

CHAPITRE IV. PLANNING. Présenté par Melle. CHAIB Sihem

Introduction

Certaines des techniques de gestion de projets reposant sur les méthodes quantitatives, PERT, CPM, diagrammes de Gantt, réseaux de précedence, nivellement des ressources, n'étaient utilisées que dans les grands projets jusqu'à tout récemment. C'est le développement de logiciels de Gestions de projets conviviaux sur micro-ordinateurs qui rend accessibles aujourd'hui ces techniques aux petits projets et aux projets de moyenne envergure.

Les modes de représentation du planning

Plannings généraux

Les modes de représentation des plannings sont divers ; nous n'évoquerons que les plus couramment utilisés.

Partie 01 : Planning en barres ou diagramme de 'GANTT'

La planification et la coordination des chantiers de génie civil sont en général assurées à l'aide d'un planning à barres, dit aussi « planning Gantt ⁽¹⁾: Gantt était un disciple du célèbre ingénieur et économiste américain Taylor (1856-1915)»

Après avoir décomposé, le projet en opérations élémentaires classées par corps d'état, on classe ces opérations autant que possible dans un ordre logique d'exécution.

On détermine la méthode d'exécution de chaque opération ainsi que le temps nécessaire pour cette exécution et pour une solution normale c'est-à-dire pour une exécution conforme aux spécifications et au coût le plus bas. Ces éléments sont dressés dans un tableau et le graphique est ensuite tracé.

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...												■	■	■					

Figure1. Exemple de planning Gantt

Méthode d'ordonnement

Par définition, nous proposons d'appeler « problème d'ordonnement » un problème dans lequel les trois conditions suivantes sont réunies :

- ☆ Il s'agit d'étudier comment on doit réaliser une construction : immeuble de bureau, logement, entrepôt, usine, pont, route, etc.

- ☆ Cette « construction » est décomposable en tâches, c'est-à-dire en travaux élémentaires ayant une signification concrète, une durée qui peut être estimée, un coût défini.
- ☆ Cette « construction » est soumise à un ensemble de contraintes relatives à la technologie, au matériel, à la main-d'œuvre, au fournisseur, au climat, etc.

Avoir une méthode d'ordonnement, c'est :

- ↪ Définir la « construction » à ordonner, c'est-à-dire préciser l'ouvrage faisant l'objet de l'ordonnement et délimiter exactement les frontières avec l'environnement ;
- ↪ Décomposer l'ouvrage ainsi défini en un certain nombre de tâches ou travaux élémentaires, par exemple les tâches a, b, c, d, e... (fig.15)
- ↪ Etudier les contraintes interférant sur chacune des tâches c'est-à-dire examiner pour chaque tâche celles immédiatement en aval et celles immédiatement en amont, et connaître la durée de chacune d'entre elles-et les introduire sous forme graphique.

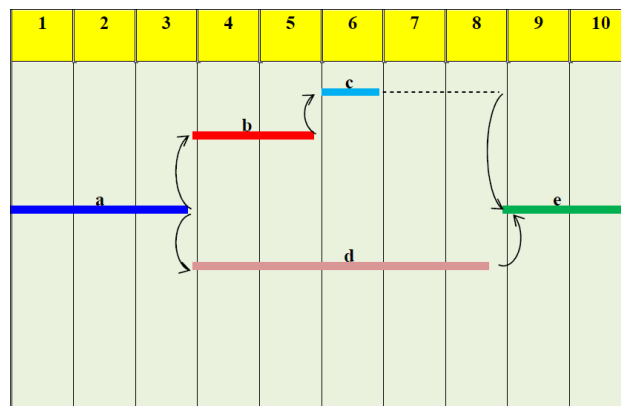


Figure 2. Méthode d'ordonnement

Un tel schéma ou graphe-planning est riche d'enseignements, car il permet de :

- ↪ Visualiser la durée globale du déroulement de l'opération ;
- ↪ Repérer deux types des tâches :
 - les tâches critiques, celles dont aucun retard n'est possible sous peine de retarder la date finale des travaux.
 - les tâches non critiques, celles où un certain retard reste possible sans compromettre la date finale des travaux.
- ↪ Visualiser la durée de chaque tâche ;
- ↪ Visualiser pour chaque tâche critique :
 - sa date de début ;
 - sa date de fin ;
- ↪ Visualiser pour chaque tâche non critique :
 - sa date au plus tard de début,
 - sa date au plus tôt de début,

- sa date au plus tard de fin,
 - sa date au plus tôt de fin,
- ↪ la tolérance quant au démarrage de ces tâches, c'est-à-dire le retard possible du démarrage d'une tâche sans reculer pour autant la date finale des travaux ;
- ↪ Repérer le ou les « chemins critiques », c'est-à-dire le ou les chemins qui passent par l'ensemble des tâches critiques.

