

INTRODUCTION

Depuis que l'homme existe, il s'est organisé à s'adapter à son environnement. Il a conçu et réalisé des projets. Des monuments grandioses tels que les pyramides, les palais, les mosquées et les cathédrales n'ont pu être érigées sans planification, structuration des différentes tâches, contrôles ponctuels, gestion des ressources. Les méthodes de gestion de projet évoluent rapidement vers un management par projet flexible, adaptable et simultané. On assiste ainsi à l'émergence de nouveaux outils et méthodes de gestion et de nouveaux schémas d'organisation des entreprises.

Notions générales

Projet

Il est difficile de définir de façon satisfaisante le concept de projet. Cependant Il existe plusieurs définitions :

D'après AFNOR 50-105

« Démarche spécifique qui, permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité avenir ». Un projet est défini et mis en œuvre pour satisfaire le besoin d'un utilisateur (le client), il implique: Un objectif, des actions à entreprendre, des ressources.

D'après ISO 9000:2000 définition du projet 3.4.3

Le projet est un processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant des contraintes de délais, couts et ressources.

D'après PMI (Project Management Institute)

Un projet est une entreprise (effort) temporaire, décidée en vue de produire un résultat unique, produit ou service.

D'après IPMA (International Project Management Association)

Un projet est un ensemble d'actions à réaliser pour satisfaire un objectif défini, dans le cadre d'une mission précise, et pour la réalisation desquels on a identifié non seulement un début, mais aussi une fin.

La notion de projet peut être développée à partir de deux définitions relativement simples:

1. Un projet est un ensemble complet d'activités et d'opérations qui consomment des ressources limitées (telles que la main d'œuvre, les devises, etc...) et dont certains groupes sociaux ou la collectivité entière attend des revenus ou autres avantages monétaires ou non monétaires.
2. Dans un sens plus large, un projet est un ensemble de moyens mis en œuvre de façon coordonnée dans le but d'atteindre un objectif économique fixé au préalable.

Le management :

Définitions :

Le mot management est un mot emprunté au *vocabulaire américain* qui sous-entend la recherche permanente d'une optimisation des moyens, de l'organisation des équipes, ainsi que la mobilisation des énergies de tous les intervenants chacun à son niveau. La personne physique qui assure le management est appelé manager.

Dictionnaire du management de projet (Afitap /Afnor)

Ensemble des actions permettant de dominer le déroulement d'un projet et son optimisation, depuis la définition des objectifs jusqu'à la réalisation complète de l'ouvrage.

D'après Norme ISO 9000/10006

Le management de projet comprend la planification, l'organisation, le suivi de la progression et la maîtrise de tous les aspects du projet dans un processus continu, afin d'atteindre ses objectifs.

D'après IPMA (International Project Management Association)

Le management de projet consiste à *planifier, organiser, piloter et maîtriser* tous les aspects d'un projet, ainsi que la motivation de tous ceux qui sont impliqués dans le projet et la maîtriser la relation client, de façon à atteindre les objectifs de façon sûre et dont tous les critères définis de *coûts, délais et performances*. Cela inclut les tâches nécessaires aux performances du projet.

II.1.2. Rôles du manager (Fig. ..) :

La multiplication des risques, des approches et des spécialités techniques nécessite la mise en place d'un pilotage de projet. Le manager c'est la personne qui assure cette opération pour :

- ☆ Etre le partenaire associé du bureau d'étude pour ce projet
- ☆ Satisfaire les critères : prix, délais et qualité.
- ☆ Prendre en charge la coordination technique du projet sur tous les aspects techniques.
- ☆ Définir et appliquer une méthode de travail suivant laquelle le projet va pouvoir être développé convenablement par rapport à plusieurs objectifs.
- ☆ Coordonner les différents intervenants
- ☆ Suivre l'avancement des travaux
- ☆ Participer aux réceptions des différentes tâches de l'ouvrage.
- ☆ Les objectifs fixés par le manager sont de piloter et de coordonner en plein accord avec le bureau d'étude et en respectant le programme du maître d'ouvrage, le délai, le budget et la qualité de l'ouvrage.
- ☆ Le manager en tant qu'un pilote du projet qui suit un management est désigné à aboutir à une optimisation, organisation et planification.

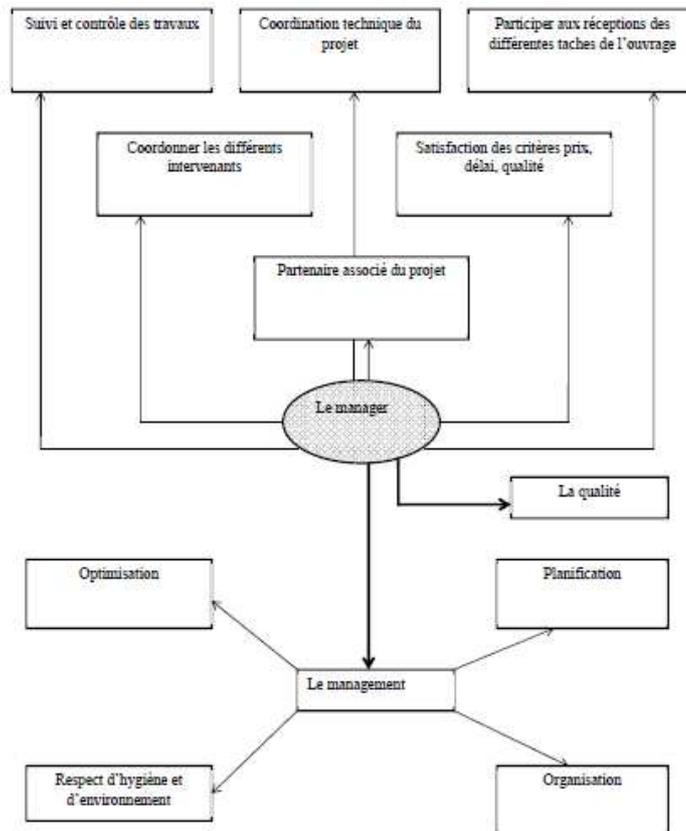


Figure n° 1 : Rôle du manager (extrait de « manuel de management du projet »)

Les objectifs

Un projet revient à prendre en considération trois éléments :

1. Un objectif, qui peut se décliner en termes de

✓ *Qualité* :

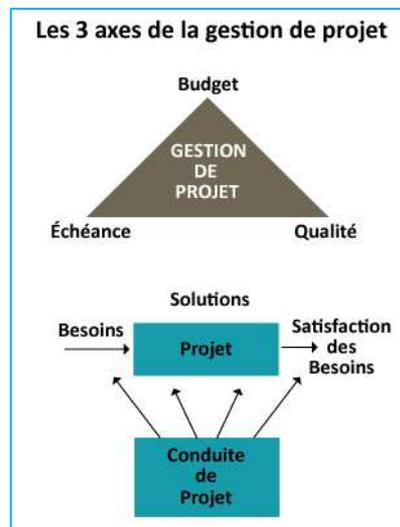
La satisfaction des attentes du client → Programmes des besoins

✓ *Coûts* :

Le respect du budget → Financement

✓ *Echéances* :

Le respect de l'échéancier → Les délais



2. Des moyens, correspondant à des ressources (humaines, techniques, matérielles, financières..) et leur organisation propre dans le cadre du projet.
3. Des conditions ou des contraintes, qui limitent en général le champ qu'il est possible de faire. [4]

Principes du management

Manager un projet a pour principe comparé des prévisions avec des réalités. Cette action se décline en trois parties distinctes : prévoir, mesurer et régler.

- ↳ *Prévoir* : Dans l'entreprise des prévisions sont établies sur les supports suivants :
 - Les modes opératoires ;
 - Les tâches productives et improductives ;
 - Les ressources à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs de délai, de qualité et de cout ;
 - Les budgets financiers.
- ↳ *Mesurer* : Pendant et après l'exécution des tâches, il s'agit de constater puis de formaliser ce qui a été fait selon une structure documentaire permettant d'établir une comparaison pertinente avec les prévisions formalisées à l'étape précédente. Ces éléments sont consignés dans les documents techniques : rapport, planning de suivi, budgets de suivi, fiche de conformité...
- ↳ *Régler* : Il s'agit de mettre en comparaison ce qui a été fait avec ce qu'il a été prévu de faire. La comparaison conduit au constat de la conformité ou d'un écart. L'écart est le signe que ce qui a été fait ne correspond pas avec ce qu'il était prévu de faire en termes de tâches, de durée, de moyens ou de résultat.

On peut constater deux types d'écarts :

- ☆ Un écart de signe négatif : Dans le cas de *signe négatif*, la régulation consiste dans l'analyse des cause et des conséquences de manière à :
 - Corrigé au plus tôt le facteur d'écart
 - Eviter les répétitions
 - Créer un historique des risques.
- ☆ Un écart de signe positif : Dans le cas *d'écart positif*, il s'agit tout simplement de noter et de rapporter l'information de manière à ce que le facteur favorable soit identifié pour être appliqué ultérieurement.

I. ORIENTATION D'UN PROJET

Les projets comportent le plus souvent la même suite d'opérations depuis la conception du projet jusqu'au démarrage de sa réalisation : phase de Démarrage : identification et formulation, phase de Planification, phase d'Exécution, phase d'Evaluation : Suivi et maîtrise et Fermeture.

