

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MUSTAPHA STAMBOULI DE MASCARA
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE



Polycopié de Cours

ORGANISATION DES CHANTIERS

Présenté par :

Dr BACHIR BOUIADJRA Rabbab

Ce cours est destiné aux étudiants de la troisième année Licence Génie
Civil

Algérie
2019

Table des matières

Avant Propos.....	i
Chapitre 1 Installation des Chantiers	1
1.1 <i>Introduction</i>	1
1.2 <i>Les intervenants d'un projet de construction</i>	1
1.2.1 <i>Le maitre de l'ouvrage</i>	1
1.2.2 <i>Le maitre d'oeuvre</i>	2
1.2.3 <i>Organisme de contrôle</i>	2
1.2.4 <i>Etreprise de réalisation</i>	3
1.3 <i>Organisation & installation de chantier</i>	3
1.3.1 <i>Les espaces nécessaires</i>	4
1.3.2 <i>Répartition organisationnelle des zones</i>	5
Chapitre 2 Matériels de Chantier.....	7
2.1 <i>Définition</i>	7
2.2 <i>Classification des engins des chantier</i>	7
2.3 <i>Entretien et amortissement du matériel</i>	8
2.3.1 <i>Entretien des engins</i>	8
2.3.2 <i>Calcul des amortissements des engins</i>	9
2.3.2.1 <i>La méthode d'amortissement uniforme</i>	9
2.3.2.2 <i>La méthode d'amortissement dégressif</i>	10
2.4 <i>Matériels de chantier</i>	10
Chapitre 3 Planification des Travaux.....	21
3.1 <i>Temps unitaire</i>	21
3.1.1 <i>Définition du temps d'utilisation de la main-d'oeuvre</i>	21
3.1.2 <i>Méthode d'élaboration</i>	21
3.2 <i>Utilisation de la norme temps</i>	23
3.2.1 <i>Facteur d'influence</i>	23
3.2.2 <i>le coefficient de chantier</i>	23
3.3 <i>Bibliothèque des temps unitaires</i>	23
3.4 <i>Rendement</i>	27
Chapitre 4 Planning et Ordonnancement.....	28
4.1 <i>Introduction</i>	28
4.2 <i>Définition</i>	29
4.2.1 <i>La planification d'un projet</i>	29
4.2.2 <i>Les plannings</i>	29
4.2.3 <i>Différentes catégories des plannings</i>	29

4.2.3.1	<i>Le planning général d'avancement des travaux</i>	29
4.2.3.2	<i>Les plannings particuliers</i>	29
4.3	<i>Etablissement des plannings</i>	30
4.3.1	<i>Les documents nécessaires à l'établissement du planning</i>	30
4.3.2	<i>Les renseignements nécessaires à l'établissement du planning</i>	31
4.3.2.1	<i>Renseignement à obtenir du maitre de l'ouvrage</i>	31
4.3.2.2	<i>Renseignement à obtenir des entreprises</i>	31
4.4	<i>Etablissement des plannings</i>	31
4.4.1	<i>Le planning Gantt</i>	31
4.4.2	<i>Méthode planning de Pert</i>	32
4.4.3	<i>Le planning chemin de Fer</i>	33
4.5	<i>Plannings particuliers</i>	33
4.5.1	<i>Planning de fabrication et d'approvisionnement du chantier</i>	34
4.5.2	<i>Planning de fabrication et d'approvisionnement des éléments préfabriqués</i>	35
4.5.3	<i>Courbes de production</i>	35
4.5.4	<i>Planning de consultation des sous traitants</i>	36
4.5.5	<i>Planning d'utilisation du matériels et des engins</i>	36
4.5.6	<i>Planning de rotation du matériels</i>	36
4.5.7	<i>Planning d'affectation du personnel</i>	36
4.5.7.1	<i>Courbes d'effectifs</i>	36
4.5.7.2	<i>Courbes des heures cumulées de main d'oeuvre</i>	37
4.5.7.3	<i>Planning de gestion de main d'oeuvre</i>	37
4.5.7.4	<i>Planning d'acompte-courbe financier</i>	38
4.6	<i>La pratique du Planning</i>	38
4.6.1	<i>Les délais</i>	38
4.6.1.1	<i>Les délais d'exécution</i>	39
4.6.2	<i>L'élaboration du planning des travaux</i>	39
4.6.2.1	<i>Méthodologie d'établissement du planning</i>	39
4.6.2.2	<i>Décomposer le projet en taches élémentaires</i>	39
4.6.2.3	<i>Examiner les contraintes de dépendance</i>	39
4.6.2.4	<i>Attribuer un temps à chaque tache élémentaire</i>	40
4.6.2.5	<i>Etablir le graphe-planning</i>	40
4.7	<i>L'ordonnancement</i>	40

Chapitre 5	Langage Pert	42
5.1	<i>Définition</i>	42
5.2	<i>Principe de la méthode : Le graphe</i>	42
5.3	<i>Elément de réseau</i>	43
5.4	<i>Règles de construction du réseau</i>	44
5.5	<i>Prise en compte des délais</i>	45
	5.5.1 <i>L'évaluation des durées</i>	45
	5.5.2 <i>Le calcul des dates de réalisation des étapes</i>	45
	5.5.3 <i>Le calcul des dates d'acouplissement des taches</i>	47
5.6	<i>Reconversion du graphe en graphe-planning</i>	48
Chapitre 6	Conduite des chantiers	49
6.1	<i>Généralités</i>	49
6.2	<i>Rôle de l'installation de chantier</i>	49
	6.2.1 <i>Organiser le déroulement du chantiers</i>	49
	6.2.2 <i>Ordonner le chantier</i>	49
	6.2.3 <i>Positionner les éléments</i>	49
6.3	<i>Rôle de l'installation de chantier</i>	50
6.4	<i>Méthodologie d'élaboration d'un plan d'installation de chantier</i>	51
	6.4.1 <i>Préliminaires</i>	51
	6.4.2 <i>Elaboration du plan d'installation du chantier</i>	52
6.5	<i>Planning d'un chantier</i>	53
	6.5.1 <i>Son Role</i>	53
6.6	<i>Le contrôle de chantier</i>	53
6.7	<i>Les réunions de chantier</i>	54
	6.7.1 <i>Les types de réunions</i>	54
6.8	<i>Le certificat de conformité</i>	54
6.9	<i>La réception provisoire</i>	54
6.10	<i>Réception définitive</i>	55
6.11	<i>La responsabilité et garantie décennale</i>	55
References	56

Avant Propos

Ce cours d' « **ORGANISATION DES CHANTIERS** » a été rédigé à l'intention des étudiants de troisième année Licence Génie Civil. Il est conforme au programme officiel.

Ce polycopié s'articule au tour de six chapitres selon le programme de la troisième année Licence Génie civil.

Le contenu du premier chapitre concerne l'installation et la préparation des chantiers, selon les particularités des chantiers de construction.

Le chapitre suivant donne des notions sur le matériel utilisé dans les chantiers ainsi que le calcul des rendements du matériel.

Dans chapitre 3, on s'intéresse à la planification des travaux, et la détermination des temps unitaire de mains d'œuvre et des rendements, et le calcul du temps total prévisionnel de mains d'œuvre et de matériel.

Dans chapitre quatre on expose, le thème de planning et l'ordonnancement, des généralités sur les plannings, avec différentes catégories, et les méthodes de présentation des plannings.

Au chapitre 5, la représentation graphique du réseau PERT est présentée, ainsi que la reconversion du réseau PERT en planning de Barre (GANTT).

Enfin, le dernier chapitre est réservé à la présentation de l'installation, la gestion et le contrôle des chantiers.

Le polycopié représente ainsi un support pédagogique important aux étudiants de Génie Civil.

Mascara, le 24 Février 2019

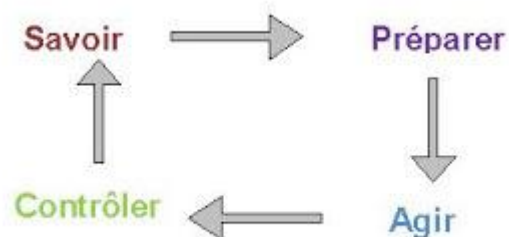
Chapitre 1 : **Installation des Chantiers**

1.1 INTRODUCTION

Un chantier est défini par une installation permanente dans un lieu généralement ouvert, il dure le temps de la construction de l'ouvrage.

L'organisation d'un chantier est l'ensemble des dispositions envisagées pour l'exécution dans les meilleures conditions possibles d'un travail pour abaisser les coûts de productions en favorisant à l'homme et à la machine un contexte favorable de façon à accroître la productivité. Pour cela, il faut :

- Comprendre afin de prévoir, d'organiser, de préparer avant d'agir ;
- Bien exécuter, ordonner et coordonner le programme d'action ;
- Contrôler pour savoir si nos prévisions étaient valables et que nous pouvons les exécuter pour les prochains chantiers.