Méthode de tracer le diagramme GANTT

- ↪ Dans ce système l'activité (tâche) est représentée par une barre horizontale dont la longueur correspond à la durée sur une échelle de temps choisie.
- ↪ Les tâches sont dessinées dans un système de coordonnées, le temps se trouvant sur l'abscisse (l'axe horizontal) et les noms des tâches étant inscrits l'un sous l'autre sur l'ordonnée (l'axe vertical).
- ↪ Les barres ainsi dessinées l'une au-dessous de l'autre peuvent être reliées par des flèches pour indiquer le spécifique des relations existant entre les tâches « *fd, fdd, ff ou dd* - voir 19.4 Tableau codes et symboles-12 » et la succession de celles-ci.
- ↪ Les listes de travaux, ou listes d'investigation (listes pour la description du déroulement des travaux) aident à la mise en place des plannings en barres, les comparaisons entre la prévision et la réalité.

✚ Exemple de Méthode pour tracer un diagramme

Nous utiliserons, pour illustrer les tentatives de tracé, la construction des fondations d'un bâtiment. Les tâches de cette fondation sont indiquées dans le tableau ci-après:

Description de classement des tâches	Désignation	Activité précédente	durée
nivellement	A	-	10
Tracé des fondations	B	A	10
Fouilles pour fondations	C	B	20
Fournitures et pose de coffrage	D	C	20
Commande de fer à béton	E	-	7
Coupe et fabrique armatures aciers	F	E	20
Pose armatures	G	F - D	11
Approvisionnement agrégats	H	-	13
Commande ciment	I	-	13
Bétonnage	J	G-H-I	5

En examinant la liste des tâches, on voit que les contraintes physiques imposent de dresser un tableau qui permet d'établir les relations précises entre les tâches et les étapes en posant les trois questions qui déterminent les contraintes physiques à savoir pour chaque tâche donnée :

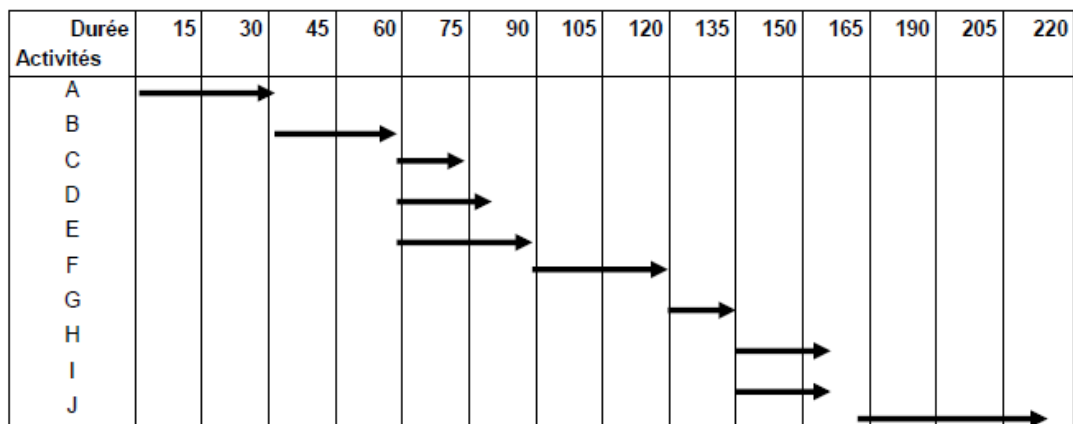
- 1° Quelles tâches doivent être achevées immédiatement avant le début de cette tâche ?
- 2° Quelles tâches sont indépendantes de cette tâche et peuvent être exécutées parallèlement?
- 3° Quelles tâches doivent être commencées immédiatement après l'achèvement de cette tâche ?

Tableau 01: Logique de construction

Tâches	Désignation	Tâches précédentes	Tâches suivantes
nivellement	A	Aucune	B
Tracé des fondations	B	A	C
Fouilles pour fondations	C	B	D
Fournitures et pose de coffrage	D	C	G
Commande de fer à béton	E	Aucune	F
Coupe et fabrique armatures aciers	F	E	G
Pose armatures	G	F - D	J
Approvisionnement agrégats	H	Aucune	J
Commande ciment	I	Aucune	J
Bétonnage	J	G-H-I	Aucune

D'après le tableau on constate que la tâche G doit être précédée immédiatement par les tâches F (coupe d'acier) et D (pose de coffrage). De même, la tâche J (bétonnage) doit être précédée immédiatement par les tâches H (agrégats) et I (ciment). Ces tâches G et J déterminent donc les liens entre les chaînes de tâches. Enfin pour déterminer les tâches initiales ou démarrage du projet, on pose quelques-unes des questions précédentes les concernant.

Tableau02 : Représentation schématique (diagramme en bâtonnets)



En ligne, on liste les tâches et en colonne les jours, semaines ou mois. Les tâches sont représentées par des barres dont la longueur est proportionnelle à la durée estimée.

Avantages des plannings en barres

Vision globale, clarté, lisibilité facile à cause de la représentation proportionnelle au temps.