Phase d'identification du projet est celle qui consiste à analyser la situation, mettre en évidence les problèmes et les enjeux stratégiques et identifier les solutions adéquates ;

Phase de formulation du projet consiste à définir et préciser les objectifs et les stratégies afin de produire un document de projet, incluant les conclusions de l'étude de faisabilité, qui servira à la sélection éventuelle du projet, dans un contexte où des projets peuvent être en compétition les uns avec les autres;

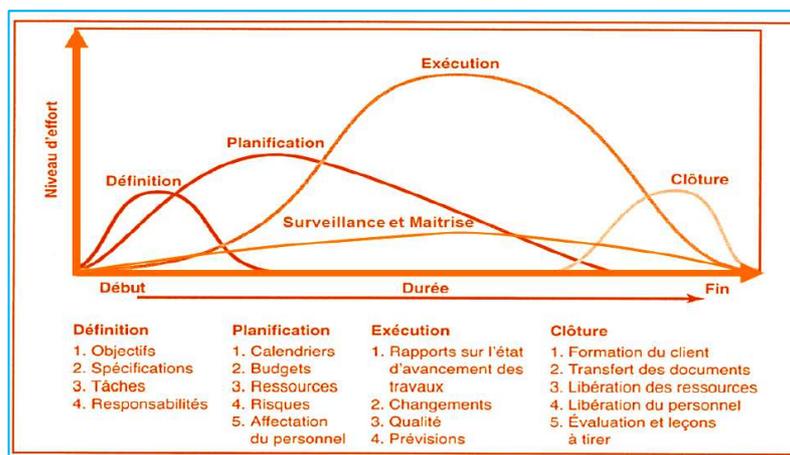
Phase de planification Elle aboutit à la production d'un *Plan d'exécution du projet*, qui doit faire l'objet d'une approbation et comporter un plan d'exécution détaillé du projet et la description des mécanismes de suivi et de contrôle du projet; « *est celle qui permet de choisir la meilleure ligne de conduite possible pour atteindre les objectifs* ».

Phase d'exécution du projet est celle qui consiste à coordonner le personnel et les autres ressources afin de réaliser le projet (mobilisation des ressources, conduite de réunions, gestion des conflits, coordination).

Au cours de cette phase, un processus de contrôle permet de s'assurer que les objectifs du projet sont atteints en surveillant et mesurant l'avancement de façon systématique. Ceci permet d'identifier les écarts par rapport au plan afin de prendre des mesures correctives ;

Evaluation le cycle de vie de certains projets intègre une phase d'évaluation rétrospective dont l'objectif est d'apprécier l'impact du projet.

On peut également citer la phase de clôture du projet qui consiste à officialiser l'acceptation du projet et l'amener à une fin ordonnée. Elle est marquée par la production d'un Rapport final de gestion du projet et éventuellement par un Rapport d'évaluation de fin de projet;



On constate que le niveau d'activité de la *planification* est inférieur à l'activité de *réalisation*, mais supérieur aux autres activités. La planification s'étale sur toute la durée du projet.

Déroulement d'une affaire

Définition de la construction

La construction correspond à la naissance physique de l'ouvrage qui est ponctuée par l'intervention de différents domaines qui sont autant de spécialités et l'objet de nombreux sujets d'expertise.

Il faut noter que la construction possède essentiellement deux domaines qui sont : les travaux de bâtiments et les travaux publics.

Nature de la construction

-1- Bâtiment

Les travaux de bâtiment concernent tout ce qui vise à construire, aménager, entretenir, démolir des ouvrages ou parties d'ouvrages immobiliers sur ou sous-sol.

Les travaux de bâtiment concernent le confort de l'homme. Ils créent, quel que soit le client public ou privé des équipements immobiliers nécessaires à la vie sociale (logements, écoles, hôpitaux) et à la vie économique (bureaux, magasins, etc.).

2-2- Les travaux publics

Il n'existe aucune définition légale ou réglementaire et on a tendance à les assimiler aux travaux des ponts et chaussées (ouvrages d'art, ponts, barrages). En principe tout travail est dit public lorsqu'il s'agit d'opérations immobilières ayant pour but l'intérêt général (par opposition à l'intérêt privé) et effectuées soit par une personne publique (collectivité administrative, et non un particulier) ou pour son compte, soit par tout organisme remplissant une mission de service public qui lui a été confiée par la loi. Ainsi la construction : des prototypes, ponts, tunnels, routes, barrages... sont des travaux publics.

Participants à l'acte de construire

1) **Maître d'ouvrage (MO)** : A l'origine de tout projet de construction il y a un promoteur qui est représenté par une personne physique ou morale (publique ou privée) qui passe un contrat avec le maître d'œuvre et l'entrepreneur. C'est lui qui donne l'ordre d'exécution des travaux et en assure le règlement. Donc c'est lui le propriétaire de l'ouvrage. L'idée de sa construction lui appartient, il doit arrêter l'enveloppe financière et assurer le financement.

☆ *Le rôle de maître de l'ouvrage :*

- Trouver les moyens financiers nécessaires à la réalisation du projet et les gérer (le maître de l'ouvrage est toujours le payeur)
- Procurer le terrain ou l'espace nécessaire à la construction envisagée, par achat ou concession.
- Elaborer un programme détaillé et précis de l'opération.
- Prendre livraison de l'ouvrage en le réceptionnant.
- Exploiter l'ouvrage ou dans certains cas le remettre à l'organisme qui est chargé à l'exploitation

2) **Maître d'œuvre (MOE)** : Représenté par un groupe d'Architecte et d'ingénieur ou un bureau d'études : c'est lui qui adresse les plans des travaux à exécuter, établit les projets : les études techniques (sol), architecturale, financière, le devis, le programme de réalisation, le cahier de charge, les demandes d'autorisation administratives (permis de construire notamment). Il assure les appels d'offres. Il dirige et surveille l'exécution des travaux. Il donne les ordres par écrit les OS (ordres de services).

☆ *Ses rôles sont :*

- S'assurer que le programme de l'opération est réalisable sur le terrain
- S'assurer du budget (disponibilité)
- Concevoir, représenter, d'écrire et évaluer l'ouvrage.
- Rechercher et proposer les moyens de produire l'ouvrage (consultation des entreprises, proposition du choix d'entreprise.
- Préparer de travaux conformément au document du marché
- Contrôler la conformité de l'ouvrage avec le projet (marché)
- Diriger les travaux conformément au document de marché.
- Contrôler la conformité de l'ouvrage avec le projet
- Contrôler la qualité et la quantité des matériaux ainsi que leur mise en œuvre
- Contrôler le coût des travaux
- Assister le maître de l'ouvrage lors des réceptions de projet.

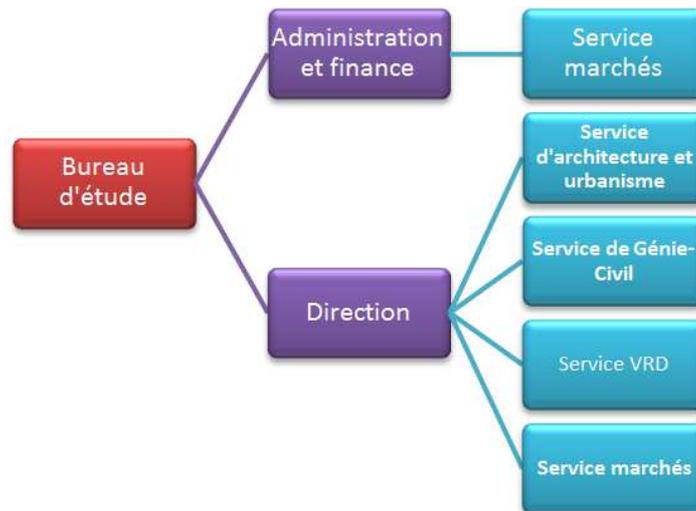


Fig.1 Constitution d'un bureau d'étude

- *Service d'architecture et d'urbanisme* : Il est chargé de faire l'étude économique et artistique du projet
- *Service de génie civil* : Il est chargé de faire l'étude de structure et notification de cette dernière par des « notes de calcul, plan de génie civil »
- *Service CES* : C'est un service chargé des corps d'état secondaire « plomberie, électricité »
- *Service VRD* : C'est un service de voiries et réseaux divers qui consiste à :
 - Alimentation en eau potable
 - L'assainissement
 - L'échange extérieur
 - L'installation des réseaux
- *Service marché* : Il est chargé de quantifier le projet, et de son élaboration
- *Service d'archives et documentation* : il est chargé de classer les dossiers des projets finalisés, et mettre ces derniers à la disposition des autres services.

3) **L'Entrepreneur** : C'est un industriel chargé après contrat, d'exécuter les travaux en fournissant les matériaux et la main-d'œuvre, mais il n'est pas l'employeur du maître de l'ouvrage. Il vend son ouvrage à un prix convenu d'avance donc c'est un commerçant au point de vue juridique, d'ailleurs il est inscrit au registre de commerce. Il a la mission *d'exécuter les travaux*.

☆ *Son rôle* :

- Exécuter les travaux conformément aux plans.
- Fournir une main d'œuvre qualifiée et correctement encadrée
- Matériel spécialisé nécessaire à la réalisation de l'ouvrage.

- Fournir les matériaux.
- Fournir un savoir-faire spécifique une qualification.

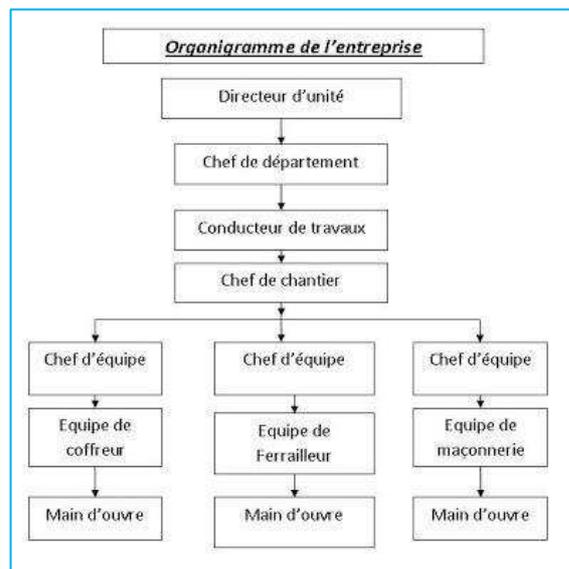


Fig.2 Organigramme de l'entreprise

- 4) **Bureau de contrôle** « Le contrôleur technique » : Il intervient à la demande du maître d'ouvrage et donne son avis à ce dernier sur les problèmes d'ordre technique. Cet avis porte notamment sur les problèmes qui concernent la solidité de l'ouvrage et la sécurité des personnes. Le contrôleur interviendra dès la conception jusqu'à l'achèvement des travaux. On peut noter que le CTC en Algérie joue un rôle primordial dans le contrôle des ouvrages.
- 5) **Les services publics** : Ils tiennent une place primordiale, dans l'acte de bâtir. Tout à la fois fournisseurs, gestionnaires de réseaux, et conseillers techniques.
- 6) **Les services techniques**: Les responsables de la maîtrise d'œuvre en phase de travaux auront toujours intérêt à se rapprocher des services techniques de la commune où se déroulent les travaux. Les différents partenaires du chantier auront à prendre contact avec ces services pour les questions suivantes : -Autorisation d'installation de grue. -Emprise sur le domaine public. - Servitude de visibilité et d'alignement. -Connexion aux différents réseaux. -Circulation pour accès au chantier.
- 7) **Les assurances de la construction**: Les personnes redevables de cette garantie sont l'entrepreneur, l'architecte et les personnes assurant la maîtrise d'œuvre, le contrôleur technique et autres contractants du maître de l'ouvrage. L'assurance dommage ouvrage est obligatoirement souscrite avant l'ouverture du chantier.
- 8) **Les assurances obligatoires**: Celle du maître d'ouvrage couvre les risques de désordres par vice de conception ou d'exécution après réception du chantier (NB : avant réception, il faut d'abord résilier le marché de l'entrepreneur principal). Celle de l'entrepreneur couvre principalement la