L'étude relative à l'organisation d'un chantier, quelle que soit son importance est une technique utile et bien précise tendant à assurer l'exécution des travaux dans les meilleurs délais avec le moindre coût.

Donc en vue de la bonne organisation d'un travail, on cherche à le rendre plus économique, de bonne qualité et les délais les plus brefs possibles.

1.2 Les Intervenants d'un Projet de Construction

1.2.1 Le Maître de l'ouvrage

Dans les opérations de construction, le maître d'ouvrage est la personne qui dispose du terrain, qui décide de réaliser les travaux et qui fixe le programme de réalisation. Il est également chargé de réunir le financement, de choisir et de payer les professionnels responsables de la réalisation, et de signer les marchés de travaux. Le maître d'ouvrage confie l'établissement du projet de

construction et le contrôle de l'exécution au maître d'œuvre (le plus souvent un bureau d'étude comprenant des architectes et / ou des géomètres experts et / ou des ingénieurs-conseils). Ce dernier s'assure que le programme de construction est bien réalisable et conçoit le projet en respectant les règles de l'art, la réglementation et le coût fixé par le maître d'ouvrage. Il introduit les demandes d'autorisation administrative, prépare le dossier de consultation des entreprises, participe à la mise au point du marché, surveille le chantier et assiste le maître d'ouvrage pour la réception des travaux.

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.

1.2.2 Le Maître d'œuvre

C'est la personne physique ou morale (bureau d'étude, groupe d'architecte et d'ingénieurs) qui sera désignée par le maître de l'ouvrage pour la conception et le contrôle d'exécution de l'ensemble des ouvrages à réaliser.

Son rôle :

- 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 des 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.

1.2.3 Organisme de contrôle

Les contrôleurs techniques ont pour mission de contribuer à la prévention des différents aléas techniques rencontrés dans la réalisation des ouvrages, ils interviennent de la conception jusqu'à l'achèvement des travaux.

En Algérie, la mission de contrôle des chantiers de bâtiments est confiée au **Control Technique de Construction (C.T.C)**. Pour les ouvrages hydrauliques au **Control Technique Hydraulique (C.T.H)**.

1.2.4 Entreprise de réalisation

La responsabilité de l'entreprise est liée directement à l'exécution des travaux.

Son rôle :

- Exécuter les travaux conformément aux travaux ;
- 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 et une qualification.

1.3 Organisation & Installation de Chantier

L'organisation de chantier débute avec l'exécution des travaux, elle incombe essentiellement au responsable du chantier (chef de chantier, conducteur de travaux,...), qui reçoit des ordres de son entreprise.

Dès l'ouverture du chantier, le chef de chantier reçoit les documents indispensables à la bonne marche des travaux et, en particulier, le devis descriptif et les premiers plans d'exécution.

Le rôle du responsable direct de chantier est extrêmement important, et ses tâches sont nombreuses et souvent complexes. C'est, en définitive, de lui, de sa **valeur professionnelle** et de son **esprit d'organisation** que dépendront, pour une grande part, la **réussite** d'une affaire.

Il doit, non seulement, conduire rapidement les travaux, mais en prévoir les besoins à l'avance: plans, approvisionnement en matériaux et en matériel, main d'œuvre.

La première étape de l'organisation de chantier est l'installation proprement dite, et ce en commençant par:

- la réalisation de la clôture du chantier
- la mise en place du panneau du chantier qui comprend essentiellement les informations suivantes, à savoir:
 - La nature du projet
 - le maître d'ouvrage
 - le maître de l'œuvre
 - l'entreprise réalisatrice
 - l'organisme de contrôle
 - les délais de réalisation
 - le Numéro du permis de construire

La construction des locaux comme les bureaux de chantier, les vestiaires des ouvriers, les sanitaires en plus d'une fosse septique s'il n'y a pas possibilité de se brancher à un réseau des eaux usées.

Pour que le travail sur chantier soit bien mené, le responsable de chantier est obligé de prendre des notes, de remplir périodiquement des tas, en bref de tenir une comptabilité de chantier.

Cette comptabilité comporte les pièces suivantes:

- le carnet d'embauche ou de renseignements;
- le carnet de réception des plans;
- le carnet de réception des matériaux;
- le carnet d'attachement ou de travaux en régie;
- le carnet de rendez vous;
- le rapport de chantier et le carnet de pointage des ouvriers;
- le carnet de marche des travaux;

- la déclaration d'accident.

1.3.1. Les espaces nécessaires

§ Les stockages:

- Garages des véhicules et engins,
- Stockage des gros matériels (coffrage),
- Stockage des outillages et petits matériels spécialisés,
- Les composants blocs de béton aggloméré, briques, etc.
- Les pièces longues, tuyaux, etc.
- Les différents granulats,
- Les bois et aciers à bétons,
- Le stockage des liants et des matériaux sensibles à l'humidité.

§ Aire de coffrage:

- Travail sur les machines à bois débit, rabotage, dégauchissage,
- Préparation des coffrages « bois » (compris système d'aspiration des copeaux).

§ Aire de ferrailage:

- Débit des aciers,
- Façonnage des aciers,
- Assemblages des armatures.

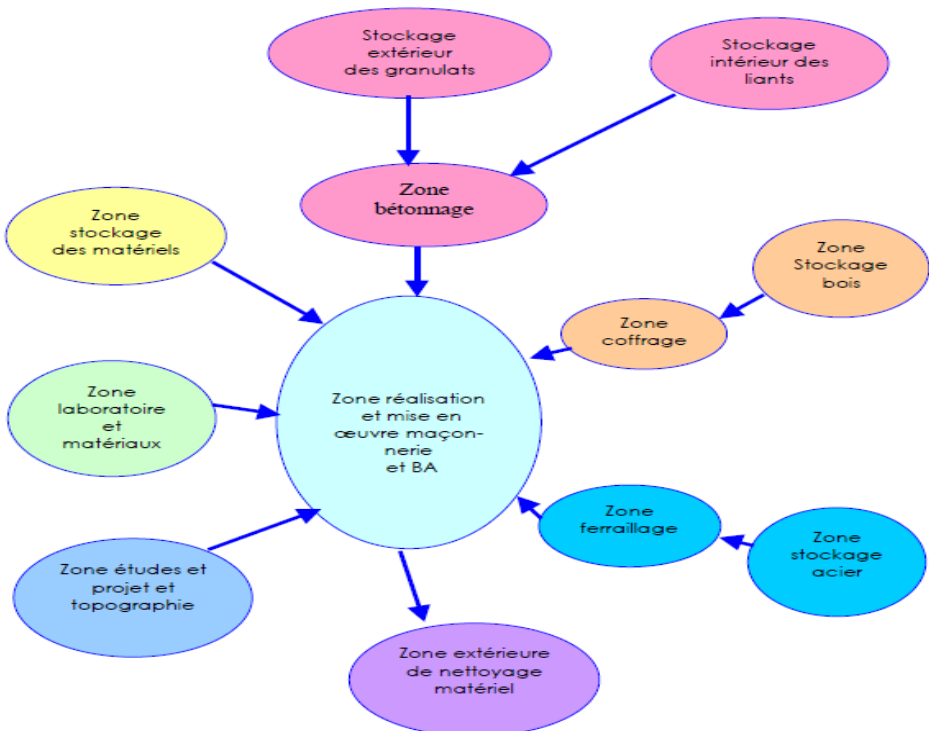
§ Aire de bétonnage (arrivée d'eau et évacuation avec bac de décantation) :