Inconvénients du planning GANTT

Ce planning met en évidence la durée de chaque tâche et permet de noter l'avancement ou le retard d'un poste bien défini. Par contre, il présente un certain nombre de lacunes :

- Prise en compte globale, non différenciation des étapes d'un processus, représentation difficile des enchaînements et des relations de dépendance des étapes des travaux. Il est en général insuffisamment détaillé, et ne reflète pas l'imbrication complexe des interventions des différents corps d'état ;
- Il n'est pas possible, lorsqu'une tâche est en retard ou en avance par rapport au planning, d'en apprécier les répercussions sur les autres tâches en aval et en particulier d'estimer si la date finale des travaux est compromise ;
- Les tâches importantes, c'est-à-dire celles où il faut se montrer très vigilant quant au respect de leur délai d'exécution, sous peine en cas de dépassement de repousser la date finale des travaux, sont très difficilement repérables.
- Le planning en barres ne permet pas d'apprécier si le déroulement critique / non critique modifiant la durée d'une étape, entraîne la modification de la somme des étapes.

Le planning **Gantt** est d'une utilité contestable pour les entreprises et d'un faible secours pour la direction du chantier. L'avancement des travaux ne doit presque plus rien au planning, remplacé par la bonne volonté de tous et souvent par l'improvisation résultant des dernières données du moment. Ce planning permet d'effectuer un pointage à un moment donné, mais n'autorise pas à envisager des modifications en appréciant toutes les conséquences sur les différents corps d'état. Il se révèle de ce fait peu opérationnel.

Conseils pratiques

En prenant en considération les avantages et les défauts de la méthode, il est conseillé, en fonction des conditions concrètes du chantier, de prendre l'une des mesures suivantes, ou toutes les mesures à la fois :

1. Actualiser le planning GANTT autant de fois que nécessaire en cours d'exécution des travaux.
2. Associer le planning en barres avec le planning à court terme et avec un suivi de chantier serré.
3. Associer le planning en barres avec l'une de méthodes de planification à réseaux.

Domaine d'application

Représentation des processus de construction sans spécification particulière de fabrication : programme de construction de préfabriqués, planning d'emploi de matériel, et de main d'œuvre, etc.

PARTIE 02 : La méthode PERT /CPM

PERT: Technique d'évaluation des programmes,

CPM : Méthode des chemins critiques.

C'est une technique américaine de modélisation de projet qui vient de l'américain « *Program Evaluation and Review Technique* », ou : technique d'évaluation et de révision de Programme. Elle consiste à mettre en ordre sous forme de réseau plusieurs tâches qui grâce à leurs dépendances et à leur chronologie permettent d'avoir un produit fini. C'est un système de réseaux dont le résultat permet d'élaborer le chemin critique (CPM). Elle sert aussi bien pour la planification que pour l'évaluation, de même que pour le contrôle des activités. Le but est de calculer la durée de déroulement de projet la plus courte possible, de faciliter l'analyse des retards de leurs possibilités de rattrapage, en mettant en évidence le lien entre les tâches.

Principe de la méthode : le graphe

La méthode repose sur un modèle mathématique le graphe, qui se compose de deux éléments :

- Les ares qui représentent des tâches et qui sont parcourus par un flux qui est le temps ;
- Les sommets (ou nœuds) qui représentent des étapes (ou des événements).

La dépendance des tâches les unes par rapport aux autres peut se représenter sous deux formes différentes : **un graphe ou une matrice.**

Exemple :

Les étapes sont : $E_0, E_1, E_2, \dots, E_5$;

Les tâches sont : $T_{01}, T_{02}, T_{13}, \dots, T_{45}$ (le premier indice indique l'étape d'origine de la tâche, le second l'étape de fin de la tâche).

Le réseau a toujours une ou plusieurs origines et une ou plusieurs fins et le sens d'écoulement du temps ira de l'origine vers la fin sans pouvoir revenir sur lui-même, ce qui implique que le graphe ne comporte jamais de boucles ou de circuits.

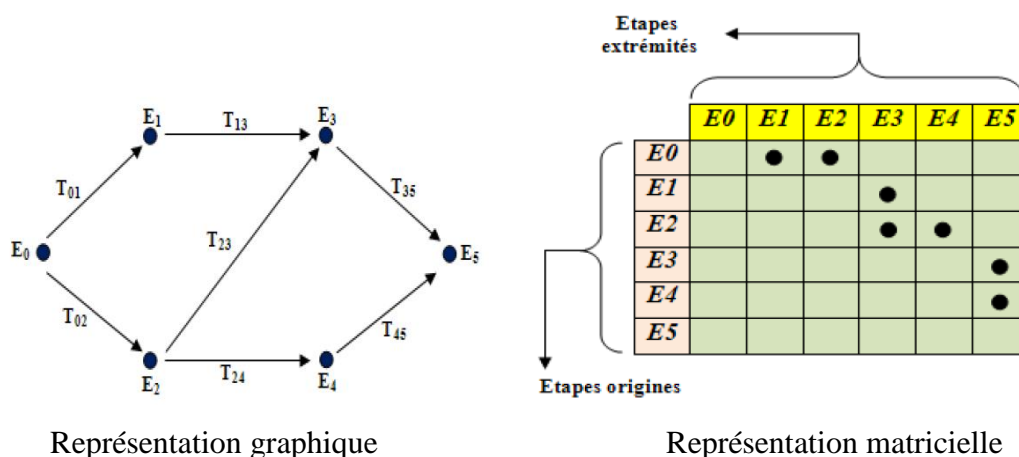


Figure1. Méthode de PERT

Les Caractéristiques de PERT sont les suivantes :