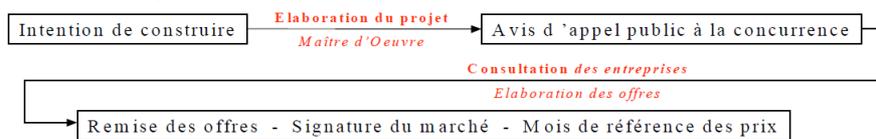
garantie décennale, l'extension aux dommages avant réception étant limitée au seul cas d'effondrement.

La coordination

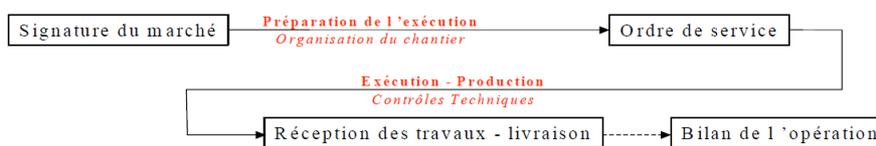
Coordonner c'est relier les différentes phases de réalisation des travaux entre elles, et évaluer toutes les répercussions que peut entraîner leur enchaînement ; ainsi qu'attacher l'équipe et **responsabilité** de chaque membre dans le dossier.

Les phases d'un projet de construction

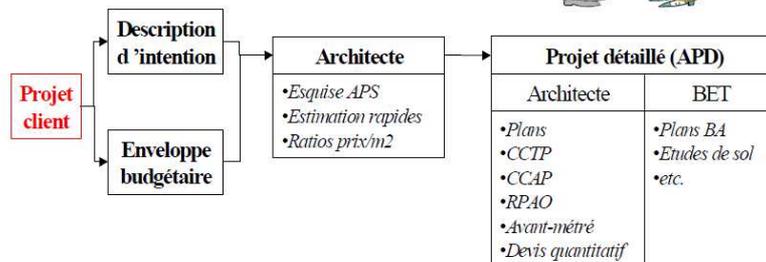
Phase I : Conception



Phase II : réalisation

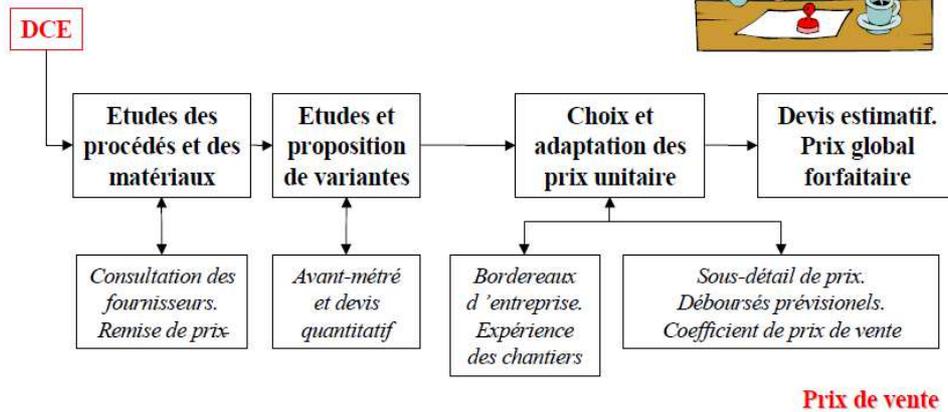


Etape I : l'élaboration du projet



Dossier de consultation des entreprises (DCE)

Etape II : Avis d'appel à la concurrence



Un projet de construction on peut le résumer de manière simplifiée en cinq étapes de réalisation et 14 phases :

Etape N°01 : Etude préalable

Phase 01 : Préprogramme

Il s'agit de faciliter le choix d'une solution en réponse aux objectifs des responsables de l'opération. Le maître d'ouvrage est l'acteur essentiellement impliqué dans la réalisation de cette phase, qu'il l'accomplit lui-même ou il la confie à un programmeur, architecte, coordinateur...etc.

Objectifs de la phase :

- Préciser la demande de l'ensemble des acteurs concernés avant lancement de l'opération
- Recueillir les contraintes liées à l'opération : économiques, techniques, juridiques, réglementaires...etc. et analyser leur incidence sur la faisabilité de l'opération.
- Faciliter le choix de la meilleure solution la plus conforme aux conditions de faisabilité spécifique de l'opération.

Description des tâches :

- Elaborer l'organigramme des intervenants
- Définir et évaluer leurs objectifs
- Définir une ou plusieurs hypothèses d'aménagement
- Evaluer en regard les objectifs et les contraintes de l'opération
- Décrire les solutions retenues

Phase 02 Programme

Elle consiste à établir les conditions de faisabilité de l'opération. Le maître d'ouvrage est l'acteur essentiellement impliqué dans la réalisation de cette phase, qu'il l'accomplit lui-même ou il la confie à un programmeur, assistant à la maîtrise d'ouvrage, architecte, coordinateur...etc.

Objectifs de la phase :

- Préciser le rôle de chacun
- Exposer les idées force de projet
- Définir les performances
- Présenter la qualité attendue

Description des tâches :

- Recueillir et mettre en forme les données
- Rédiger le programme
- Décrire les moyens financiers humains et techniques

Phase 03 Marchés d'études

Il s'agit de définir les missions et les responsabilités des intervenants. Le maître d'ouvrage est l'acteur essentiellement impliqué dans la réalisation de cette phase, qu'il l'accomplit lui-même ou il la confie à un programmeur, assistant à la maîtrise d'ouvrage, architecte, coordinateur...etc.

Objectifs de la phase :

- Organiser et rendre cohérent le travail des acteurs
- Sélectionner les contraintes et les sous-traitants
- Gérer administrativement le projet

Description des tâches

- Faire valider les cahiers de charges par l'ensemble des intervenants
- Elaborer et contractualiser le schéma directeur de la qualité de chaque intervenant
- Rédiger et signer les contrats
- Planifier les intervenants
- Intégrer les assurances

Etape N°02 : Etude

Phase 01 : Esquisse

Elle porte sur l'ensemble des documents graphiques et des notes. A ce stade la maîtrise d'ouvrage et plus précisément l'Architecte sont concernés. Il s'agit pour ce dernier de transformer le programme en parti architecturale

Description des tâches

- Esquisser ou visualiser une ou plusieurs solutions
- Justifier la solution retenue
- Vérifier le respect des contraintes réglementaires, fonctionnelle et financement.

Phase 02 : Avant-projet sommaire (A.P.S)

Elle consiste à valider l'esquisse et à préciser l'avant-projet (1/200) : plans, coupes, façades. Les acteurs concernés sont les mêmes que la phase précédente.

Description des tâches

Exécuter l'avant-projet secondaire.

Phase 03 Avant-projet définitif (A.P.D)

Elle consiste à valider l'avant-projet secondaire et à préciser l'avant-projet (1/100). Les acteurs concernés sont les mêmes que la phase précédente.

Description des tâches

- S'assurer du respect de la réglementation
- Préciser les limites de prestation
- Elaborer les notices d'estimation
- Exécuter l'avant-projet 1/100.

Phase 04 : Projet

Elle consiste à valider APD et préciser l'avant-projet (1/50). Les acteurs concernés sont les mêmes que la phase précédente.

Description des tâches

- S'assurer du respect des réglementations
- Calculer et tracer le VRD
- Exécuter le projet (1/50)
- Rédiger le descriptif quantitatif estimatif (D.Q.E)

Etape N°03 : Passation des contrats de travaux

Phase 01 Consultation des entreprises

Il s'agit de préparer les consultations des entreprises dans un environnement de marchés public. Le maitre d'ouvrage est particulièrement impliqué dans cette étape, le maître d'œuvre reste cependant contrat de travaux qu'il doit :

- Jouer un rôle de conseiller auprès du maitre d'ouvrage
- Constituer le dossier de consultation

Description des tâches

- Détermination du mode de passation 'appels d'offre ouvert ou restreint'
- Choisir le mode d'intervention 'marchés séparés ou entreprise générale'
- Lancer la publicité de la consultation

Phase 02 Analyse des offres

Il s'agit de sélectionner les candidats et de choisir le mieux et le moins disant dans un environnement de marchés publics. Les acteurs participants sont le Maître d'ouvrage, maître d'œuvre et entreprise.

Description des tâches

- Sélectionner les candidats en fonction de leur capacité juridique, et leurs garanties professionnels et financières
- Analyser les offres prix des entreprises
- Effectuer la mise au point des marchés :
 - ☆ Correction technique
 - ☆ Correction économique
 - ☆ Signature de l'offre
 - ☆ Réponse aux entreprises non retenues

Etape N°04 Chantier

Phase 01 Etude d'exécution

Elle doit permettre de réaliser de l'ouvrage

Description des tâches

- Etablir les plans d'exécution
- Réaliser les études de synthèse se traduisant dans les plans d'exécution
- Etablir un devis quantitatif détaillé
- Etablir le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux

Phase 02 Réception

La fin du projet survient quand:

- La production des livrables est complétée.
- Le niveau de qualité est conforme.
- Le projet a été livré par votre entreprise et accepté par le client.

