'étude – Le crédit d'heures :

Par exemple : 24550 heures pour ce chantier soit : $24\ 550\text{ h} / 236\text{ jours} = 104\text{ h/jour}$

Soit une équipe moyenne sur le chantier de : $104\text{h} / 8\text{h} = 13$ ouvriers

3 – La suite logique des travaux :

Elle déterminée sous forme de tableau, indiquant : la durée de la tâche, celle qui précède et celle qui suit.

5- PLANNING CHEMIN DE FER / METHODE LINEAIRE

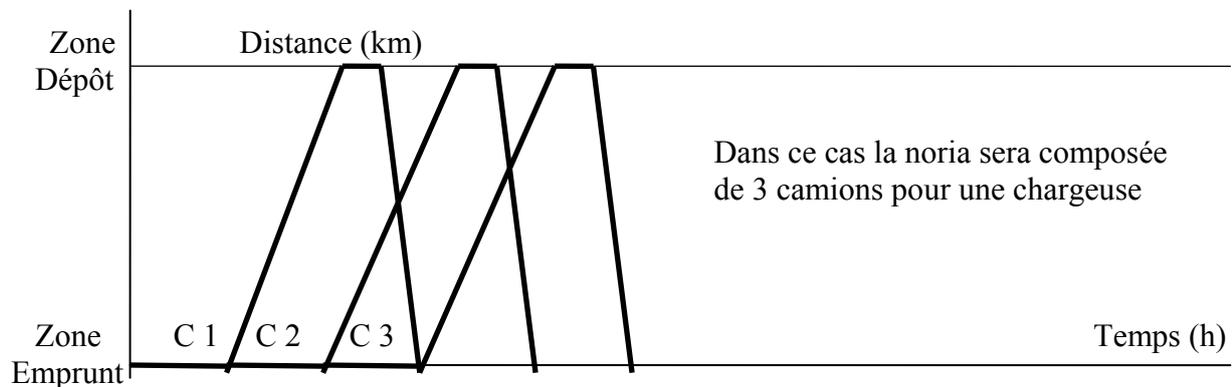
Ce type de planning était utilisé par la SNCF pour représenter la marche des trains.

- Avantages :**
- . Mise en évidence de la continuité des équipes.
 - . Visualisation de la rapidité d'exécution des tâches de chaque corps d'état.
 - . Représentation dans l'espace et dans le temps des opérations.

- Inconvénients :**
- . Lecture parfois difficile pour des chantiers importants.

- Utilisation :**
- . Dans le bâtiment, pour l'élaboration de planning de bâtiments élevés où les travaux sont répétitifs à chaque étage. On représentera ici le cheminement des équipes entre chaque étage.
 - . Dans les travaux publics, pour définir les échelons de matériel et optimiser leur emploi. On fera apparaître les rotations de matériel entre la zone d'emprunt et la zone de dépôt.

Représentation :



6- PLANNING BASE SUR LA THEORIE DES GRAPHES

6.1- Graphe ou réseau PERT / Méthode des réseaux :

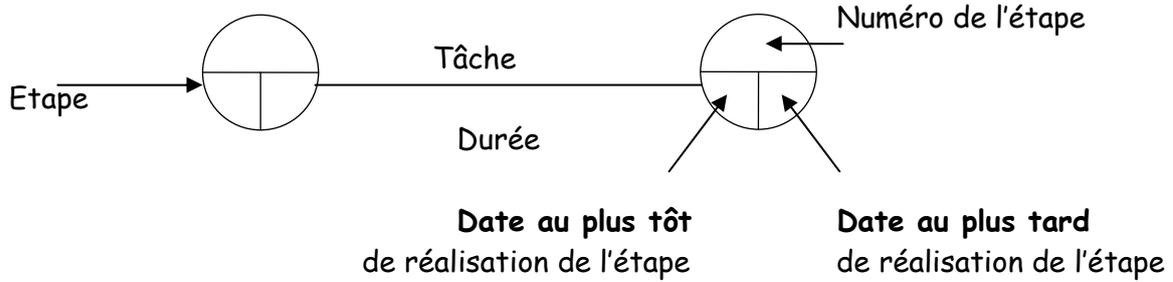
PERT : Program Evaluation and Review Technique

"Program Evaluation and Research Task"

Programme d'Evaluation d'un Réseau de Travail

Il a été mis au point aux USA vers 1945, en France vers 1960 il s'est développé sous la forme du potentiel tâches.