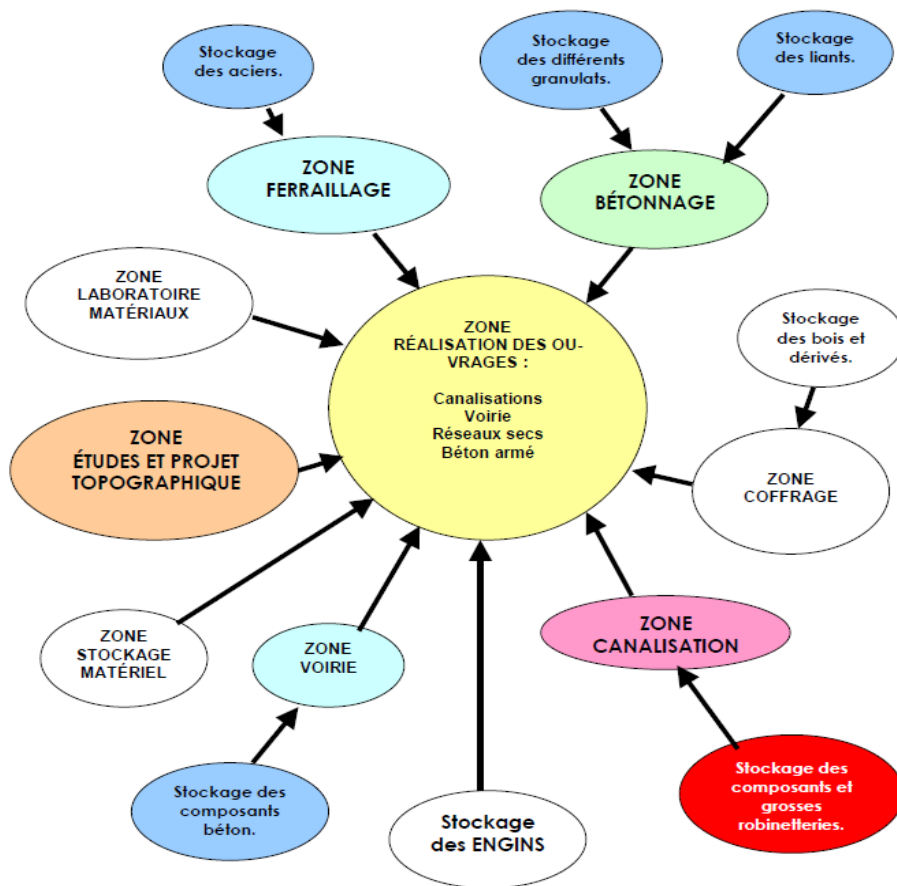
- Stockage temporaire de granulats et liants,
- Confection de béton,
- Confection de mortier.

§ Aire de réalisation et de pose:

- Assemblage du coffrage,
- Mise en place des armatures,
- Coulage du béton,
- Assemblage des blocs manufacturés,
- Réalisation d'enduits horizontaux et verticaux.

1.3.2. Répartition organisationnelle des zones :





Chapitre 2 : **Matériels de Chantier**

2.1 Définition

Un **engin de chantier** est un engin utilisé sur les chantiers pour effectuer différents travaux. Il en existe de différentes sortes :

- La grue pour soulever et maintenir en suspension des matériaux extrêmement lourds ;
- La bétonnière pour faire préparer du béton de ciment ;
- Le bulldozer pour araser une surface non plate ;
- La pelle mécanique hydraulique pour creuser des tranchées et charger des matériaux ;
- la décapeuse, aussi appelée *scraper* ou *motor-scraper* ;
- La niveleuse, aussi appelée *grader* ;
- Le camion de chantier ou tombereau utilisé pour transporter sur routes les fournitures nécessaires au chantier ; etc.

2.2 Classification des Engins de Chantier

Dans une classification moderne, les engins de chantier se répartissent en :

- Appareils de levage ;
- Appareils de transport ;
- Malaxeurs ;
- Usine de mélange ;
- Drague, excavateur, bateau drague ;
- Compacteur ;
- Appareils de forage ;
- Usine d'enrobé ou de béton d'asphaltage ;
- Machines servant à déplacer et à transporter la terre ;
- Appareils servant à la préparation du matériau.

2.3 Entretien et Amortissement du Matériel

2.3.1 Entretien des engins

A cause de leur régime dur de travail, et de leurs besoins quotidiens des carburants et lubrifiants, les engins de chantier nécessitent des opérations d'entretiens. D'après leurs fréquences les opérations d'entretien peuvent être journalières et périodiques.

Dans la catégorie d'entretien journalier sont comprises les règles suivantes :

- Le lavage d'engin à la fin du programme de travail.
- Le contrôle par le conducteur de l'engin de toutes les points de risque comme suit : la pression des pneus, la fiche de chenille, l'état des tuyaux hydrauliques de haute pression, le niveau d'huile, etc.
- La vérification usuelle comme : freins serrés, cales en places, godet abaissés, etc.

Dans la catégorie d'entretien périodique sont prévus :

- Les changements des huiles : à moteur, hydraulique, points de graissage
- Les changements des filtres : l'air, l'huile, gasoil, etc.
- Les changements des pièces usés : pneus, chenilles, freins, tuyaux, etc

Ces opérations d'entretien sont effectuées dans des ateliers spécialisés qui sont dotés avec des stades des essais, pour vérifier l'importance de l'usure des sous-ensembles.

Habituellement, chaque engin est prévu avec un compteur horaire pour le temps de travail, et dans son manuel d'emploi sont donnés les heures de fonctionnement quand il doit être arrêté et envoyer à l'atelier.

Pour les engins de terrassement, un problème courant est de choisir le type de dents adéquates pour le type de sol ou la catégorie de travaux qui doit être exécuté.

Pour pouvoir suivre les opérations d'entretien il faut établir pour chaque engin une fiche, sur laquelle on peut enregistrer les éléments suivants :

- La consommation journalière des carburants et lubrifiants.
- Le numéro des heures de travail.
- Les entretiens préventifs.
- Les pannes ou les accidents techniques.
- Les couts de ces opérations, etc.

2.3.2 Calcul des amortissements des engins

Il n'existe pas d'engins capables de travailler avec un rendement de 100 % à cause des arrêts suivants:

- entretien de la machine et des accessoires (par exemple : graissage)
- petites pannes (par exemple : changement d'un tuyau flexible)
- réglage des machines
- déplacement d'un poste de travail à un autre.
- arrêts du conducteur
- arrêts pour exécution d'autre ouvrages (par exemple : pose des tuyaux)
- arrêts dus à la circulation dans le chantier, etc.

Par rapport à ces éléments, on doit compter un rendement de 80 % (pour une heure de travail reste 50 minutes) pour les travaux pendant la journée, et de 66 % (pour une heure de travail reste 40 minutes) pour les travaux pendant la nuit.

La valeur d'amortissement d'un engin peut être déterminée par plusieurs méthodes, mais les plus utilisés sont :

- la méthode d'amortissement uniforme
- la méthode d'amortissement dégressif

2.3.2.1 La méthode d'amortissement uniforme :

C'est une méthode très simple et par conséquent très utilisée. Elle consiste à répartir le montant à amortir de la manière suivante :

prix d'achat (P_0) – le prix de liquidation (P_r), on aura la valeur :

$$M = P_0 - P_r \quad (2-1)$$

Dans ce cas, si on fixe n : nombre d'années correspondant à la vie de l'engin, alors la charge d'amortissement est déterminée avec la relation :

$$e = \frac{M}{n} = \frac{P_0 - P_r}{n} \quad (2-2)$$

Si on divise cette valeur annuelle par 12 mois, on trouve la valeur d'amortissement mensuelle, qui s'utilise comme valeur de facturation.

2.3.2.1 La méthode d'amortissement dégressif

Dans ce cas, il faut intervenir un pourcentage constant (r) de la valeur du matériel restant à amortir pendant toute la durée d'amortissement.

- pour la première année on amortira la valeur :

$$e_1 = P_0 \cdot r \quad (2-3)$$

- pour la deuxième année on amortira la valeur :

$$e_2 = P_0 \cdot (1-r)^2 \quad (2-4)$$

- pour la dernière année de la vie de l'engin, on trouve :

$$e_n = P_0 \cdot (1-r)^n \quad r = 1 - (P_r - P_0)^{1/n} \quad (2-5)$$

- pour cette méthode, on peut conclure qu'on ne peut jamais amortir intégralement un engin, puisqu'il reste toujours une valeur résiduelle.