a) Conventions

- ☆ **Les activités:** Une activité pourra être par exemple, le fait de "convoquer une assemblée générale des membres", ou bien de "distribuer les inputs agricoles", etc...Pour éviter d'inscrire sur le schéma des phrases (longues), on a coutume d'utiliser l'alphabet. Par exemple, "convoquer une assemblée générale des membres" pourra être remplacé par la lettre "A", "distribuer les inputs agricoles" par "B", "faire des estimations de crédits" par "C", etc...
- ☆ **Les tâches (ou activité)** sont représentées par des flèches (lignes ou vecteurs) : les lignes représentent une activité donnée qu'il faut accomplir. Une activité ne peut être représentée que par une seule ligne et vice - versa. La longueur des lignes ne veut rien dire ni sur le temps mis pour effectuer cette activité, ni sur l'importance de l'activité en question.
- ☆ **Le réseau** visualise des dépendances entre tâches.

➤ **Eléments du réseau**

- **Les tâches élémentaires**

Une tâche élémentaire est représentée par un arc appelé vecteur. La longueur du vecteur est indépendante de la durée de la tâche. Sur la (figure 2). La tâche T12 a pour origine l'étape E1 et pour fin l'étape E2.

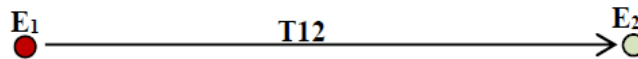
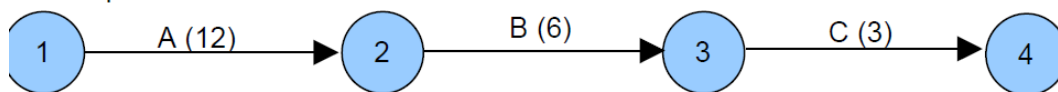


Figure 2.

- **Représentation graphique des étapes et des tâches dans un réseau.**

Tâches successives :

Exemple :



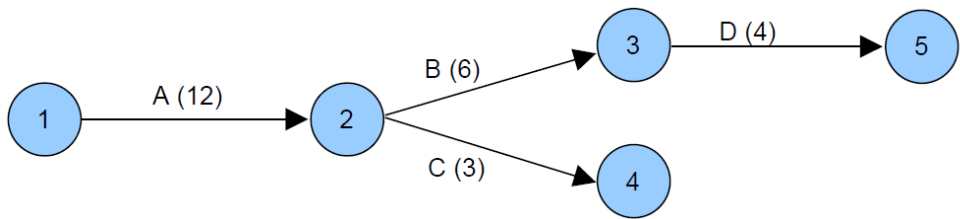
B ne peut commencer que si A est terminée (A précédé B, ou A est antériorité de B) .

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.

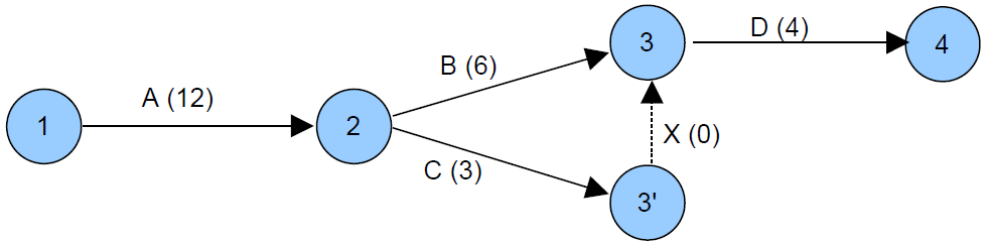
Taches simultanées : Elles peuvent commencer en même temps en partant d'une même étape.

Exemple :



D ne peut commencer que si B est terminée.

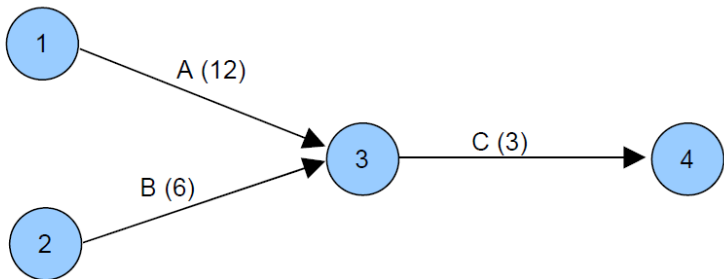
Si l'on souhaite que D ne commence que si B et C sont terminés :



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 cout sont nuls. On la représente en pointilles.