Etape N°05 clôture de l'opération

Phase 01 Mémoire de l'opération

Clôture du projet (Acceptations ou refus ou modifications demandées). La clôture du projet représente l'étape finale. Elle comprend l'évaluation du projet et la fermeture des dossiers du projet

CHAPITRE II : PLANIFICATION ET ORDONNANCE

I. Planification des travaux

La planification est l'organisation, la préparation technique du travail, la prévision et l'établissement du programme d'avancement des travaux, par tranches en quantités fixées dans le temps. Elle sert à permettre d'effectuer un comparatif entre le prévu et le réel.

La planification peut être représentée graphiquement par des divers diagrammes qui fixent la date de début et de fin d'une activité d'un projet, ces diagrammes sont appelés « plannings ».

La planification est un outil de prise de décisions pour le chef de projet mais aussi de communication entre les différents acteurs d'un projet. Elle permet alors de maîtriser les interfaces du projet.

II. Avantages de la planification des projets

- a) Servir de guide pour l'exécution du projet ;
- b) Visualiser, sous une forme claire et facilement compréhensible, l'envergure du projet;
- c) Etablir un calendrier réaliste pour l'ensemble des opérations prévues;
- d) Assurer une communication effective entre les différents participants dans le projet;
- e) Déterminer d'avance les tâches critiques et le temps nécessaire pour les réaliser en vue d'exécuter le projet avec succès;
- f) Evaluer avec précision le temps et les ressources effectivement consacrés au projet par rapport aux prévisions;
- g) Contrôler l'avancement, les buts et les étapes cruciales de la planification de l'exécution;
- h) Atteindre une meilleure allocation des ressources;
- i) Minimiser le coût du projet.

III. Conditions pour une bonne planification

☆ *Bien connaître son projet*

- ✓ Connaître les tâches bien définies dans le projet,
- ✓ Connaître les relations entre les tâches,
- ✓ Connaître l'ordre de succession des tâches,
- ✓ Connaître la méthode d'exécution pour chaque tâche.

☆ *Bien connaître ses moyens*

- ✓ Définir les moyens nécessaires pour l'exécution de chaque tâche,
- ✓ Faire une liste des moyens dont on dispose et celle des moyens à acquérir,
- ✓ Définir les possibilités d'utilisation des moyens à l'exécution de plusieurs tâches.

☆ *Bien connaître son délai*: le temps nécessaire à l'exécution de chaque tâche.

IV. Les différentes phases du processus gestion du délai

IV.1. Définir les activités

La définition des activités implique d'identifier et de documenter les activités spécifiques à exécuter et les identifiées dans l'organigramme des tâches(O.T).

Prévoir et optimiser l'ordonnancement des opérations :

- Ce qui doit être fait ?
- Par qui cela doit être fait ?

- En combien de temps cela doit être fait ?

IV.2. Jalonner les activités

Le jalonnement des activités consiste à identifier et à documenter les interactions logiques entre les activités. L'ordre dans lequel les activités seront réalisées doit être établi avec soin pour que l'on puisse par la suite préparer un planning réaliste.

Le jalonnement peut être effectué à l'aide d'outils informatiques (par exemple, à l'aide d'un logiciel en gestion de projet) ou manuellement.

Les méthodes manuelles sont souvent plus efficaces pour les petits projets et dans les phases initiales des grands projets lorsque l'on ne dispose que de peu de détails.

On peut aussi utiliser les deux méthodes conjointement.

IV.3. Estimer la durée des activités

L'estimation de la durée des activités est le processus menant à la définition des durées à incorporer dans le planning à partir des informations sur le contenu du projet et ses ressources.

L'estimation est souvent élaborée progressivement et le processus tient compte de la qualité et de la disponibilité des données d'entrée.

IV.4. Élaboration du planning

Élaborer le planning signifie fixer les dates de début et de fin des activités du projet. Si ces dates ne sont pas réalistes, il est alors peu probable que le projet sera terminé à la date prévue.

Le processus d'élaboration du planning doit être répété fréquemment (de même que les processus dont découlent les données d'entrée, notamment pour les processus d'estimation de la durée des activités et des coûts, avant d'établir le planning du projet.

IV.5. Contrôle du planning

Le contrôle du planning consiste à : Influencer les facteurs entraînant des modifications au niveau du planning de manière à s'assurer que les changements font l'objet d'un accord des parties impliquées, constater que le planning a changé, gérer les modifications effectives quand elles ont lieu. L'intégration du contrôle du planning avec les autres processus de contrôle doit être faite minutieusement,

IV.6. Définitions :

IV.6.1. Activités ou 'Tâches'

1. **Tâche élémentaire** – correspond au plus petit travail (ou partie de travail) individualisé et homogène, choisi pour l'ordonnancement et la planification, et présente une unité par :
 - Son contenu ;
 - Sa localisation en espace ;
 - Sa durée de temps ;
 - Son exécutant (généralement une équipe du même corps de métier).
 - Le travail désigné par la tâche consomme du temps et des moyens. On parle alors d'une tâche réelle.
2. **Tâche d'attente** – Tâche ne demandant pas un travail mais consommant du temps (par exemple, le séchage des cloisons, le durcissement du béton, le délai d'obtention d'une autorisation administrative, etc.).
3. **Tâche fictive** – Tâche qui ne consomme ni de temps, ni de moyens matériels (par exemple, la mise sous tension d'un équipement électrique).

Elle est dite encore lien zéro, ou DUMMY, comme relation d'ordre dans le réseau de flèches – tâches (méthode du « chemin critique ») avec écart de temps nul.

4. **Tâche critique** – Tâche de marge totale nulle. Elle appartient au chemin critique (revoir principe n°9 et la méthode du « chemin critique) et son retard d'exécution met en danger le respect du délai général d'exécution du projet.

5. **Travail** – Exécution de la plus petite partie du marché de travaux concrétisée par une tâche (ou activité) dans la planification.

IV.6.2. Temps unitaire

Le temps unitaire correspond à la durée de travail d'un homme « moyen » pour réaliser à lui seul une unité d'ouvrage. L'homme « moyen » représente pour une équipe ou pour un effectif de « n » personnes effectuant en un temps donné une quantité « Q » d'ouvrage, celui qui, à lui seul et en fournissant un effort moyen de travail, produirait « Q / n » dans le même temps.

Très souvent, la mention « moyen » est sous-entendue dans la désignation du temps d'exécution et du prix d'ouvrier.

Le temps unitaire est toujours donné en fraction décimale d'heure, de façon à faciliter les multiplications et les additions.

IV.6.3. Ressource

D'une manière générale, une ressource qualifie « ce qui va être consommé au cours de la réalisation d'une tâche. Peut-être du matériels, des matériaux mais également de la main d'œuvre. Optimiser l'utilisation des ressources vise à rationaliser leurs affectations pour chaque tâche en associant à chaque ouvrage la bonne quantité de ressources.

Comment définir la quantité de ressource à louer à une tâche

Dans le cas des ressources humaines, c'est-à-dire la main d'œuvre, il est impératif de bien comprendre la formule permettant de les quantifier.

V. Les plannings

Le mot **planning** désigne la fonction d'ordonnancement, le service qui a pour mission de préparer et d'organiser le travail, de le programmer, de le lancer et de suivre son avancement.

Puis, par extension, ce terme désigne le plan de travail détaillé, préparé par ce service, les tableaux et graphiques qui concrétisent sous des formes très diverses les prévisions d'utilisation des ressources (matériaux, matériels, mains d'œuvre ...) dans le temps.

V.1. Différentes catégories de plannings

Les catégories de plannings sont nombreuses, on distingue :

V.1.1. le planning général d'avancement des travaux

Il prévoit pour le chantier concerné à l'intérieur du délai contractuel le jalonnement des étapes d'exécution, l'ordonnancement des phases des travaux.

V.1.2. Les plannings particuliers

Ils se dérivent du planning général, et concernent directement la régulation de l'exécution, c'est ainsi, qu'on établit en ce qui concerne une entreprise de gros œuvres :

- 1) Le planning de lancement de la préparation du chantier
- 2) Le planning d'occupation progressive du chantier concernant la mise en place des installations et équipements avant démarrage officiel des travaux.
- 3) Le planning de VRD (voirie et réseaux divers)
- 4) Le planning d'ordonnancement des diverses chaînes d'opérations.
- 5) Le planning de la main d'œuvre, concernant l'optimisation des effectifs, la répartition et le mouvement du personnel.
- 6) Le planning d'emploi et d'entretien de matériels (gros engins et coffrages outils ...).

V.2. Les documents nécessaires à l'établissement du planning

Pour l'établissement du planning, doivent être réunis :

- ↳ L'ensemble des plans d'exécution ;
- ↳ Le devis descriptif et le cahier des clauses techniques particulières (CCTP), par lots, décomposé en articles et indiquant avec précision les limites de prestation de chaque marché.
- ↳ Le devis quantitatif estimatifs ou la décomposition du prix forfaitaire ;
- ↳ Le cahier des clauses administratives particulières (CCAP) ;

Ces documents doivent permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est la durée totale du chantier ?
- Cette durée totale tient-elle compte ou non des jours chômés, fériés ? Les intempéries sont-elles ou non incluses dans le planning ? Les congés payés sont-ils ou non compris dans le planning ?
- Quelles sont les entreprises attributaires des différents lots ?
- Quelles sont les contraintes liées aux interfaces ?

V.3. Les renseignements nécessaires à l'établissement du planning :

L'établissement du planning ne peut se faire qu'avec un certain nombre d'informations détenues par le maître d'ouvrage ou par les entreprises.

V.3.1. Renseignements à obtenir du maître de l'ouvrage

Il faut l'accord définitif du maître de l'ouvrage sur le nombre de tranches, les dates et l'ordre de livraison des bâtiments.