2.4 Matériels de Chantier



Figure 2.1 *Bulldozer*



Figure 2.2 *Bouteur-chenille*



Figure 2.3 *Tractopelle*



Figure 2.3 *Les rippers*



Figure 2.4 *Les excavateurs*



Figure 2.5 *Les niveleuses*



Figure 2.6 *Les chargeurs*



Figure 2.7 *Les compacteurs*



Figure 2.8 *La bétonnière*



Figure 2.9 *Camion toupie*



Figure 2.10 *Les stations centralisées du béton*



Figure 2.11 *Pompes à béton*



Figure 2.12 *Les bennes distributrices*



Figure 2.12 *Le vibreur*



Figure 2.13 *La grue*

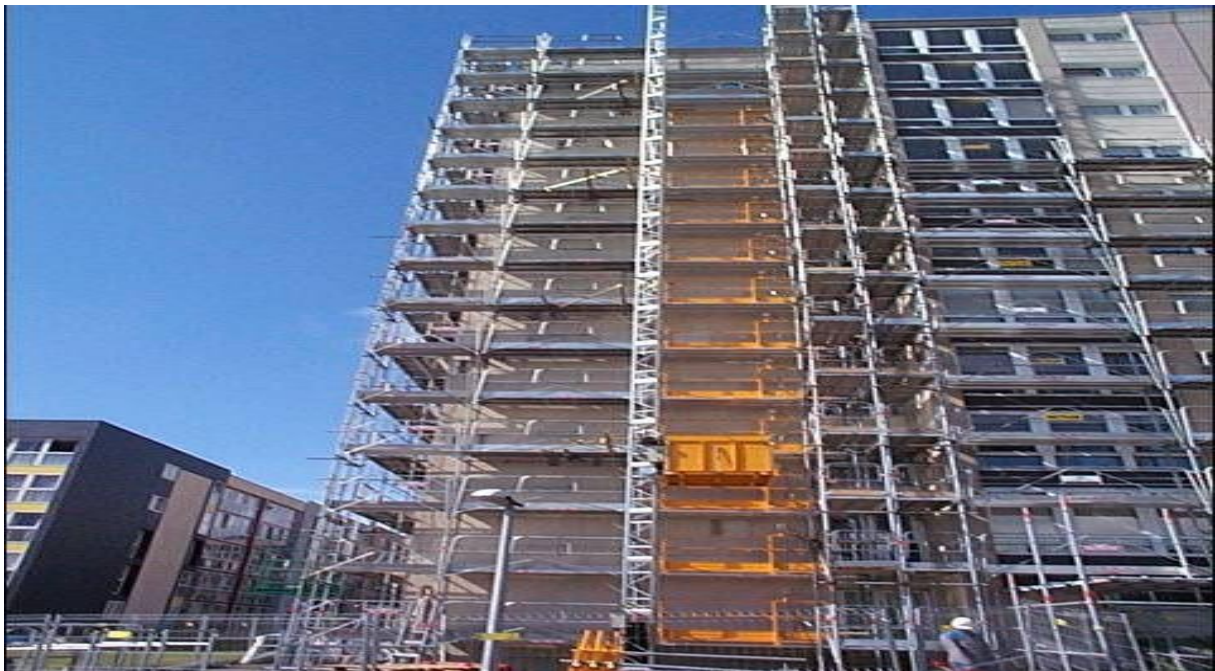


Figure 2.14 *Les ascenseurs*



Figure 2.15 *Les brises-roches hydraulique*



Figure 2.16 *Les Machine pour préparation d'armature*



Figure 2.17 *Les pompes d'enduits et des mortiers*



Figure 2.18 *Les dispositifs de levage*

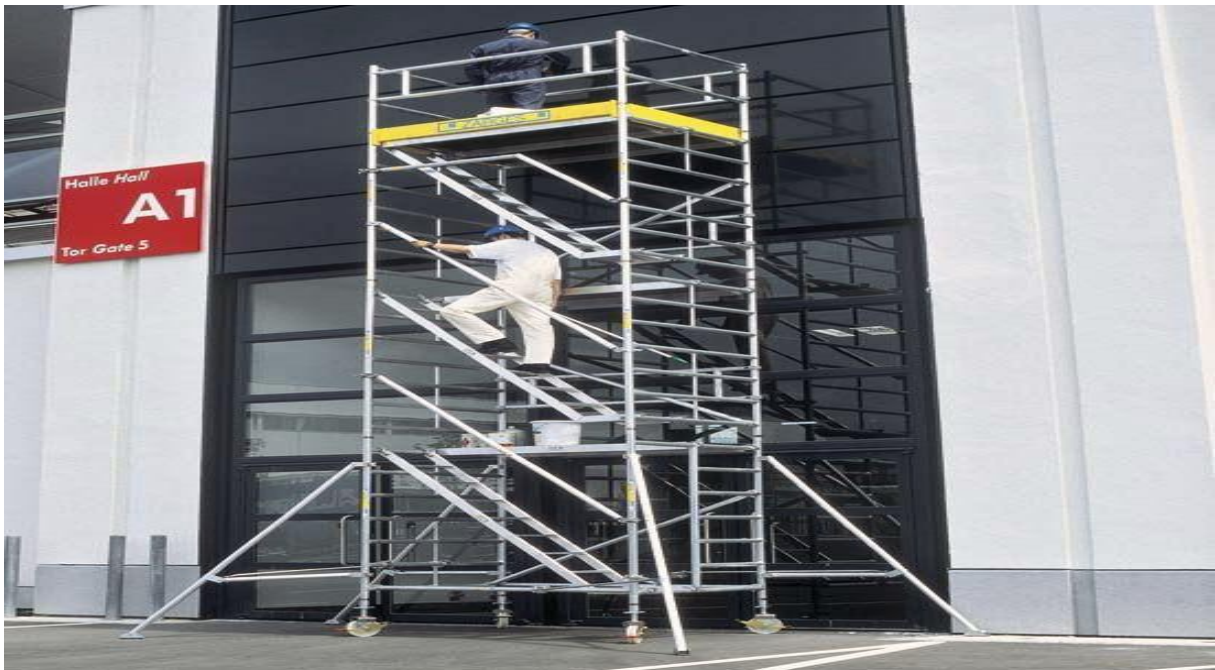


Figure 2.19 *Echafaudage roulant*

Chapitre 3 : Planification des Travaux

3.1 Temps Unitaire (T_u)

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. 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. (hH : heures-homme par 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 $2,60/2 = 1,30$ h.
- ✓ Trois hommes mettront $2,60/3 = 0,87$ h, etc.

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

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

- ✓ Un homme mettra théoriquement 1600 heures
- ✓ Deux hommes mettront théoriquement $1600/2 = 800$ h.

3.1.1 Définition du temps d'utilisation de la main-d'œuvre

Le temps d'utilisation de la main d'œuvre d'exécution est le temps moyen nécessaire à un ouvrier « compétent » pour exécuter une tâche déterminée tout en tenant compte :

- ✓ des circonstances de travail ;
- ✓ des moyens de production ;
- ✓ de la méthode du travail
- ✓ des coefficients de repos.

Il se compose :

- ✓ de temps directement productif ;
- ✓ de temps indirectement productif ;
- ✓ de temps improductif (temps de repos et de mise en train et de repli)

3.1.2 Méthode d'élaboration

- ✓ Collecte des données

La technique de mesure de temps de travail utile est le chronométrage direct des tâches sur chantier.

Pour chaque tâche des relevés de temps d'exécution ont été effectués sur la base d'un chronométrage.

Avant le lancement de la phase d'observation et le mesurage, chaque tâche a été préalablement décomposée en opération élémentaire classées en trois (03) catégories :

- les opérations directement productives ;
- les opérations indirectement productives ;
- les opérations improductives ;

Toutes ces opérations qui constituent le cycle des réalisations de tâches font l'objet de chronométrage. Cette méthode d'investigation permet une analyse détaillée du contenu du temps de travail en séparant les temps productifs des temps improductifs.

Par ailleurs les chronométrages effectués sont accompagnés de relevés des données générales relatives à :

- la quantité des travaux réalisés durant chaque mesurage ;
- la composition des équipes de travail observées et la qualification de leur composante humaine ;
- la liste des matériels et outillages utilisés ;
- la liste des matériaux mis en œuvre.

Pour tenir compte de la notion d'ouvrier « compétent » les observations et les mesurages de chaque tâche doivent être effectués sur des équipes différentes préalablement sélectionnées (éviter les ouvriers non compétents et les ouvriers d'exception).

Il est également connu, que les rendements dans une journée de travail varient selon l'horaire durant laquelle ils ont été observés (rendement élevé en matinée, inférieur en fin de journée).

✓ Traitement des données

La fixation du temps d'utilisation de la main d'œuvre d'exécution, passe par l'analyse critique des données (relevés des temps des données générales), collectées sur les chantiers en phase de chronométrage.

Pour faciliter cette analyse, le contenu temps de travail est décomposé en temps directement productifs et improductifs.

✓ Calcul du temps net et (ou) temps directement productif

Le temps directement productif est le temps productif nécessaire à l'exécution d'une tâche.

Le temps net est obtenu par l'addition des temps par unité (temps total/quantité réalisée) des opérations directement productives.

✓ Calcul du coefficient de majoration

Le temps de travail, d'une tâche donnée comprend le temps directement productif, indirectement productif et improductif. Dans le calcul du temps d'exécution, le temps productif enregistré sur le chantier, au moment du chronométrage, est intégralement reconduit et constituera la partie productive du temps d'exécution global arrêté.

Ce temps productif (temps) sera majoré par un coefficient tenant compte des temps indirectement productif et introductif qui sont partie inévitable et qui sont considérés comme un fait normal.