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

Exemple :



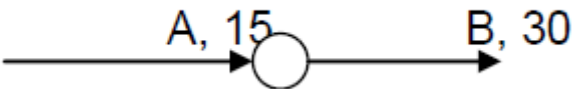
Ici, la tâche A (12) a une durée de 12 unités de temps, B(6) a une durée de 6 unités de temps. On ne constate que la tâche A dure plus longtemps que B. A est dite « **Pénalisante** ».

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.

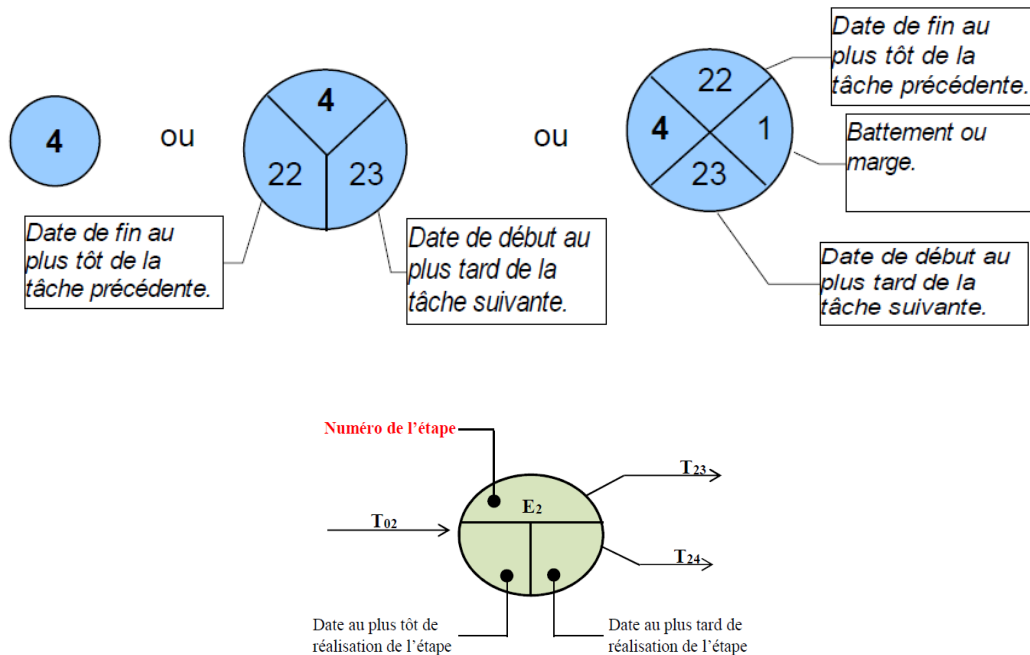
- **Les nœuds : Les étapes ou événements**

Les nœuds (ou étapes) représentent la fin d'une activité qui devra être terminée avant de commencer la suivante. Si l'on a par exemple le schéma suivant:



Cela signifie qu'il faut avoir terminé l'activité "A" qui dure 15 jours, avant de commencer l'activité "B" qui elle dure 30 jours. Les étapes sont numérotées aux fins de repérage.

Une étape est représentée par un sommet du graphe. On utilise très souvent un cercle (ou toute autre figure géométrique) à l'intérieur duquel il sera possible d'inscrire des lettres ou des chiffres permettant d'individualiser l'étape (fig.). Les étapes ou « nœuds » peuvent être représentés de différentes façons selon les informations que l'on souhaite mettre en évidence.



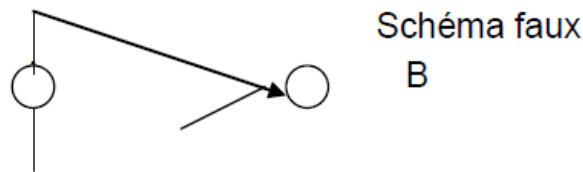
- Les caractéristiques d'une étape sont les suivantes :
- Elle marque le début et/ou la fin d'une ou plusieurs tâches ;
- Elle représente un jalon d'avancement dans le temps ;
- Elle ne consomme pas de temps ;
- Elle n'utilise pas de moyens.

Ce mode de représentation est très intéressant, car lorsque la durée des tâches élémentaires varie, la « morphologie » du graphe reste la même : seuls les chiffres sont à modifier, le dessin n'est donc pas à reprendre.

☆ **Le temps mis pour chaque activité**: le temps mis pour chaque activité est généralement inscrit immédiatement après l'activité en question. Exemple: si on estime que le temps mis pour "convoquer une assemblée générale des membres" sera de 15 jours, pour "distribuer les inputs agricoles" de 30 jours et pour "faire des estimations de crédits" de 25 jours, on écrira sur le schéma: A, 15; B, 30; C, 25. Le temps mis pour la réalisation des activités peut être exprimé en heures, en jours, en semaines, en mois et même en années.