V.3.2. Renseignements à obtenir des entreprises

- ☆ Renseignements sur le matériel et les moyens qu'elles doivent mettre en œuvre :
 - Nombre de grues et capacité en t/m ;
 - Rotation des grues dans le temps ;
 - Position des chemins de grues, largeur et rayon de courbure ;
 - Détermination des zones de balayage des grues ;
 - Position de la centrale à béton ;
 - Circulation des engins ;
 - Surfaces nécessaires au stockage des pièces préfabriquées et des matériaux.
- ☆ Tracé, même succinct, des installations de chantier.
- ☆ Propositions quant à l'enchaînement des opérations.
- ☆ Pour chaque tâche, indication du temps et du potentiel des équipes (en hommes/jour).
- ☆ Précisions concernant la réparation du travail dans la semaine.

On prendra éventuellement contact avec le responsable de la conduite des travaux de gros œuvre de manière à tenir compte de son expérience. Il conviendra de faire approuver par les entreprises, pour chaque tâche élémentaire :

- **La décomposition** : s'assurer que les tâches déterminées à l'étude correspondent à une action concrète sur le chantier ; au besoin regrouper des tâches si cela s'avère nécessaire ;
- **L'enchaînement logique** : attirer l'attention de l'entreprise sur les difficultés d'enchaînement des tâches ; établir cet enchaînement de manière à assurer une intervention continue par corps d'état ;
- **Le temps estimé** : un temps ne veut rien dire sans l'indication du nombre d'hommes composant l'équipe et des moyens matériels mis à la disposition de cette équipe.

V.4. Méthodes et techniques de planification

- ☆ Réseau de PERT
- ☆ Diagramme de GANTT

V.5. Outils

- Excel
- MS-Project
- Autres plus spécifiques (Gantt Project,...)

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 précédence, 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'ordonnancement, c'est :

- ↪ Définir la « construction » à ordonnancer, c'est-à-dire préciser l'ouvrage faisant l'objet de l'ordonnancement 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.

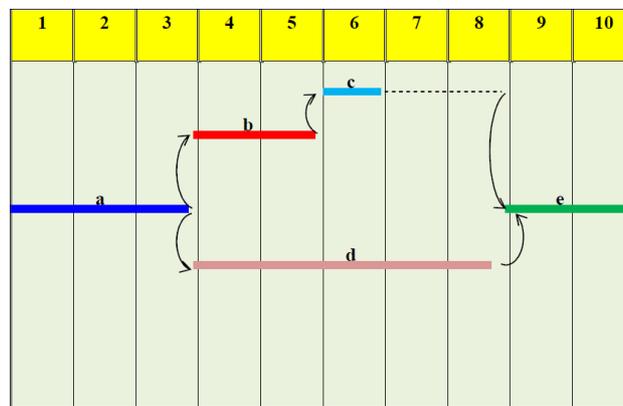


Figure 2. Méthode d'ordonnancement

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 :

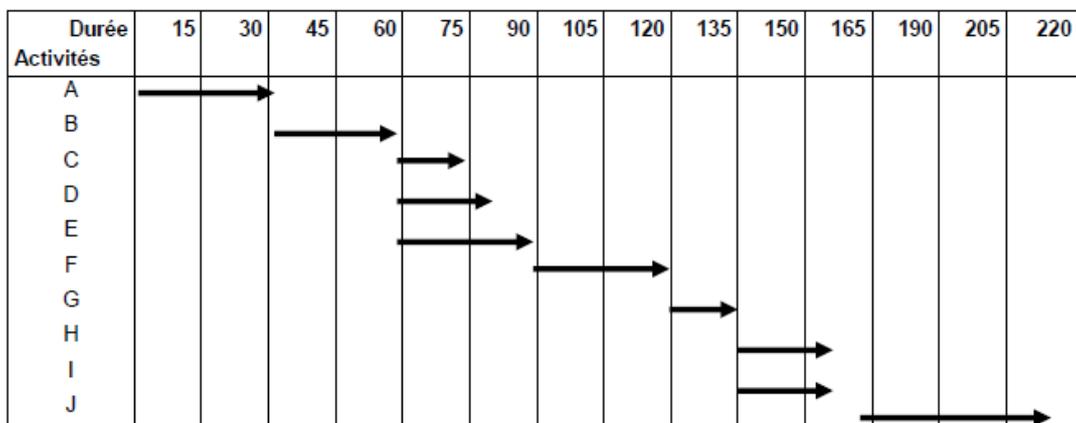
- 1° Quelles tâches doivent être achevées immédiatement avant le début de cette tâche ?
- 2° Quelles tâches sont indépendantes de cette tâche et peuvent être exécutées parallèlement?
- 3° Quelles tâches doivent être commencées immédiatement après l'achèvement de cette tâche ?

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.

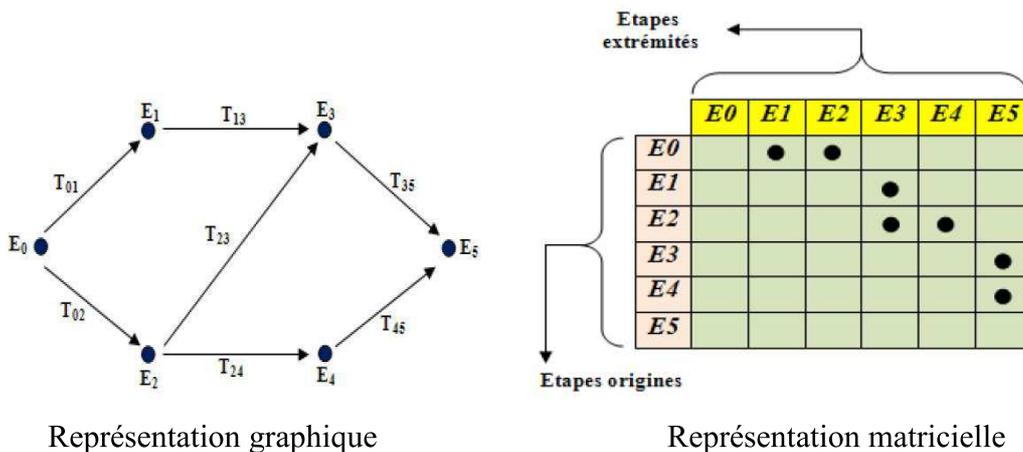


Figure1. Méthode de PERT

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.

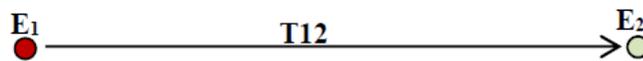
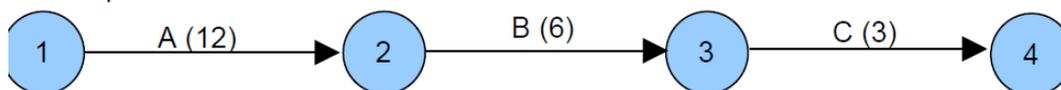


Figure 2.

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

Tâches successives :

Exemple :



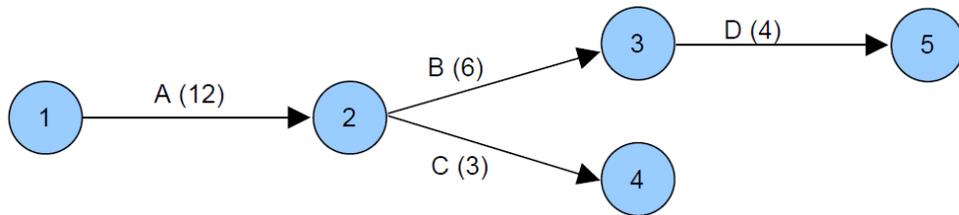
B ne peut commencer que si A est terminée (A précédé B, ou A est antériorité de B) .

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.

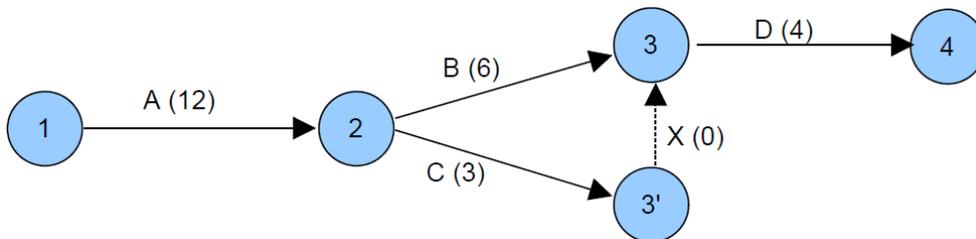
Tâches simultanées : Elles peuvent commencer en même temps en partant d'une même étape.

Exemple :



D ne peut commencer que si B est terminée.

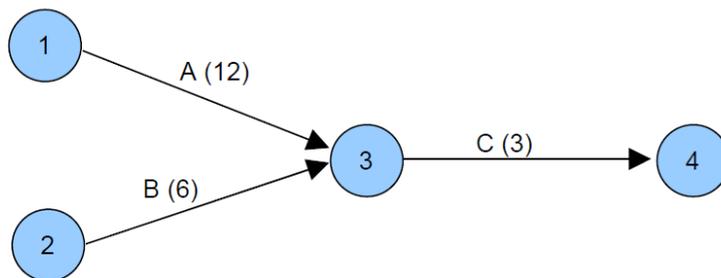
Si l'on souhaite que D ne commence que si B et C sont terminés :



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 coût 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.