- **Représentation :**



La règle de construction est simple : pour qu'une tâche puisse commencer, il faut que toutes les tâches qui la précèdent soient **terminées**.

- **Méthodologie :**
- . Déterminer le rang de chaque tâches en fonction des antécédentes.
 - . Construire le **réseau** suivant les rangs.
 - . Mettre en place les tâches et leur durée.
 - . Calculer les dates au plus **tôt** et au plus **tard** de réalisation des étapes
 - . Préciser le **chemin critique**.

- **Remarque :** Pour des ordonnancements assez importants, la détermination du rang peut se faire par analyse matricielle.

- **Terminologie:**

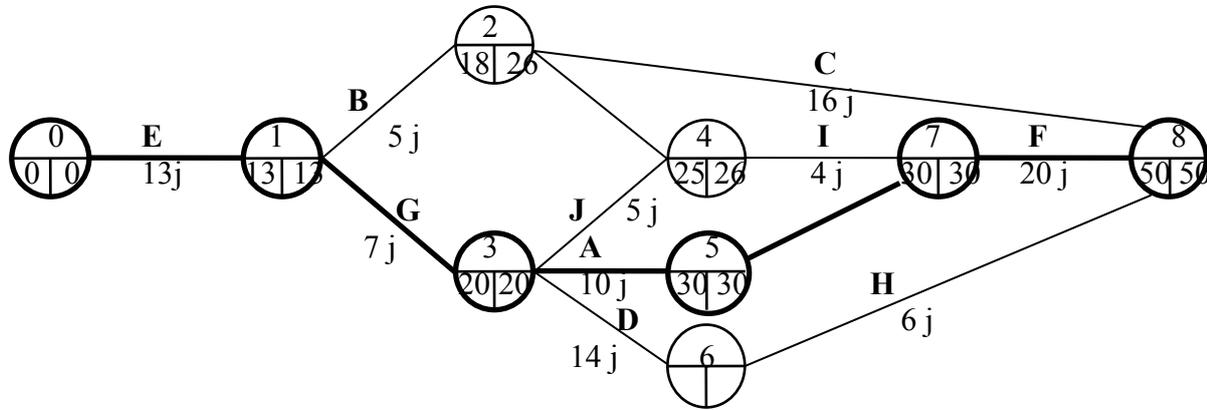
- **Graphe** = Schéma décomposable en un ensemble de points appelés **sommets** et un ensemble de ligne appelées vecteurs qui relient entre eux les points. Cet ensemble se nomme réseau dans le système PERT
- **Etape** = Sommet du graphe. Une étape n'est atteinte que lorsque toutes les tâches qui y aboutissent sont **accomplies**.
- **Tâche ou opération** = Liaison entre deux étapes.
- **Date de début au plus tôt d'une tâche** = Date de début de réalisation au plus tôt de son étape d'origine = La valeur la plus **élevée** des dates au plus tôt des étapes précédentes.
- **Date de fin au plus tard d'une tâche** = Date de réalisation au plus tard de son étape fin = La valeur la moins **élevée** des dates au plus tard des étapes suivantes.
- **Date de début au plus tard d'une tâche** = Date de fin de réalisation au plus tard de cette tâche diminuée de sa durée.
- **Date de fin au plus tôt d'une tâche** = Date de début de réalisation au plus tôt de cette tâche augmentée de sa durée.
- **Etapes critiques** = Etapes de **marge** nulle.
- **Chemin critique** = Chemin passant par les étapes critiques.
 - Il définit les **tâches critiques**.
 - Il détermine le délai de réalisation du projet. Pour réduire ce délai, il faut agir en priorité sur les tâches critiques.
- - **Tableau d'analyse des tâches :**

N°	Désignation	Durée	Effectif	Tâches antécédentes	Rang

- **Avantages** : . Méthode rationnelle reposant sur un modèle mathématique donc informatisable.