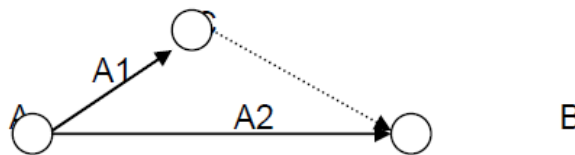
b) Règles strictes à observer dans l'élaboration du schéma

Entre deux nœuds quelconques, il ne peut y avoir qu'une seule activité. C'est pour cela qu'il est interdit de faire un tel schéma:

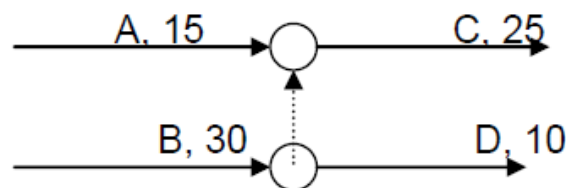


Dans la réalité cependant, il est possible de trouver des cas où avant de réaliser B en partant de A, il faut employer deux activités A1 et A2. Selon les règles de PERT, on conseille dans ces cas d'introduire un nouveau nœud C et joindre C et B par des pointillés pour montrer qu'il s'agit là d'une **activité fictive**.

Le mot 'fictive' est ici un terme technique qui n'est pas à confondre avec le langage courant. Activité fictive ne signifie donc pas qu'il s'agit effectivement d'une activité qui n'aura pas lieu du tout, mais souligne simplement le fait qu'il s'agit entre A1 et A2 d'activités concurrentielles ou complémentaires toutes les deux nécessaires pour qu'on puisse continuer avec l'activité B.



Dans la pratique de PERT, les activités fictives existent chaque fois qu'il faut attendre qu'une activité se réalise avant de commencer l'autre, la chaîne des activités étant néanmoins liée à un autre processus.



Ce schéma signifie qu'il faut avoir terminé A et B avant d'entamer l'activité C. En d'autres termes, bien que l'activité A ne dure que 15 jours, avant d'entamer l'activité C, il faudra attendre 30 jours, car ce n'est que quand B sera terminé qu'on pourra commencer avec C. Ainsi donc, le début tôt de C sera après 30 jours et non pas après 15 jours comme on serait tenté de le croire à prime abord.

Les classements des tâches dans un ordre de succession logique sont influencés par les contraintes physiques, de sécurité des ressources et de Direction.

a. Les contraintes physiques sont celles qui apparaissent aussi souvent qu'une tâche est soumise aux questions ci-après:

- quelles tâches doivent la précéder?
- quelles tâches doivent lui succéder?
- quelles tâches peuvent se dérouler simultanément?

b. Les contraintes de sécurité imposent un certain intervalle dans la succession des tâches pour raison de sécurité.

c. Les contraintes de ressources introduisent des retards dans l'exécution de certaines tâches parce que les moyens nécessaires à leur réalisation ne sont pas disponibles.

d. Les contraintes de main d'œuvre peuvent aussi occasionner des retards dans la succession.

e. Les contraintes de Direction peuvent imposer un ordre de succession des tâches par simple décision de la Direction.

Méthodologie de construction d'un réseau PERT

- Etablir 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.

Les étapes de la méthode

↪ *Scinder le projet en activités nécessaires pour sa réalisation*

↪ *Déterminer la dépendance séquentielle des activités* : (c'est-à-dire indiquer l'ordre chronologique des activités à entreprendre): Quelle(s) activité(s) devra (devront) être faite(s) au préalable avant d'entamer A, B, C,J?

Pour répondre à cette question on se fait guider par l'expérience mais aussi par une logique formelle. Une telle planification devra normalement se faire par un groupe de personnes expérimentées connaissant bien le milieu mais aussi la chronologie logique des événements.

↪ *Détermination des durées approximatives de chaque activité* : Pour déterminer approximativement la durée de chaque activité, l'expérience et les estimations jouent le rôle principal. S'il s'agit par exemple d'une activité de transport, la coopérative saura exactement, compte tenu de l'expérience, combien d'heures, de jours, il faudra pour faire par exemple 100 Km, etc.. Les résultats sont présentés sous forme de tableau.

- ↪ **Faire la représentation schématique de la première et de la deuxième étape** : Construction du réseau. Le réseau illustre graphiquement le système représentant les activités d'un projet. Il s'agit d'un modèle logique figurant les rapports entre les activités constitutives et en indiquant l'enchaînement depuis le début jusqu'à la fin du projet. L'une des caractéristiques majeures de ce réseau est qu'il permet de faire apparaître les interdépendances et successions du fait que l'on doit déterminer quand peuvent débuter et se terminer les activités en fonction les unes des autres.
- ↪ **Détermination des débuts tôt et fins tôt** : Ce n'est plus qu'une pure question d'addition. Ainsi, pour déterminer les débuts tôt on se posera la question suivante: "*Quand pourra commencer l'activité A au plus tôt compte tenu (le cas échéant) des activités qui devront précéder A*"? On se posera la même question pour B, C, D Jusqu'à la fin.

Pour la fin tôt on se posera la question : *Quand pourra-t-on terminer par exemple l'activité A au plus tôt ?* Pour terminer nous noterons que le système d'addition et de cumulation pour l'élaboration des débuts tôt et fin tôt se fait "de gauche à droite".