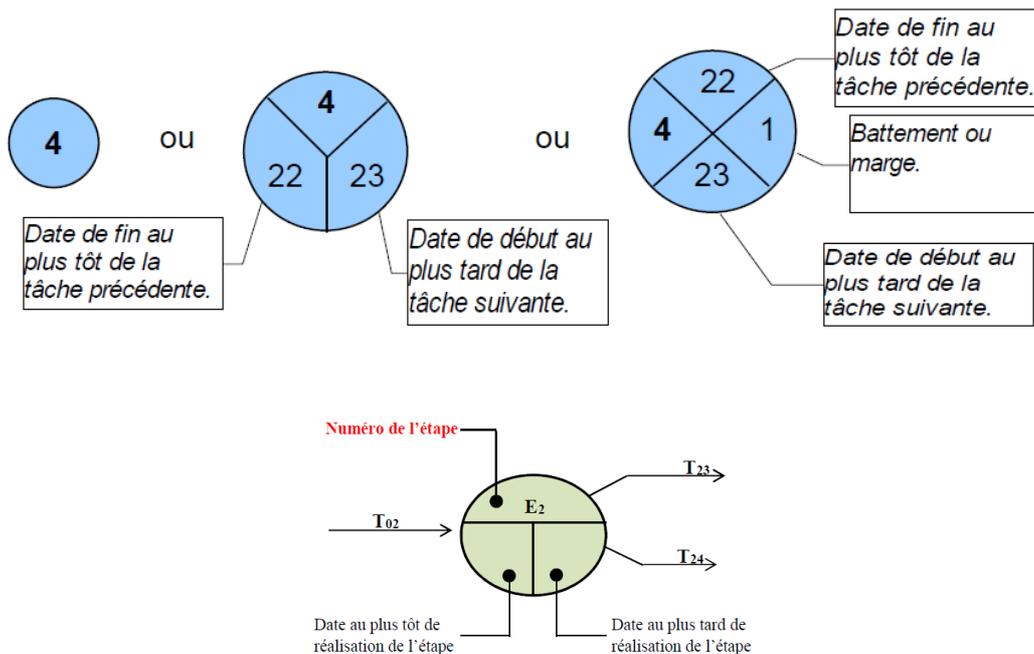
- **Les nœuds : Les étapes ou événements**

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.



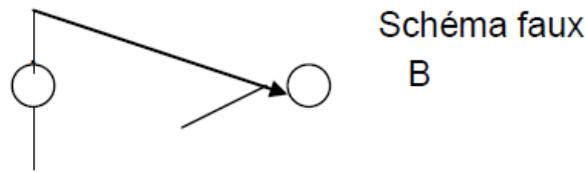
- Les caractéristiques d'une étape sont les suivantes :
- Elle marque le début et/ou la fin d'une ou plusieurs tâches ;
- Elle représente un jalon d'avancement dans le temps ;
- Elle ne consomme pas de temps ;
- Elle n'utilise pas de moyens.

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.

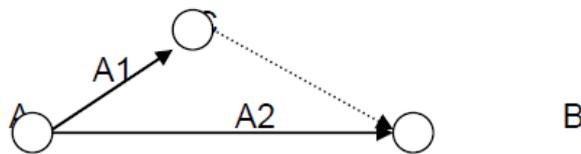
b) Règles strictes à observer dans l'élaboration du schéma

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:

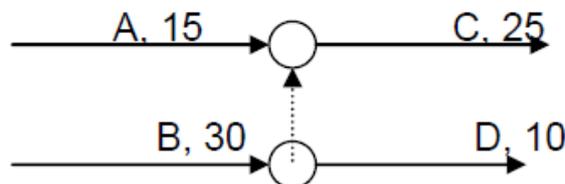


Dans la réalité cependant, il est possible de trouver des cas où avant de réaliser B en partant de A, il faut employer deux activités A1 et A2. Selon les règles de PERT, on conseille dans ces cas d'introduire un nouveau nœud C et joindre C et B par des pointillés pour montrer qu'il s'agit là d'une *activité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

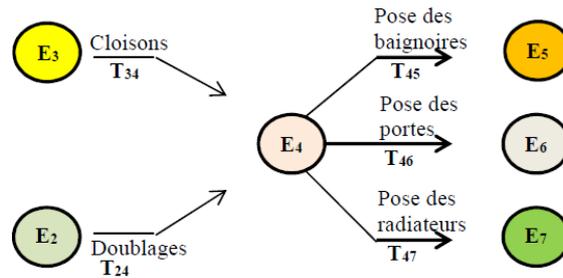


Figure Articulaton du réseau

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

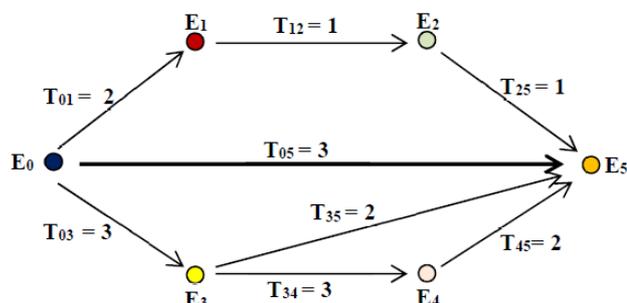
- Date de réalisation au plus tôt des étapes. C'est la date la plus proche de l'origine à laquelle on peut réaliser une étape. Pour la calculer, il faut ajouter à la date au plus tôt de chacune des étapes immédiatement précédentes de l'étape considérée la durée de la tâche de liaison. Pour les valeurs 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.

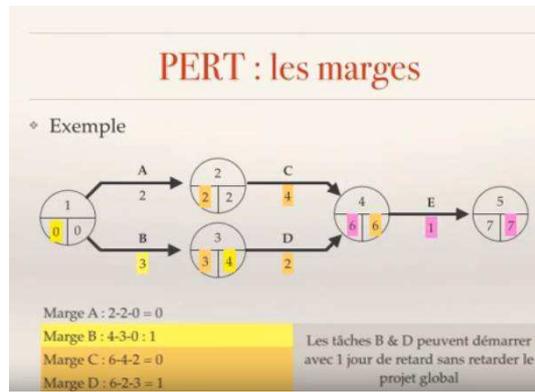
Exemple : pour la tâche (T₁₂), cette date est (2+1=3).

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.

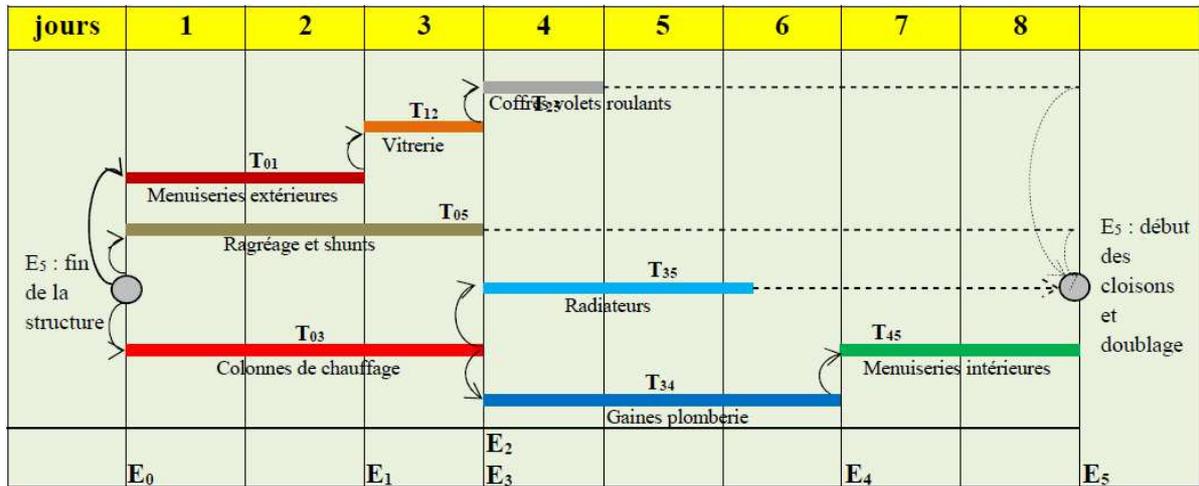


Figure Graphe-planning

TRAVAIL DIRIGÉES

Le but de la séance de Travaux Dirigés consiste à donner aux étudiants une idée claire et consistante sur l'utilité des rendements et les habituer à travailler avec les rendements individuels et par équipes de travail.

Etude du prix TD N°01

Il s'agit de définir pour chaque tâche élémentaire les quantités de matériaux, les temps d'exécution et les prix unitaires, afin de pouvoir arrêter le devis estimatif définitif, fixer le prix global de l'offre et rédiger la soumission.

Définitions

Activités ou 'Tâches'

La définition des activités implique d'identifier et de documenter les activités spécifiques à exécuter, [identifiés dans l'organigramme des tâches (O.T)].

[Dans ce processus, la nécessité de définir les activités du projet de telle manière que les objectifs de celui-ci soient atteints est implicite].

1. *Tâche élémentaire* – correspond au plus petit travail (ou partie de travail) individualisé et homogène, [choisi pour l'ordonnancement et la planification], et présente une unité par :

- Son contenu ;
- Sa localisation en espace ;
- Sa durée de temps ;
- Son exécutant [généralement une équipe du même corps de métier].

Le travail désigné par la tâche consomme du temps et des moyens. On parle alors d'une tâche réelle.

2. *Tâche d'attente* – Tâche ne demandant pas un travail mais consommant du temps (par exemple, le séchage des cloisons, le durcissement du béton, le délai d'obtention d'une autorisation administrative, etc.).

3. *Tâche fictive* – Tâche qui ne consomme ni de temps, ni de moyens matériels (par exemple, la mise sous tension d'un équipement électrique).

Elle est dite encore lien zéro, ou DUMMY, comme relation d'ordre dans le réseau de flèches – tâches (méthode du « chemin critique ») avec écart de temps nul.

4. *Tâche critique* – [Tâche de marge totale nulle. Elle appartient au chemin critique (revoir principe n°9 et la méthode du « chemin critique) et] son retard d'exécution met en danger le respect du délai général d'exécution du projet.

5. Travail – Exécution de la plus petite partie du marché de travaux concrétisée par une tâche (ou activité) [dans la planification].

CALCULS DES DUREES DES TACHES

EXEMPLES DE TACHES :

Le travail à exécuter par une équipe déterminée : le bétonnage d'une dalle de plancher au-dessus du rez-de-chaussée ;

- L'intervention d'un bureau d'études pour :
 - ☆ l'approbation d'un matériau proposé ;
 - ☆ l'établissement des plans de détail.
 - ☆ l'installation du chantier ;
 - ☆ L'intervention d'un fournisseur ou d'un sous-traitant : la fabrication et la livraison de poutres préfabriquées.