- **Inconvénients** : . Lecture difficile et peu adaptée à un chantier.

Exemple Graphe PERT :

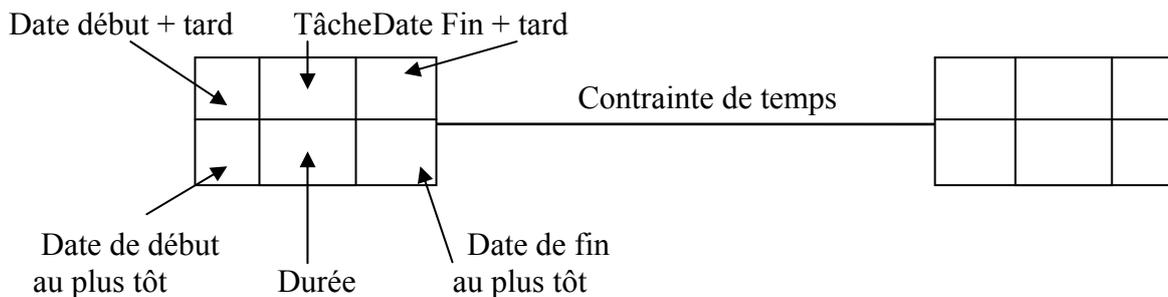


Compléter les dates à l'étape 6
 + tôt : 34.....
 + tard : 44.....

6.2 - Graphe ou réseau Potentiel Tâches / Méthode des réseaux :

Cette méthode qui est dérivée du PERT a été mise au point en France. Vers la fin des années 1960 Le principe de la méthode est le même et donc la méthodologie à adopter sera sensiblement identique à celle du PERT. Seule la **représentation** diffère. Elle est beaucoup utilisée dans le secteur du B.T.P.

- Représentation :



- **Avantages** : . Méthode rationnelle reposant sur un modèle mathématique donc informatisable.

- **Inconvénients** : . Lecture difficile **et peu** adaptée à un chantier.

6.21- Un peu de Terminologie

- **LISTING:** Après avoir réalisé le mode **opérateur**, on obtient une liste d'opérations ou de tâches à réaliser dans un ordre quelconque ou non. A l'aide du quantitatif correspondant et du barème des T.U., on peut faire correspondre à chaque tâche sa durée probable **d'exécution** et la main d'œuvre correspondante. Le tableau récapitulant la liste des opérations accompagnées de leurs durées, **main d'œuvre**, et de la tâche précédente s'appelle : "**LISTING**."

➤ **TACHE ELEMENTAIRE:** On appelle tâche élémentaire, un élément de la décomposition d'un travail que l'on souhaite planifier.

Cette décomposition peut être plus ou moins importante, en effet, le niveau de décomposition est "relatif" au travail à planifier.

Exemple:

- La pose des cloisons peut être une tâche élémentaire dans la planification de la construction d'un bâtiment R+10.
- La pose des cloisons de l'appartement N°3-101 du 3^e étage peut être une tâche **élémentaire** dans la planification de la pose des cloisons du bâtiment A.
- Le réglage de la verticalité peut être une tâche **élémentaire** dans la planification des opérations nécessaires à la pose d'une cloison.

➤ **TACHE COMPOSEE:** Lorsqu'on étudie une succession de travaux très courts par rapport aux autres travaux, on peut assimiler cette **succession** à une tâche composée.

De même un travail pouvant être décomposé en tâches dites élémentaires, est une tâche composée.

Exemple: La réalisation de la plomberie de l'étage N°1 est une tâche élémentaire.

La réalisation de la plomberie de l'immeuble est une tâche composée.

➤ **TACHES PRIORITAIRES:** On appelle tâches prioritaires ou tâches de **commandement**, les tâches qui assurent l'enchaînement technique des opérations. Elles sont **indispensables** à l'avancement.

➤ **TACHES SIMULTANEEES:** On appelle tâches simultanées, des tâches qui peuvent se dérouler en parallèle avec les tâches prioritaires, sans **gêner** (relativement) le déroulement de ces dernières (Elles sont relativement indépendantes).