- ↪ **Détermination de début tard et fin tard** : A quelle date faudra-t-il au plus tard commencer telle ou telle activité en supposant dès le départ que la fin tard de la dernière activité correspond aussi à la fin tôt. Le système d'addition et de soustraction pour l'élaboration des débuts tard et fin tard se fait « de droite à gauche ».
- ↪ **Elaboration d'un tableau récapitulatif**: C'est sur le tableau récapitulatif qu'on se base pour calculer les flottements et le chemin critique. **Les flottements** ou les temps morts sont des périodes de détente où certaines activités peuvent se permettre de traîner. Le **chemin critique** correspond à la séquence de tâches qui détermine la durée totale du projet. Tout retard affectant une tâche du chemin critique est intégralement répercuté sur la durée du projet et donc sa date de fin.
- ↪ **Représentation schématique des résultats sous forme de diagramme en bâtonnets.**

Règles de construction du réseau

Pour qu'une tâche puisse commencer, il faut que toutes les tâches qui la précèdent soient terminées.
Exemple : Pour que la « pose des baignoires » T₄₅ puisse commencer (figure 8.6), il faut que les tâches « cloisons » T₃₄ et « doublage » T₂₄ soient terminées ; on dit alors que l'étape est réalisée.

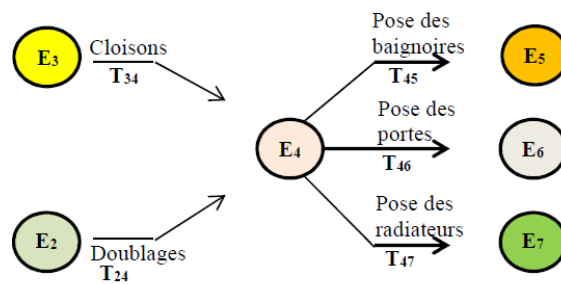


Figure Articulaton du réseau

Lorsqu'une étape est réalisée, les tâches qui ont pour origine cette étape peuvent commencer.

Exemple : Lorsque l'étape E4 est réalisée, les tâches « pose des baignoires » T45 « pose des portes » T46 « pose des radiateurs » T47 peuvent commencer.

2-4- Prise en compte des délais

a) L'évaluation des durées

Le graphe étant établi, c'est-à-dire la logique relative au déroulement des tâches étant définie, il est nécessaire d'attribuer à chaque tâche un temps.

Le choix de l'unité de temps est important. Le plus souvent, l'unité la plus réaliste reste la journée.

Ces temps de chacune des tâches doivent être évalués en collaboration avec les entreprises.

Il est souhaitable que le futur conducteur de travaux de l'entreprise participe à ce travail.

b) Le calcul des dates de réalisation des étapes

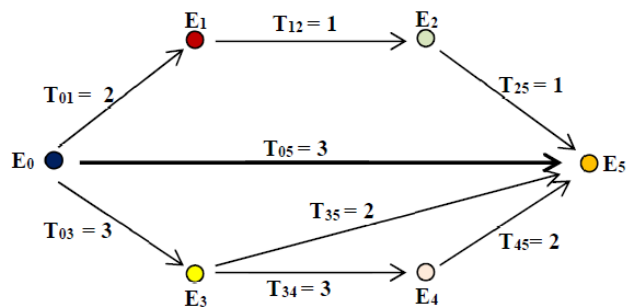
- Date de réalisation au plus tôt des étapes. C'est la date la plus proche de l'origine à laquelle on peut réaliser une étape. Pour la calculer, il faut ajouter à la date au plus tôt de chacune des étapes immédiatement précédentes de l'étape considérée la durée de la tâche de liaison. Pour les valeurs obtenues, on choisit la *plus élevée*.
- Date de réalisation au plus tard des étapes. C'est la date limite à laquelle cette étape doit être réalisée afin de ne pas causer un retard dans la réalisation totale du projet.

Pour la calculer, il faut soustraire de la date au plus tard de chaque étape immédiatement suivante de l'étape considérée la durée de la tâche de liaison, puis sélectionner la *plus petite* des valeurs obtenues.

- Marge d'étape : C'est le temps disponible pour réaliser une étape entre la date de réalisation au plus tôt et la date de réalisation au plus tard de cette étape.
- Chemin critique : C'est le chemin le plus long de l'origine du réseau à sa fin. Il peut éventuellement y avoir plusieurs chemins critiques. C'est le chemin critique qui définit la durée totale du projet. Le chemin critique est la succession de tâches dont la marge est nulle
- Etapes critiques : Ce sont les étapes situées sur le ou les chemins critiques.

Exemple : Considérons le graphe reproduit sur la (fig.) où l'on attribue à chaque tâche un temps : Après calcul des dates au plus tôt et au plus tard de chaque étape par les règles que nous venons d'énoncer, on obtient le résultat représenté par la (fig.).