Cependant, il faut connaître l'importance et l'analyser acceptables, inacceptables ; c'est dans ce cadre, que les temps improductif enregistrés sur les chantiers au moment des mesurages, sont étudiés et réajustés au besoin, en y appliquant des « *temps acceptés* ».

A titre d'exemple, le pourcentage de temps relatif à l'opération improductive : « repos et soin personnels (S.P) » par rapport au temps total directement productif et indirectement improductif, doit se situer entre 17% et 23% (pourcentage arrêté par le B.I.T).

Or, lors du mesurage des tâches, la présence du chronométrateur (perçu comme un moyen de contrôle) influe sur le comportement de l'ouvrier qui déploie, à l'occasion, des efforts exceptionnels qui apparaissent au moment du traitement des temps relevés sur le chantier, puisque le pourcentage de l'opération «repos+S.P » varie dans ce cas entre 0% et 10% ce qui est anormal.

L'ouvrier ne pouvant soutenir continuellement un rythme de travail excluant ces temps nécessaires au repos, un réajustement de ce temps relevé sur le chantier est alors effectué lors du traitement du temps d'utilisation de la main-d'œuvre, et sera remplacé par un temps accepté.

Toutes les opérations indirectement productives et improductives sont soumises à la même analyse.

✓ Calcul du temps d'utilisation de la main-d'œuvre d'exécution :

Le temps d'utilisation de main-d'œuvre d'exécution est obtenu en multipliant le temps directement productif (regroupant l'ensemble des opérations productives) par coefficient de majoration tenant compte des temps indirectement productive et improductive réajuste au besoin).

Par ailleurs toutes les opérations élémentaire, constituant le cycle de travail étant observées et mesurées, il est alors possible de déterminer le temps consacré par chaque ouvrier dans l'exécution de la tâche. On peut ainsi établir un temps d'exécution global (temps en heure/homme toutes catégories confondues) et un temps ouvrier qualifier et temps manœuvre ordinaire)

3.2 Utilisation de la norme de temps

3.2.1 Facteurs d'influence

Les temps d'exécution décrits dans le présent paragraphe tiennent compte d'un certain nombre de facteurs sur lesquels le chronométrage et le calcul ont été basés.

Ces facteurs concernent :

- les conditions de travail : les temps d'exécution ont été déterminés, le chantier étant supposé bien organisé, donc bonnes conditions de travail étant réunies.
- le matériel et l'outillage : la mise en œuvre d'un matériau peut varier selon le type de matériel ou outillage employé, par exemple, couler le béton à la grue ou à la pompe à béton des temps de mise en œuvre tout à fait différente.

3.2.2 le coefficient de chantier :

Le temps d'exécution est basé sur des constructions courantes, des méthodes d'exécution et des conditions de travail normales. Les conditions de travail concernent aussi bien les moyens de production (matériaux, matériels, main d'œuvre) que la conduite du chantier et la qualité de la préparation de travail.

Quand une de ces conditions diffère par rapport à la normale, il ya lieu d'en tenir compte par un coefficient de chantier qui devra être déterminé par l'entreprise.

Il existe entre autres deux principaux groupes de circonstances qui peuvent influencer sur les conditions de travail.

- l'organisation et la conduite du chantier (préparation du travail et exécution)
- les conditions climatiques (chaleur, froid, intempérie...)

Le coefficient du chantier devra traduire l'écart, entre le temps d'exécution arrêté et le temps réalisé, du à cette différence par rapport à la situation normale.

3.3 Bibliothèque des temps unitaires

D'où proviennent les temps unitaire ? Ya-t-il une bibliothèque ? Comment les obtenir ? C'est une vaste problématique et une vraie difficulté dans un secteur moins rationalisé que l'industrie par exemple. Un temps unitaire peut être obtenu de deux façons. La plus fiable : un retour sur expérience via un bilan de fin de chantier. A défaut : une estimation de votre part.

La seconde nécessite une bonne connaissance du terrain, le mieux étant d'avoir déjà soi-même « *mis la main à la pâte* ».

Le budget main d'œuvre est donc en soi un travail simple : une colonne quantité, une colonne temps unitaire, l'un multipliant l'autre pour arriver à un total.

Nous présenterons ci-dessous une bibliothèque des temps unitaires, mais il faut bien noter que ceux-ci proviennent de bilans de fin de chantiers de type bâtiment effectués dans des conditions habituelles, et ne sont donc applicable qu'à cette typologie d'ouvrage.

✓ *Fondations*

	Unité	T.U (heurs par unité)
Fouilles en rigoles et trous	M ³	0.85
Semelles filantes ou isolées coulées en pleine fouille	M ³	0.9
Semelles filantes ou isolées coffrées	M ³	1.1
Gros béton de remplissage (rattrapage du bon niveau)	M ³	0.8
Recepape des têtes de pieux	U	2.5
Réalisation des têtes de pieux	M ³	2
Pose de longrines préfabriquées	U	3
Réalisation d'un radier	M ³	0.8

✓ *Canalisation / Dallage*

	Unité	T.U (heurs par unité)
Canalisation sous dallage	ML	0.8
Drains PVC extérieurs périphériques	ML	0.3
Caniveaux	ML	0.7
Regards préfabriqués	U	2
Dallage : couche de forme	M ²	0.25
Dallage : Pose de l'isolant sous dallage	M ²	0.1
Dallage : réalisation de la structure BA et finition	M ²	0.3

✓ *Eléments verticaux en BA*

	Unité	T.U (heurs par unité)
Voiles de fosses (ascenseur, escalier...)	M ²	1.4
Voiles de hauteur courante sur terre-plein	M ²	1.3
Voiles de hauteur courante sur dallage ou dalle BA	M ²	0.9
Voiles pignons	M ²	1.3
Poteaux en BA volume inférieur à 0.5 M ³ coulé en place	U	4.5
Poteaux en BA volume supérieur à 0.5 M ³ coulé en place	U	6
Pose et clavetage de poteaux préfabriqués	U	4

✓ *Eléments horizontaux en BA*

	Unité	T.U (heurs par unité)
Préfabrication des poutres sur chantier	U	3
Pose et clavetage de poutres préfabriqués	U	4
Poutre coulée en place	U	15
Plancher coulé en place épaisseur inférieur à 25 cm	M ²	1
Plancher coulé en place épaisseur supérieur à 25 cm	M ²	1.2
Plancher sur prédalles	M ²	0.75
Planchers dalles alvéolaires précontraintes (hors chape)	M ²	0.35
Planchers poutrelles/hourdis	M ²	1.1
Pose de balcon préfabriqué	U	3.8
Balcon coulé en place	M ²	1.6

✓ *Escalier en BA*

	Unité	T.U (heurs par unité)
Pose d'escalier préfabriqué	U	8
Réalisation d'un palier d'escalier	M ²	1.4

✓ *Maçonnerie*

	Unité	T.U (heurs par unité)
Agglos creux	M ²	1.3
Agglos plein	M ²	1.8
Briques pleines	M ²	4
Agglos à bancher (y.c bétonnage)	M ²	0.7

✓ *Appuis/goujons/acrotères*

	Unité	T.U (heurs par unité)
Corbeau filant	ML	2.4
Goujons	U	0.35
Acrotères coulé en place	M ²	2.1

✓ *Finitions*

	Unité	T.U (heurs par unité)
chapes	M ²	0.6
Ragréage	M ²	0.1

✓ *Main d'œuvre indirecte*

	Unité	T.U (heurs par unité)
Installation et repli de chantier		
Bungalows	U	5
Raccordements	U bungalow	2.5
Clôture du chantier	ML	0.2
Portail du chantier	U	8
Accès, signalétique	Grue	15
Montage/repli banches et passerelles	M ²	0.85
Préparations de stockage	Grue	50

✓ *Personnel indirect*

Grutier et bétonnier : heures à calculer suivant l'amplitude de travail définie pour le chantier.

3.4 Rendement (R)

Le **RENDEMENT** indique la quantité d'unités d'ouvrage réalisée en une durée donnée, généralement une heure ou une journée.

Le temps unitaire (TU) et le rendement sont donc de nombres inverses l'un à l'autre :

$$\mathbf{TU=1/R} \text{ et } \mathbf{R=1/TU} \quad (3-1)$$

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

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

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

Pour une équipe de 05 ouvriers, le rendement sera de :

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

$$\text{Ou } 2,00 \text{ m}^2/\text{hH} \times 8\text{h}/\text{jour} = 16,00 \text{ m}^2/\text{jour}$$

NB : Les temps unitaire et les rendements sont 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 habilité et qualification, ainsi que des conditions de travail.