TACHE/TEMPS: Nous assimilerons à une tâche tout ce qui consomme du temps (même si ce temps est égal à zéro: **"tâche fictive "**

Exemple : Un délai de livraison, le durcissement du béton pour le maintien des étais, le séchage des plâtres avant peinture, un choix, etc.

Une tâche est donc identifiable par un début (contrainte de départ), une durée (contrainte de travail), et une fin.

Remarque : Une tâche peut être réalisée de façon continue mais aussi **discontinue**.

6.22 –Notion de chemin critique:

- En général, un délai **contractuel** a été imposé par le maître d'œuvre.

Il en résulte qu'il existe des tâches dont la durée d'exécution ne peut être accrue sans augmenter le délai global. Ces tâches sont dites **CRITIQUES**, ce sont en général des tâches **prioritaires**.

- La suite des tâches critiques s'appelle le **CHEMIN CRITIQUE**.

- Les autres tâches peuvent donc s'exécuter simultanément; elles accompagnent les tâches critiques. Leur lancement peut être différé dans la mesure où ce retard n'a aucune **influence** sur le chemin critique.

- Ce battement possible pour la réalisation d'une tâche simultanée s'appelle **MARGE**.

Par définition le chemin critique est la représentation de la suite des tâches ne comportant pas de marge.

6.23 – Ordonnancement des tâches.

Après avoir eu la liste des tâches et leur durée, il faut les **classer** dans un ordre logique d'exécution, c'est ce que l'on appelle l'**ordonnancement des tâches**.

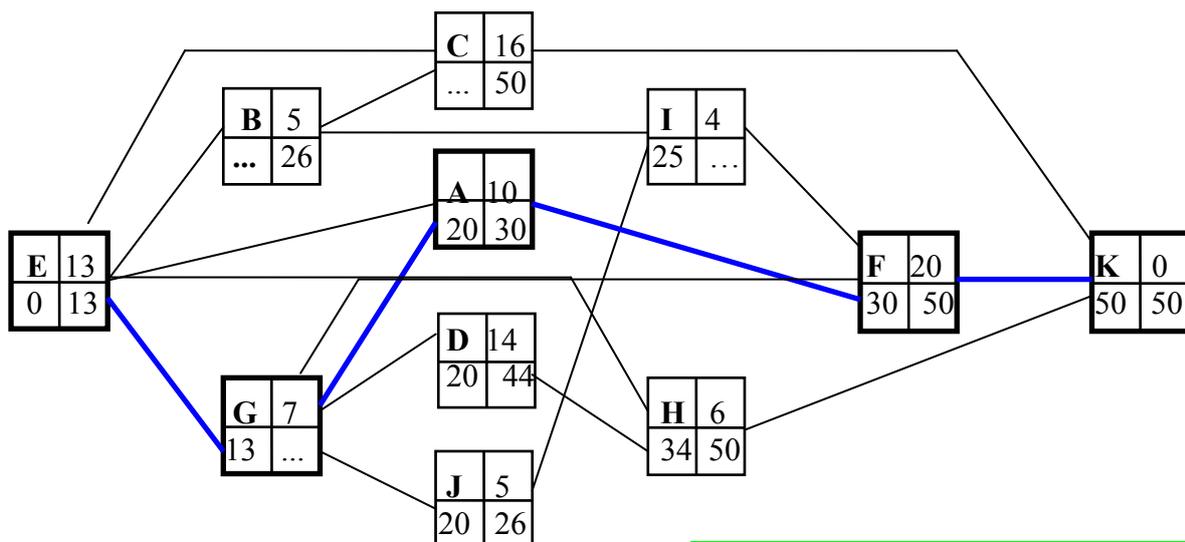
Le **listing** pourra être présenté comme suit:

N° Tâche	Désignation des Tâches	Durée	Effectif	Tâches immédiatement précédentes	Rang

Principes à appliquer:

- **Enchaînement logique des opérations:**
exemple: montage des cloisons après pose des huisseries.
- **Continuité des tâches:** pour une équipe spécialisée donnée, l'exécution des différentes unités d'ouvrage doit se dérouler **sans** interruption.
- **Simultanéité des tâches:** Pour réduire les délais, il y aura intérêt chaque fois que cela sera possible à prévoir des interventions simultanées de travaux distincts.
- exemple: le montage des cloisons intérieures dans un bâtiment de plusieurs étages devra être entrepris avant la pose des huisseries au dernier étage: un décalage d'un niveau ou deux séparera le début des deux interventions.
En revanche il faut proscrire la simultanéité d'exécution quand elle **entraîne** une gêne dans le travail.
- **Marge dans les durées d'exécution:**
Les durées d'exécution ne doivent être calculées ni trop largement, dans un but de rentabilité, ni au plus juste, sous peine de ne pouvoir être respectées et pour tenir compte d'incidents et aléas toujours possibles.
- **Respect des règles de l'art.**
- **L'exécution des ouvrages vulnérables,** pendant la durée du chantier, sera prévue le plus tard possible, sauf impératif contraire.
C'est ainsi que la peinture des ravalements extérieurs devra se situer en tout dernier lieu, afin d'éviter qu'elle ne soit salie par les gravats et poussières.

Exemple (à compléter)d'un Graphe Potentiel tâches :



Nota: date début au plus tôt et fin au plus tard

La tâche E dure 13j commence au plus tôt le jour J (0 ou 1) et date fin au + tard Le J13

Tracer le Planning à barres simplifié "GANTT" calé au plus tôt, à partir du graphe réseau Potentiel ci-dessus (1semaine≈5jours)

Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tâches										
A										
B										
C										
D										
E										
F										
G										
H										
I										
J										

Tâches dépendantes ? : Taches :

Chemin critique ? : Taches :

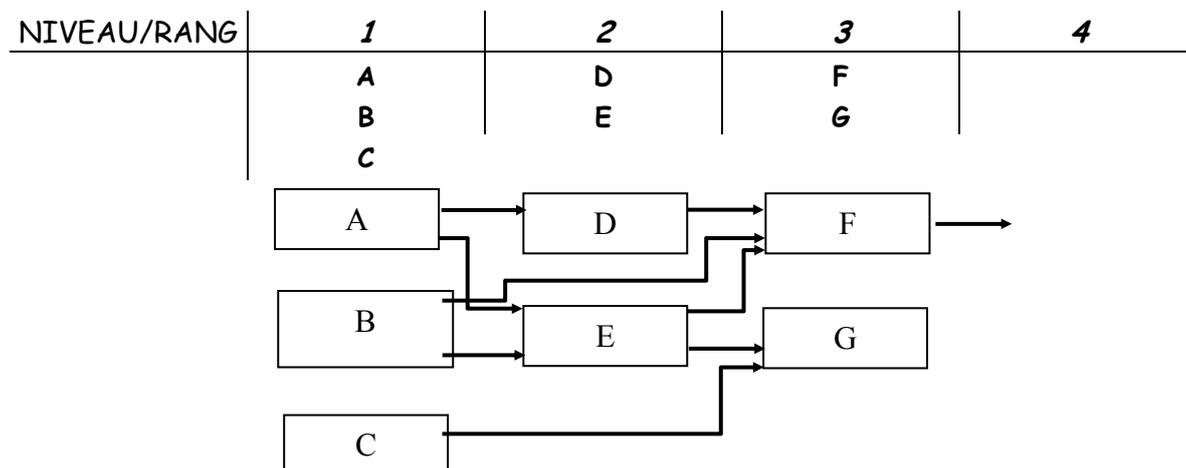
6.3 – Méthode de construction d'un graphe.

Cette méthode permet de déterminer le **niveau** (ou rang) de chaque tâche. Le niveau de chaque tâche étant déterminé, cela nous permettra de les positionner sur l'organigramme du Potentiel Tâche. On réalise un tableau dans lequel apparaissent tous les prédécesseurs de chaque tâche. A partir de ce tableau, on complète un graphe qui nous permet de déterminer le niveau (rang) de chaque tâche.