Pour pouvoir être employée dans un planning, la tâche doit être quantifiée et représentée. Dès lors, on définira pour chaque tâche :

- le contenu du travail à effectuer. Par exemple : 220 m² maçonnerie de façade I^{er} étage ;
- le temps moyen d'exécution par unité (le rendement individuel). Par exemple : 2 heures-homme (hH) par m² ;
- l'effectif normal d'une équipe, ou le matériel. Par exemple : 5 maçons et 2 manœuvres.

A partir de ces données, on peut calculer ensuite la durée d'exécution de chaque tâche, par la formule :

$$\text{La durée d'exécution} = \frac{\text{Contenu du travail} \times \text{Temps unitaire moyen}}{\text{Effectif de l'équipe} \times \text{Temps légal de travail}}$$

Suivant les chiffres donnés dans notre exemple, cette durée sera de :

$$\text{La durée d'exécution} = \frac{220 \text{ m}^2 \text{ maçonnerie} \times 2 \text{ hH} / \text{m}^2}{7 \text{ hommes} \times 8 \text{ h} / \text{jour}} = \pm 8 \text{ jours ouvrés}$$

Pour les tâches dont on ne connaît pas le temps moyen d'exécution par unité, il faudra faire une estimation de la durée totale.

[Cette durée de travail, calculée ou estimée, et l'équipe sont ensuite introduites comme données dans le planning.]

Ce temps peut être allongé ou écourté en cours d'exécution en fonction de l'avance ou du retard par rapport au déroulement prévu aux plannings, pour autant que le lieu de travail permette une augmentation ou une diminution de l'équipe prévue.

Le temps unitaire

Le temps unitaire correspond à la durée de travail d'un homme « moyen » pour réaliser à lui seul une unité d'ouvrage.

L'homme « moyen » représente pour une équipe ou pour un effectif de « n » personnes effectuant en un temps donné une quantité « Q » d'ouvrage, celui qui, à lui seul et en fournissant un effort moyen de travail, produirait « Q / n » dans le même temps.

Très souvent, la mention « moyen » est sous-entendue dans la désignation du temps d'exécution et du prix d'ouvrier.

Le temps unitaire est toujours donné en fraction décimale d'heure, de façon à faciliter les multiplications et les additions.

EXEMPLE : Le temps unitaire d'une maçonnerie de briques creuses est de 2,60 hH / m².

Cela veut dire que pour réaliser 1 m² de maçonnerie :

Un homme mettra théoriquement 2,60 h, soit 2 h et 36 min ;

- deux hommes mettront théoriquement $\frac{2,60}{2} = 1,30$ h ;
- trois hommes mettront théoriquement $\frac{2,60}{3} = 0,87$ h, etc.

Pour réaliser une maçonnerie de 615 m² le temps total sera de :

$$2,60 \times 615 = 1599 \text{ heures, arrondies à } 1600 \text{ heures de main d'œuvre.}$$

Un homme mettra théoriquement 1600 heures ;

- Deux hommes mettrons théoriquement $\frac{1600}{2} = 800$ h, etc.

Ressource

D'une manière générale, une ressource qualifie « ce qui va être consommé au cours de la réalisation d'une tâche. Peut-être du matériels, des matériaux mais également de la main d'œuvre. Optimiser l'utilisation des ressources vise à rationaliser leurs affectations pour chaque tâche en associant à chaque ouvrage la bonne quantité de ressources.

Comment définir la quantité de ressource à louer à une tâche ?

Dans le cas des ressources humaines, c'est-à-dire la main d'œuvre, il est impératif de bien comprendre la formule permettant de les quantifier.

La formulation pour définir la quantité de ressources associée à une tâche :

$$\text{Effectif} = (\text{Quantité} * \text{T.U}) / (\text{Amplitude} * \text{Durée})$$

Définitions plusieurs notions

Effectif : effectif moyen attribué à une tâche du planning = nombre d'ouvriers d'une tâche

Durée : durée en jours associée à une tâche

Quantité : quantité totale d'ouvrages associée à une tâche, issue du sous-détail de votre métré opérationnel décomposé par niveau et par élément : 150m² de dalle de R+1

T.U : temps unitaire associé à la tâche = temps de main d'œuvre nécessaire à la réalisation d'une unité de l'ouvrage associé « exemple : 0.8 heures par m² de dalle »

Amplitude : amplitude nominale de travail d'un ouvrier au cours d'une journée « exemple : 8heures par jour »

Vérification avec exemple

Une tâche nommée « voiles du R+1 » représente la réalisation de 2000m² de murs. La durée est de 10jours. Le temps unitaire est de 0.7 heures/m². Les ouvriers travaillent 7 heures par jour.

Commençons par calculer le total d'heures associé à la tâche :

$$\text{Quantité} * \text{TU} = 2000\text{m}^2 * 0.7\text{heures/m}^2 = 1400\text{heures}$$

Calculons la seconde partie de l'équation :

$$\text{Amplitude} * \text{Durée} = 7\text{h/jour/ouvriers} * 10\text{jours} = 70\text{heures par ouvrier}$$

Enfin, divisons le premier résultat par le deuxième :

$$E_{\text{ff}} = 1400\text{heures} / 70\text{heures/ouvrier}$$

$$E_{\text{ff}} = 20\text{ouvriers}$$

Le rendement

Indique la quantité d'unités d'ouvrage réalisée en une durée donnée, généralement une heure ou une journée.

Le temps unitaire (T.U.) et le rendement (R) sont donc de nombres inverses l'un à l'autre :

$$\text{T.U.} = \frac{1}{R} \quad , \text{ ou } \quad R = \frac{1}{\text{T.U.}}$$

EXEMPLE : rendement

Si le temps unitaire nécessaire pour réaliser une maçonnerie de briques creuses est de 2,60 hH / m², le rendement correspondant pour un homme « moyen » sera de :

$$R_{1 \text{ ouvrier}} = \frac{1 \text{ m}^2}{2,60 \text{ hH}} = 0,38 \text{ m}^2 / \text{hH} , \text{ arrondi à } 0,4 \text{ m}^2 / \text{hH},$$

ou : $0,4 \text{ m}^2 / \text{hH} \times 8 \text{ h} / \text{jour} = 3,2 \text{ m}^2 / \text{jour}.$

Pour une équipe de 5 ouvriers, le rendement sera de :

$$R_{\text{équipe}} = 0,4 \text{ m}^2 / \text{hH} \times 5 = 2,00 \text{ m}^2 / \text{hH} ,$$

ou : $2,00 \text{ m}^2 / \text{hH} \times 8 = 16,00 \text{ m}^2 / \text{jour}.$

Les temps unitaires et les rendements sont essentiellement nécessaires pour les calculs des durées des tâches de planning.

Ils diffèrent d'un ouvrier à l'autre et d'une équipe à l'autre en fonction de leur habileté et qualification, ainsi que des conditions de travail.

C'est pour cela que pour les besoins de planification il faut prendre des valeurs moyennes (voir aussi Principe N° 7) .

TD N°02

Le travail comprend un exemple de calcul des rendements de la main d'œuvre, que les étudiants sont appelés à effectuer sous la direction et les conseils de l'enseignant.

Dans le planning de production d'une entreprise pour un marché important, dont le délai est de 4 mois, le planificateur a prévu pour la tâche « maçonneries intérieures » :

- Quantité à exécuter (source : avant-métré) : 1880.00 m² ;
- Temps unitaire individuel théorique (source : tableau de temps unitaires moyens de l'entreprise) : 1.8 hH / m² ;
- Durée d'exécution : 10 jours.

Dans le planning de main d'œuvre, pour la même tâche « maçonneries intérieures », il a prévu :

- Effectif = nombre d'ouvriers = 42 ;
- Equipes = 42 / 6 = 7 équipes ;
- Composition d'une équipe : 6 ouvriers, dont 4 maçons et 2 manœuvres.
- Main d'œuvre : 28 maçons et 14 manœuvres.

De plus, la tâche fait part du chemin critique déterminé sur l'ensemble de tâches.

Sur le chantier, les sept équipes ont été distribuées à sept endroits de travail différents et travaillent sous la direction d'un chef de chantier et d'un métreur-pointeur qui, sachant que la tâche est critique, la suit de proche.

Après cinq jours de travail ils ont enregistré les données d'avancement journalier suivant :

N° EQUIPE	NOMBRE DE m ² REALISES DANS LA JOURNEE										TOTAL m ² / EQUIPE
	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	
1	22,00	22,50	21,50	21,00	23,00						110,00
2	27,50	28,50	28,00	29,00	27,00						140,00
3	33,00	31,00	31,50	32,50	32,00						160,00
4	27,00	28,00	27,50	26,00	26,50						135,00
5	21,50	20,50	21,00	20,00	22,00						105,00
6	35,00	34,00	36,00	34,50	35,50						175,00
7	15,50	14,50	15,00	14,00	16,00						75,00
TOTAL/ JOUR	181,50	179,00	180,50	177,00	182,00						900,00

QUESTIONS :

1. Reconstituer la marche suivie par le planificateur pour établir la durée d'exécution de la tâche « maçonneries intérieures » à 10 jours et l'effectif de main d'œuvre à :

7 équipes x 6 ouvriers = 42 ouvriers.

2. Etablir :

- l'écart de temps de réalisation des travaux par rapport au planning ;
- les rendements réels des équipes par rapport au rendement théorique, exprimés en m² et % ;
- les mesures à prendre pour corriger éventuellement la situation.