Chapitre 4: **Planning et Ordonnancement**

4.1 Introduction

Diverses techniques peuvent être envisagées pour l'élaboration du planning. De la qualité de l'établissement du planning et surtout du choix réaliste de sa représentation (clarté, lisibilité, facilité d'exploitation) dépendront en partie la qualité du suivi des travaux et la facilité à décider rapidement d'actions correctives durant le déroulement du chantier.

Contrairement à ce qu'affirme une célèbre boutade, le principal objectif du planning n'est pas d'« évaluer le retard dans la réalisation des travaux », mais de permettre au maître de l'ouvrage, à l'équipe maître d'œuvre et aux entreprises l'exercice des cinq fonctions qui caractérisent l'accomplissement de toute action :

- *Prévoir* : établir les programmes d'action et les situer dans le temps ;
- *Organiser* : mettre en place les moyens propres à la réalisation des prévisions ;
- *Commander* : déclencher l'exécution des différentes phases de réalisation des travaux et évaluer toutes les répercussions que peut entraîner leur enchaînement ;
- *Coordonner* : relier entre elles les différentes phases de réalisation des travaux et évaluer toutes les répercussions que peut entraîner leur enchaînement ;
- *Contrôler* : vérifier que la réalisation des travaux est conforme aux prévisions et prendre toutes les mesures nécessaires pour corriger tout écart ;

Un planning correctement établi doit permettre l'exercice de ces fonctions. Le choix de la méthode n'a alors que peu d'importance et toute querelle entre partisans de telle ou telle méthode est inutile par rapport à la qualité de la préparation du planning et à l'expérience de celui ou de ceux chargés de le faire respecter.

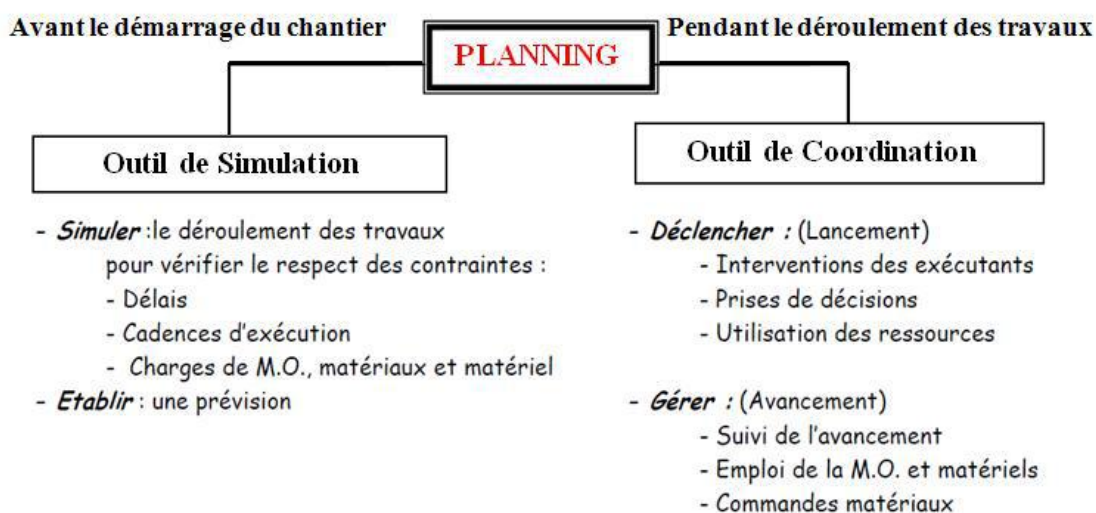


Figure 4.1 : Structure du planning

4.2 Définition

4.2.1 La planification d'un projet

C'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.

- la planification peut être représentée graphiquement par des divers diagrammes qui fixe 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.

Planifier optimise ainsi les chances de réussite d'un projet en améliorant la productivité grâce à une meilleure maîtrise de la qualité.

Le suivi de projet doit permettre d'effectuer un comparatif entre le prévu et le réel. La réussite d'un bon suivi de projet tient en la disponibilité d'informations fiables, au niveau du chef de projet, sur :

- Les charges consommées, les reports d'échéance et les coûts ;
- L'estimation du reste à faire en charge et les travaux complémentaires à prévoir ;
- Les difficultés rencontrées.

4.2.2 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.

4.2.3 Différentes catégories de plannings :

Les catégories de plannings sont nombreuses, on distingue :

4.2.3.1 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.

4.2.3.2 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 ...).

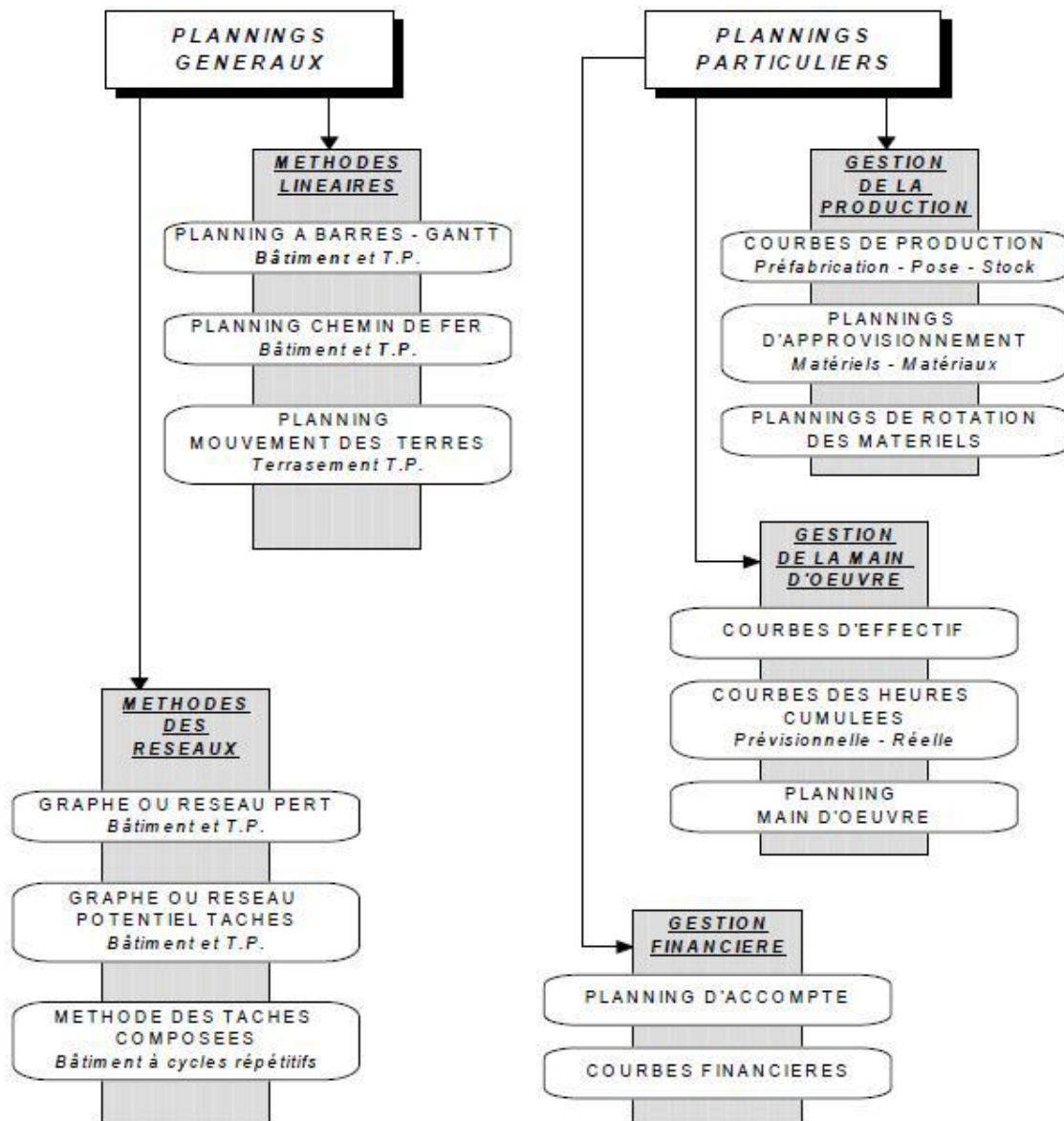


Figure 4.2 : Différentes types de plannings

4.3 Etablissement Du Planning

3.3.1 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 ?

4.3 2 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.

4.3 2.1 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.

4.3 2.2 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.

4.4 Les Modes de Représentation du Planning

Les modes de représentation des plannings sont divers ; nous évoquerons dans ce qui suit, à titre indicatif puisque dans le chapitre suivant plus de détails seront reportés, les plus couramment utilisés à savoir PERT et GANTT.

4.4.1 Le planning 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 »

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...												■	■	■					

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 :

- Il est en général insuffisamment détaillé (environ cinquante tâches élémentaires dont l'unité de temps, la semaine, est un peu longue) 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 **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.