Exemple

TACHES	PREDECESSEURS
A	-
B	-
C	-
D	A
E	A - B
F	B - D - E
G	C - E

Présentation



Différents types de liaison entre tâches

1- Les 2 types de liaison les plus utilisées sont :

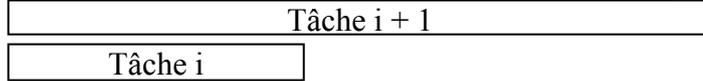
Cas 1

- FD (Fin - Début) : la tâche $i + 1$ commence lorsque la tâche i est terminée.



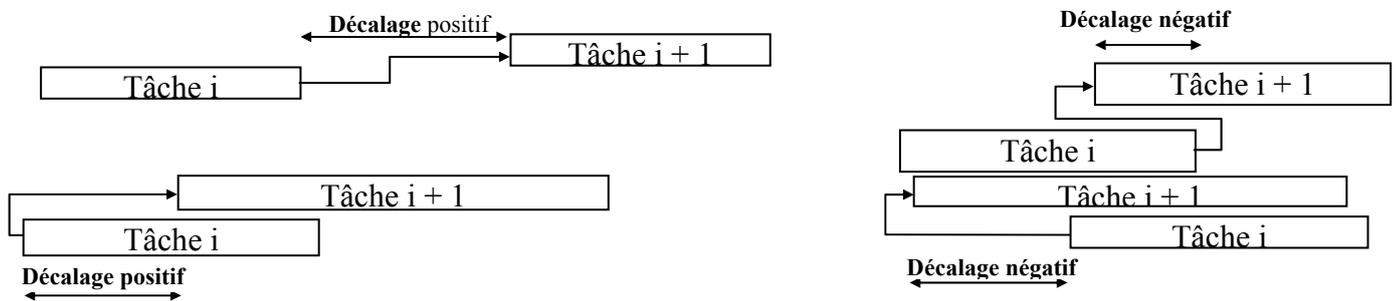
Cas 2

- DD (Début - Début) : le début de la tâche $i + 1$ commence en même temps que la tâche i



Il existe également un autre type de liaison : FF (Fin - Fin) lorsque 2 tâches se terminent en même temps,

2- Décalage entre tâches :



Le décalage est indiqué sur la liaison entre les tâches (>0 pour les décalages positifs, <0 pour les décalages négatifs)

3- Notions de "DÉBUT AU PLUS TÔT – DÉBUT AU PLUS TARD"

Une fois le graphe complété par la durée et les enclenchements des tâches, il nous permettra de déterminer les dates de début au plus tôt et de début au plus tard de chaque tâche.

Début au Plus Tôt :

Le début au plus tôt de chaque tâche sera déterminé à partir des tâches immédiatement précédentes, de leur durée, de leur date de début au plus tôt et du type de liaison entre les tâches.

Chaque case représente une tâche dans laquelle figurent les renseignements suivants :

N°	TACHE		Effectif
Début au plus tôt	Début au plus tard	Durée	

Cette détermination se fera de l'origine vers la fin du projet.

- Représentation :

PLANNING MATERIEL													Chantier:								
Désignation -taches	Durée	1		2			3			4			Mois								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	13	14	15	16	17	18	Semaines
- Pelle en location	1 s		■																		
- Grue à tour	13 s			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
- Poste de bétonnage	16 s			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
- Banches métalliques	9 s					■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Etc.																					

Chantier :....		PLANNING MATERIAUX												
Commandes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Semaine
Désignation	Quant.													
Sable	2000 m ³	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	130
Gravillon	3400 m ³	287	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
Ciment	1400 t	110	110	126	126	126	126	126	126	110	110	110	110	110
Armatures	81 t		11	10	10	10	10	10	10	10	10			
Etc.														

9.3- Planning de rotation des matériels :

Il est établi pour prendre en compte la rotation des matériels sur les différents chantiers d'une entreprise.

L'idéal est que le parc matériel de l'entreprise soit le moins rempli possible et donc que tous les matériels soient utilisés sur les chantiers (difficilement réalisable).

9.4- Courbes d'effectif.

Connaissant l'effectif attribué à chaque tâche, on peut par projection sur le planning général tracer la **courbe d'effectif**. Ce qui nous permet de connaître l'effectif global présent sur le chantier suivant l'avancement de celui-ci.

- Représentation :