SOLUTION :

1. Pour reconstituer la marche suivie par le planificateur, il faut reprendre ses calculs dès le début :

$$\text{Rendement individuel} = \frac{1}{\text{Temps unitaire individuel}} = \frac{1}{1,8 \text{ hH} / \text{m}^2} = \square 0,56 \text{ m}^2 / \text{h} .$$

$$\text{Durée totale individuelle} = \frac{\text{Quantité de travail à réaliser}}{\text{Rendement individuel}}$$

En introduisant les chiffres :

$$\text{Durée totale individuelle} = \frac{1880,00 \text{ m}^2}{0,56 \text{ m}^2 / \text{h}} = 3357,14 \text{ heures individuelles} .$$

Ensuite on calcule la durée individuelle en jours de travail :

$$\text{Durée totale individuelle} = \frac{\text{Total heures individuelles} \quad 3357,14 \text{ h}}{8 \text{ heures de travail} / \text{jour} \quad 8 \text{ h} / \text{j}} = \text{-----} = 419,63 \text{ j} .$$

Et, puisqu'il s'agit de sept places de travail (endroits) différents :

$$\text{Durée totale individuelle} / \text{Endroit} = \frac{419,63 \text{ j} \quad \square 420,00 \text{ j}}{7 \text{ endroits} \quad 7 \text{ endroits}} = \text{-----} = 60,00 \text{ j} / \text{endroit} .$$

Le calcul de la durée d'une tâche de planning est un processus complexe tenant compte de plusieurs facteurs (revoir Module N° 19).

Dans notre cas, le délai étant de 4 mois et la tâche étant sur le chemin critique, le planificateur jouait sur une fourchette comprise de 8 à 12 jours comme durée possible pour la tâche.

Après tâtonnements du jeu de chaîne (calcul des marges des tâches) , il a choisi la moyenne de 10 jours comme durée pour la tâche « maçonneries intérieures » .

Pour réaliser 420 jours de travail individuel en 10 jours durés de tâche de planning :

$$\text{Nombre d'ouvriers} = \frac{420,00 \text{ jours}}{10 \text{ jours}} = 42 \text{ ouvriers.}$$

D'où :

$$\text{Equipe} = \frac{42 \text{ ouvriers}}{7 \text{ endroits}} = 6 \text{ ouvriers.}$$

Généralement, sur un chantier, 2 maçons sont bien servis par 1 manœuvre.

C'est la raison pour laquelle le planificateur a finalement établi la composition de la main d'œuvre nécessaire pour accomplir la tâche, à 28 maçons et 14 manœuvres (4 maçons et 2 manœuvres par équipe).

VERIFICATION :

$$\text{La durée d'exécution} = \frac{\text{Contenu du travail} \times \text{Temps unitaire moyen}}{\text{Effectif de l'équipe} \times \text{Temps légal de travail}}$$

Suivant les chiffres donnés dans notre exemple, cette durée sera de :

$$\text{Durée d'exécution} = \frac{1880,00 \text{ m}^2 \text{ maçonnerie} \times 1,8 \text{ hH} / \text{m}^2}{42 \text{ hommes} \times 8 \text{ h} / \text{jour}} = 10,07 \text{ jours ouvrés .}$$

2. Méthode à

suivre :

- On détermine le rendement horaire théorique moyen de l'équipe idéale, tel qu'il a été considéré pour les calculs du planning et on le considère comme 100%.
- On calcule pour chaque équipe le rendement réel moyen des 5 jours de travail, tel qu'il a été révélé par le pointeur dans son tableau, et on le compare avec 100%.
- On détermine par calcul le rendement réel moyen pour les 7 équipes pendant les 5 jours de travail, on le compare avec 100%, et, tenant compte aussi de la quantité de travail exécutée en 5 jours (900,00 m²), on établit l'écart de temps et de quantité de travail par rapport aux données du planning.
- Suivant que l'écart est négatif, zéro ou positif, on envisage les mesures à prendre.
- Le planning ne peut être actualisé qu'au sens du respect absolu de la durée, vu que la tâche se trouve sur le chemin critique.

Rendement équipe / heure = $0,56 \text{ m}^2 / \text{h} \times 6 \text{ ouvriers} = 3,36 \text{ m}^2 / \text{h} = 100 \% .$
Rendement équipe / jour = $3,36 \text{ m}^2 / \text{h} \times 8 \text{ h} / \text{j} = 26,88 \text{ m}^2 / \text{j} = 100 \% .$
Rendement équipe / 5 jours = $26,88 \text{ m}^2 \times 5 \text{ j} = 134,40 \text{ m}^2 = 100 \% .$
Rendement 7 équipes / heure = $3,36 \text{ h} / \text{m}^2 \times 7 = 23,52 \text{ m}^2 / \text{h} = 100\% .$
Rendement 7 équipes / jour = $23,52 \text{ m}^2 / \text{h} \times 8 \text{ h} / \text{j} = 188,16 \text{ m}^2 / \text{j} = 100 \% .$

On peut reprendre maintenant le tableau du pointeur de la façon suivante :

EQUIPE	m ² REALISES DANS LA JOURNEE					TOTALm ² / EQUIPE	134,40 m ² = 100 %	ECART / 5j (%)
	J1	J2	J3	J4	J5			
1	22,00	22,50	21,50	21,00	23,00	110,00	81,84	- 18,16
2	27,50	28,50	28,00	29,00	27,00	140,00	104,17	+ 4,17
3	33,00	31,00	31,50	32,50	32,00	160,00	119,05	+ 19,05
4	27,00	28,00	27,50	26,00	26,50	135,00	100,45	+ 0,45
5	21,50	20,50	21,00	20,00	22,00	105,00	78,13	- 21,88
6	35,00	34,00	36,00	34,50	35,50	175,00	130,21	+ 30,21
7	15,50	14,50	15,00	14,00	16,00	75,00	55,80	- 44,20
TOT/JOUR	181,50	179,00	180,50	177,00	182,00	900,00	95,66	- 4,34
188,16 = 100 %	96,46	95,13	95,93	94,07	96,73			
ECART / j	- 3,54	- 4,87	- 4,07	- 5,93	- 3,27			- 4,34

MESURES POSSIBLES POUR CORRIGER LA SITUATION :

Vu l'écart négatif égal à - 4,34 % , il faut prendre des mesures rapides pour revenir dans les limites du planning (étant donné que la tâche est critique).

Coupables du non-respect de l'avancement prévu sont les équipes N° 1, 5 et 7.

Le cas échéant, les mesures peuvent être :

- Soit obliger les chefs des équipes N° 1, 5 et 7 d'accélérer le travail, en adoptant éventuellement des sanctions de payement ;
- Soit, si les conditions financières du marché et de l'entreprise le permettent, renforcer d'un maçon chaque équipe en défaut (N° 1, 5 et 7) ;
- Soit, si le marché de travail est abondant, renoncer d'urgence aux services des susdites équipes et organiser un concours d'embauche en suivant la procédure décrite à l'exemple N° 2 du TP N° 1 (sous réserve de perdre encore au moins 1 jour pour organiser le concours).

REMARQUES ET CONSEILS PRATIQUES :

Ce n'étant qu'un exercice, en réalité, pour éviter tous les risques possibles, lorsqu'il s'agit de tâches critiques, un chef de chantier expérimenté essaiera de prendre les mesures suivantes, avant le début de la tâche :

- Assurer en avance les quantités de matériaux nécessaires pour toute la durée de la tâche (pour éliminer les aléas d'approvisionnement et de transport) ;
- Assurer l'homogénéité qualitative des équipes de travail, en choisissant les ouvriers les mieux qualifiés et les plus expérimentés (pour éviter les grands décalages d'avancement).
- Déterminer les écarts négatifs, de temps et de quantités dès qu'ils se manifestent (le premier ou le deuxième jour) et les éliminer une fois pour toutes.

TD N° 03

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:

Tableau

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 fers à béton	E	-	7
Coupe et fabrication 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 ?

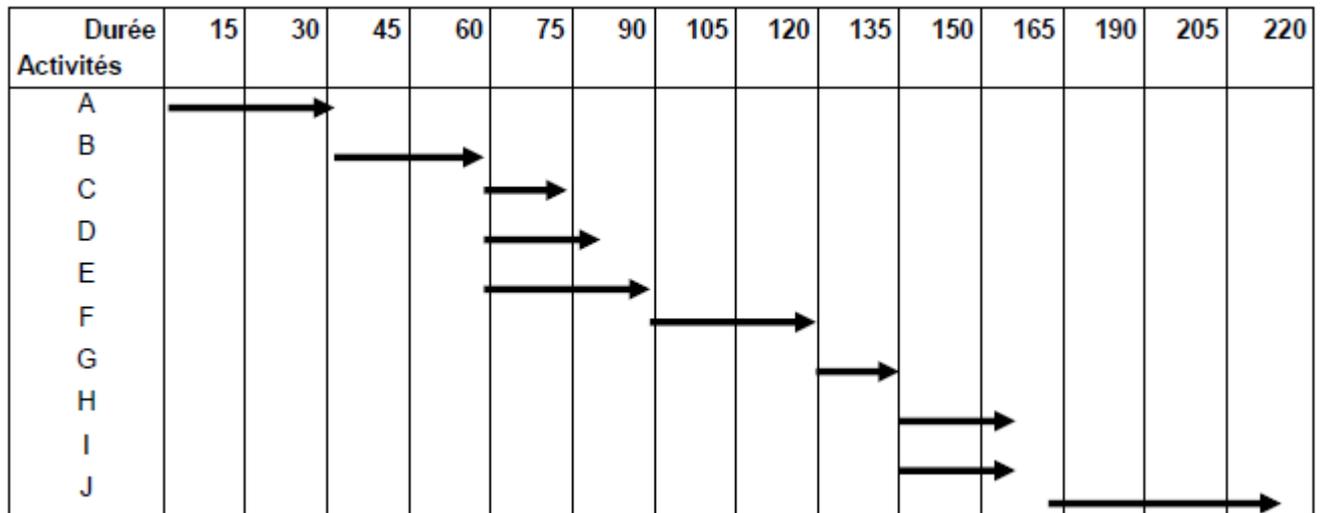
Tableau : Logique de construction

Tâches	Désignation	Tâches précédentes	Tâches suivantes
Nivellement	A	Aucune	B
Tracé de fondation	B	A	C
Fouilles	C	B	D
Fournitures et pose coffrage	D	C	G
Commande de fer	E	Aucune	F
Coupe d'acier	F	E	G
Pose acier	G	F - D	J
Agrégats	H	Aucune	J
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.

Tableau 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.