4.4.2 Méthode planning de PERT

NB : Nous présenterons dans cette section un bref aperçu sur cette méthode, plus de détails seront fournis au chapitre suivant.

P.E.R.T : Program Evaluation Review Technique (TECHNIQUE d'ELABORATION et de MISE à JOUR de PROGRAMME).

Dans le cas de fabrications non répétitives et très complexes, (prototypes, avions, grands ensembles en construction, etc), on utilisera la **méthode dite du chemin critique** dont la plus utilisée est la **méthode P.E.R.T**. Cette méthode a été mise au point en 1957 aux Etats-Unis, lors du développement du missile POLARIS. Ce projet mobilisait 250 fournisseurs principaux et environ 9000 sous-traitants. Le délai initial prévu de 6 ans a pu être ramené à 2 années et demi.

But de cette méthode :

- Définir le délai total d'accomplissement de l'œuvre et éventuellement proposer des moyens pour le réduire ;
- Connaître les conséquences du changement de la durée d'une tâche partielle ;

- Evaluer les moyens à mettre en œuvre ;
- Etablir une relation entre les délais et les coûts.

4.4.3 Le planning « chemin de fer »

On peut aussi représenter le planning sous une autre forme, dite « *planning chemin de fer* » (ce type de plannings était utilisé par la SNCF pour représenter la marche des trains : le temps est porté horizontalement et les distances verticalement sur le diagramme). Cette représentation met en évidence la continuité des équipes et la rapidité d'exécution des tâches de chaque corps d'état. Ce type de représentation prend toute sa signification pour l'élaboration de planning de bâtiments élevés où les travaux sont répétitifs à chaque étage. L'évolution des tâches est rapportée à deux axes rectangulaires :

- l'axe des abscisses est l'axe du temps, l'unité étant en général la journée ;
- l'axe des ordonnées est représentatif du cheminement des équipes à travers les différentes unités répétitives de l'ouvrage (très souvent, ces unités sont les étages du bâtiment).

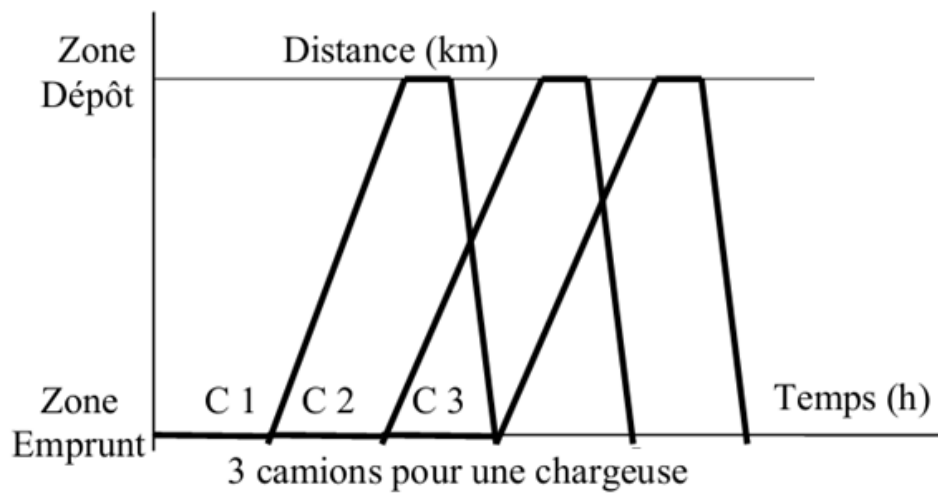


Figure 4.3 : *Planning de chemin de fer*

La vitesse d'exécution d'une tâche est supposée constante à l'intérieur d'une unité répétitive. L'image de cette progression est alors une droite. Plus la droite fait un angle important avec l'axe du temps, plus la progression (vitesse de la tâche) est rapide, et inversement.

4.5. Plannings particuliers

L'élaboration des autres plannings :

Certaines opérations hors chantier sont cependant en relation directe avec celui-ci : commandes, fabrication en usine, transport, approvisionnement, stockage des matériaux, etc.

Si l'on veut maîtriser les dates de début des phases du chantier, un certain nombre de tâches en amont doivent être planifiées suivant les besoins effectifs. Très souvent, c'est le service méthode de l'entreprise qui planifie ces diverses actions. Il faut y attacher d'autant plus d'importance que le paiement des approvisionnements peut être lié à cette planification.

Nous citerons succinctement les différents plannings concernant des actions hors chantier.

4.5.1 Planning de fabrication et d'approvisionnement du chantier

Cette consultation doit être faite avec beaucoup de sérieux car :

- Les fournitures représentent statistiquement le tiers des déboursés ;
- Il est plus facile de négocier des prix, lors d'une consultation unique en début de chantier, que de se confronter journalièrement aux problèmes de productivité de la main d'œuvre ;
- Les travaux ayant démarré, le responsable du chantier n'aura plus le temps nécessaire pour élargir les consultations ou revoir des commandes passées un peu trop hâtivement ; une nouvelle consultation s'avère toujours difficile.
- Le planning d'approvisionnement du chantier conditionne directement le planning d'exécution des travaux, il faut donc lui attacher une très grande importance.

Il faut toujours veiller à coordonner le planning des approvisionnements avec celui des travaux.

Ils sont élaborés à partir du planning général, pour déterminer les dates d'approvisionnement en matériels et matériaux.

Ainsi on optimise :

- La durée de location ou de mobilisation pour le matériel.
- Les quantités de stocks pour les matériaux.

Représentation

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

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

Figure 4.4 : Planning de fabrication et d'approvisionnement du chantier

4.5.2 *Planning de fabrication et d'approvisionnement des éléments préfabriqués*

Il faut lancer cette consultation le plus rapidement possible afin de tenir compte des impératifs et surtout ne pas les sous-estimer :

- Délai d'étude par le pré fabricant ;
- Délai d'établissement des plans de détails des moules ;
- Délai d'exécution des moules, contre-moules, etc.
- Présentation d'un prototype de la pièce préfabriquée avec éventuellement les pièces incorporées ;
- Délai de fabrication des premiers éléments permettant la constitution d'un stock afin que le chantier ne soit pas retardé.

4.5.3 *Courbes de production*

Elles sont élaborées afin d'optimiser la réalisation d'éléments préfabriqués. On élabore en général 3 courbes pour visualiser la production complète :

- Courbe de préfabrication: A un instant donné, on peut visualiser le nombre d'éléments préfabriqués.
- Courbe de pose: A un instant donné, on peut visualiser le nombre d'éléments posés.
- Courbe d'évolution des stocks: Par déduction des deux autres courbes, on détermine le stock d'éléments.

Méthodologie : Connaissant d'après le planning général des travaux, le délai de pose et le nombre d'éléments préfabriqués, on peut calculer la cadence de pose :

- Ainsi on pourra en déduire la date de fin de préfabrication.
- Suivant les moyens, on calcule la cadence de préfabrication et ainsi on obtient la durée totale de la préfabrication.
- Tracé des deux courbes.
- Par interpolation des deux premières courbes on peut construire la troisième.
- Détermination du stock maximum et vérification de la capacité de l'aire de stockage.

Représentation

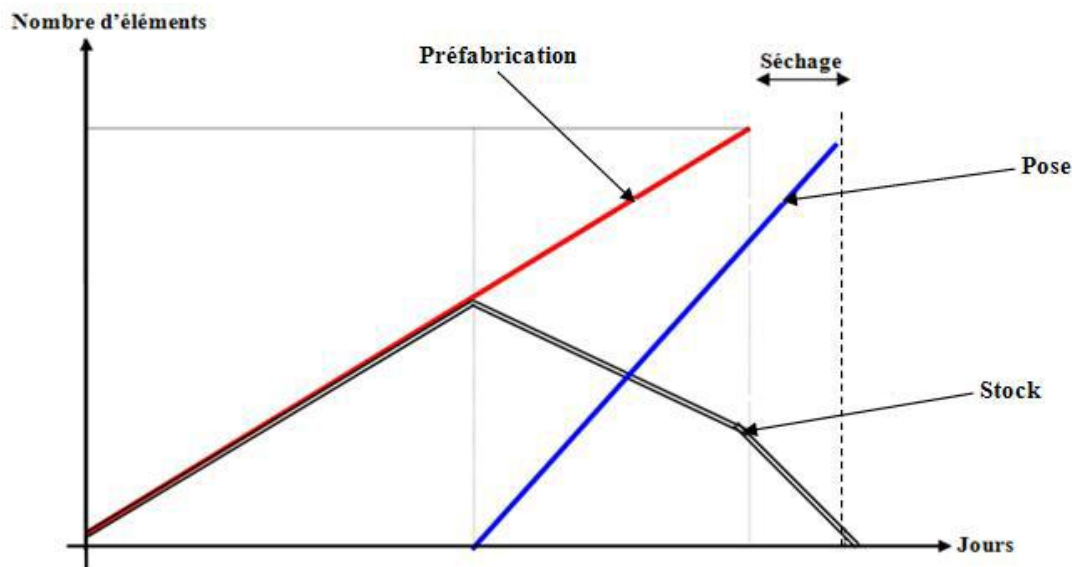


Figure 4.5 : *Courbes de production*

4.5.4 Planning de consultation des sous-traitants

Certains chantiers peuvent prendre du retard du fait d'un choix trop tardif des sous-traitants (désignation tardive de l'entreprise de terrassement sous-traitante de l'entreprise de gros œuvre par exemple), ou parfois du fait d'une désignation insuffisante de la mission du sous traitant.