	Tâches	Durée (j)
T ₀₁	Menuiseries extérieures	2
T ₁₂	Vitrierie	1
T ₂₅	Coffres de volets roulants	1
T ₀₅	Ragréages et shunts	3
T ₀₃	Colonnes de chauffage	3
T ₃₅	Radiateurs	2
T ₃₄	Gaines de plomberie	3
T ₄₅	Menuiseries intérieures	2



L'événement E₀ représente la fin de la structure.
 L'événement E₅ représente le début des cloisons et de doublage.

Figure Attribution des durées de réalisation des étapes

Le calcul des dates d'accomplissement des tâches :

- Date de début au plus tôt d'une tâche : date de réalisation au plus tôt de son étape d'origine.

Exemple : pour la tâche « vitrierie » (T₁₂) : cette date est 2.

- Date de fin au plus tôt d'une tâche : date de début au plus tôt d'une tâche, augmentée de la durée de cette tâche.

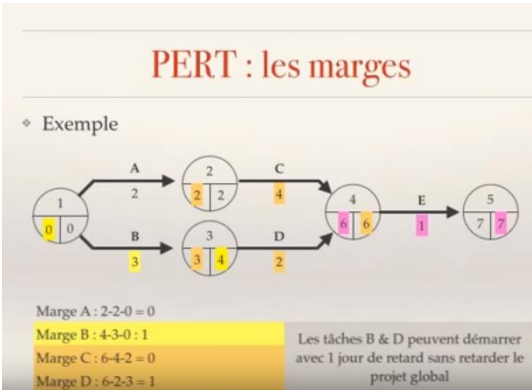
Exemple : pour la tâche (T₁₂), cette date est (2+1=3).

Date de fin au plus tard d'une tâche : date de réalisation au plus tard de l'étape de fin de cette tâche.

Exemple : pour la tâche (T₁₂), cette date est 7.

- Date de début au plus tard d'une tâche : date de fin au plus tard de cette tâche, diminuée de sa durée.
 - Exemple : pour la tâche(T₁₂), cette date est (7-1=6).
 - Marge totale d'une tâche : retard maximal qu'il est possible de prendre dans son exécution sans allonger le délai total de l'opération, mais en acceptant de perturber l'exécution d'autres tâches. On la calcule en faisant la différence entre la date de réalisation au plus tard de l'étape fine de cette tâche et la date de fin au plus tôt de cette tâche.
 - Exemple : pour la tâche(T₁₂), la marge totale est (7-3=4).
 - Marge libre d'une tâche : retard maximal qu'il est possible de prendre dans son exécution non seulement sans allonger le délai total de l'opération, mais aussi sans décaler l'exécution d'aucune autre tâche. On la calcule en faisant la différence entre la date de réalisation au plus tard de l'étape fine de cette tâche et la date de fin au plus tôt de cette tâche.

Exemple : pour la tâche (T₁₂), la marge est (3-3=0). Pour la tâche « ragréage et shunts » (T₀₅), la marge est (8-3=5).



2-5- Traduction du graphe en graphe-plannings

Ce graphe peut se traduire en graphe-planning (Figure 9). Il permet de :

- Repérer le chemin critique, donc les étapes et les tâches critiques ;
- Visualiser les dates au plus tôt et au plus tard de début et de fin de réalisation de chaque tâche.

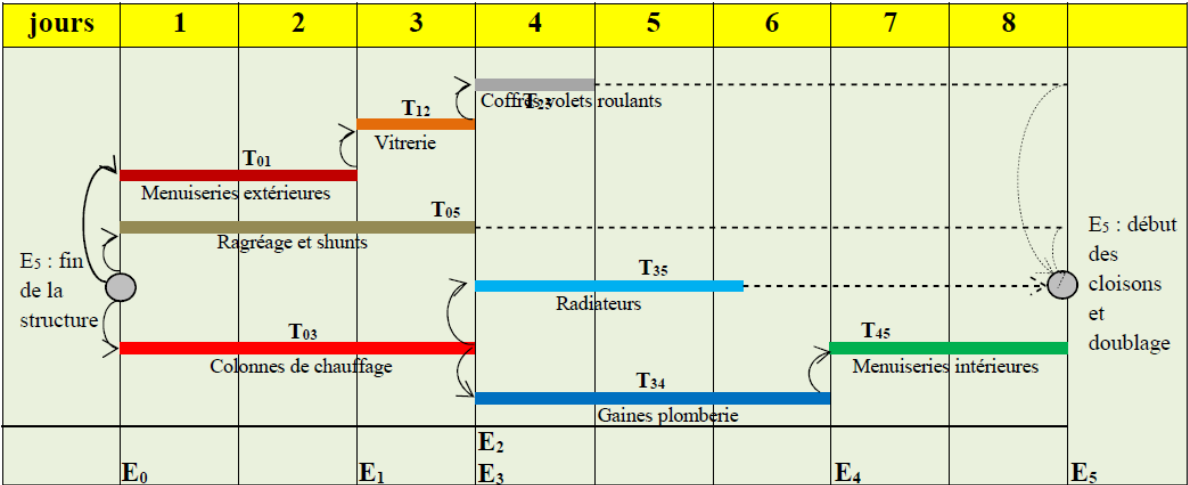


Figure Graphe-planning