4.5.5 Planning d'utilisation du matériel et des engins

Ce planning permet de :

- Savoir si le matériel et les engins sont disponibles dans le parc de l'entreprise. S'ils ne sont pas disponibles, une location peut être envisagée ;
- Comparer les dépenses réelles d'amortissement ou de location avec le crédit accordé pour le chantier.

4.5.6 Planning de rotation du matériel (grue, coffrage, etc.) et de l'approvisionnement en béton

Il est établi pour prendre en compte la rotation des matériels sur les différents chantiers d'une entreprise. L'idéal est que le parc matériel de l'entreprise soit le moins rempli possible et donc que tous les matériels soient utilisés sur les chantiers (difficilement réalisable).

Ce planning est directement lié au mode opératoire de l'entreprise. Il doit permettre de :

- Définir exactement le matériel (nombre et capacité) en jouant sur les différentes phases internes au planning, tout en respectant la date finale des travaux ;
- Faire dans certains cas des propositions au maître de l'ouvrage sur la possibilité de raccourcir ou d'allonger le délai global des travaux (quand c'est possible). Ces propositions ont en général une influence sur le coût total des travaux : un maître de l'ouvrage peut être intéressé par un délai plus court, même si le montant des travaux est un peu plus élevé, et inversement.

4.5.7 Planning d'affectation du personnel

Ce planning permet de :

Savoir si l'ensemble du personnel sera disponible aux dates prévues, éventuellement envisager des embauches temporaires ;

Comparer les dépenses réelles avec le crédit accordé pour le chantier.

4.5.7.1 Courbes d'effectif

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

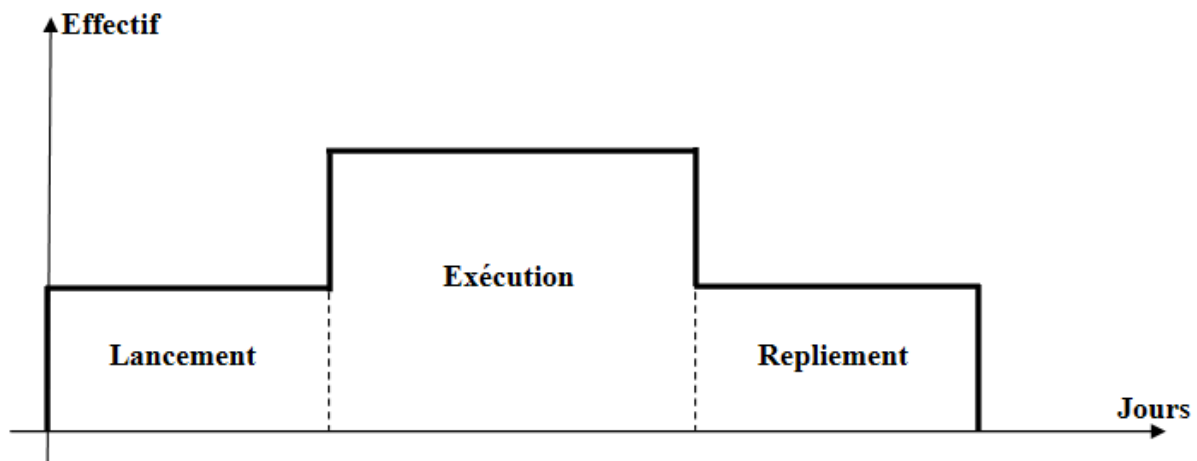


Figure 4.6 : Courbes d'effectif

4.5.7.2 Courbes des heures cumulées de main d'œuvre

Au fur et à mesure de l'avancement du chantier, elles permettent de comparer les heures prévues et les heures consommées sur le chantier donné.

La courbe prévisionnelle est établie à partir de la courbe d'effectif. La courbe des heures consommées sera tracée en fonction des heures réellement consommées au fur et mesure de l'avancement du chantier.

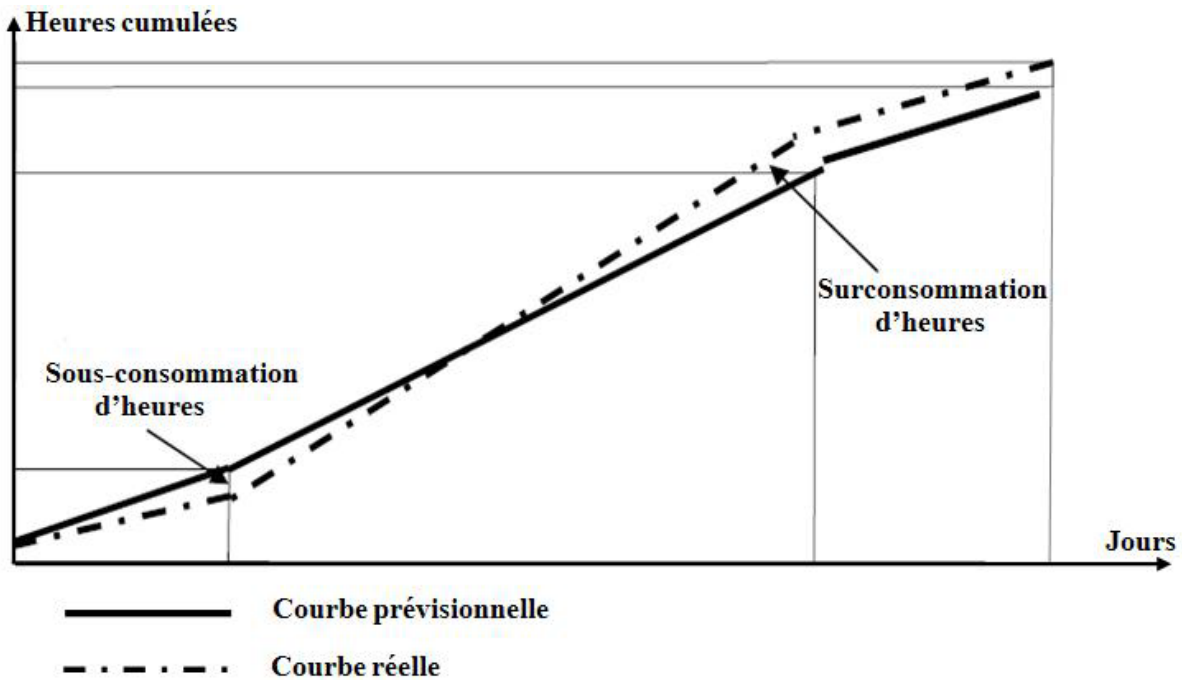


Figure 4.7 : Courbes des heures cumulées de main d'œuvre

4.5.7.3 Planning de gestion de la main d'œuvre

Il est établi par la direction des travaux d'une entreprise pour optimiser l'emploi de sa main d'œuvre sur les différents chantiers. Il permet d'organiser les congés payés, pallier les absences en cas de congés maladies et prévoir l'emploi de main d'œuvre extérieure.

PLANNING MAIN D'OEUVRE													Entreprise:						
CHANTIERS		Novembre				Décembre				Janvier					Février			Mars	
Désignation	Resp.	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		19	19	20	20	20	20	20					21	20	20	20	20	20	20
		9	9	9	9	3	3	3											
		17	17	17	17	17	17	17					14	10	10	3	3		
													4	4	12	12	12	15	15
TOTAL BESOINS		45	45	46	46	40	40	40					39	34	42	35	35	35	35

Figure 4.8 : Planning de gestion de la main d'œuvre

4.5.8. Planning d'acompte – courbes financier

Pendant la phase de préparation des travaux, on établit un planning permettant de connaître l'état d'avancement de la réalisation chaque mois. On en déduit un planning d'acompte mois par mois. A partir de ce planning on peut tracer les courbes financières des dépenses et des recettes connaissant le délai de paiement.

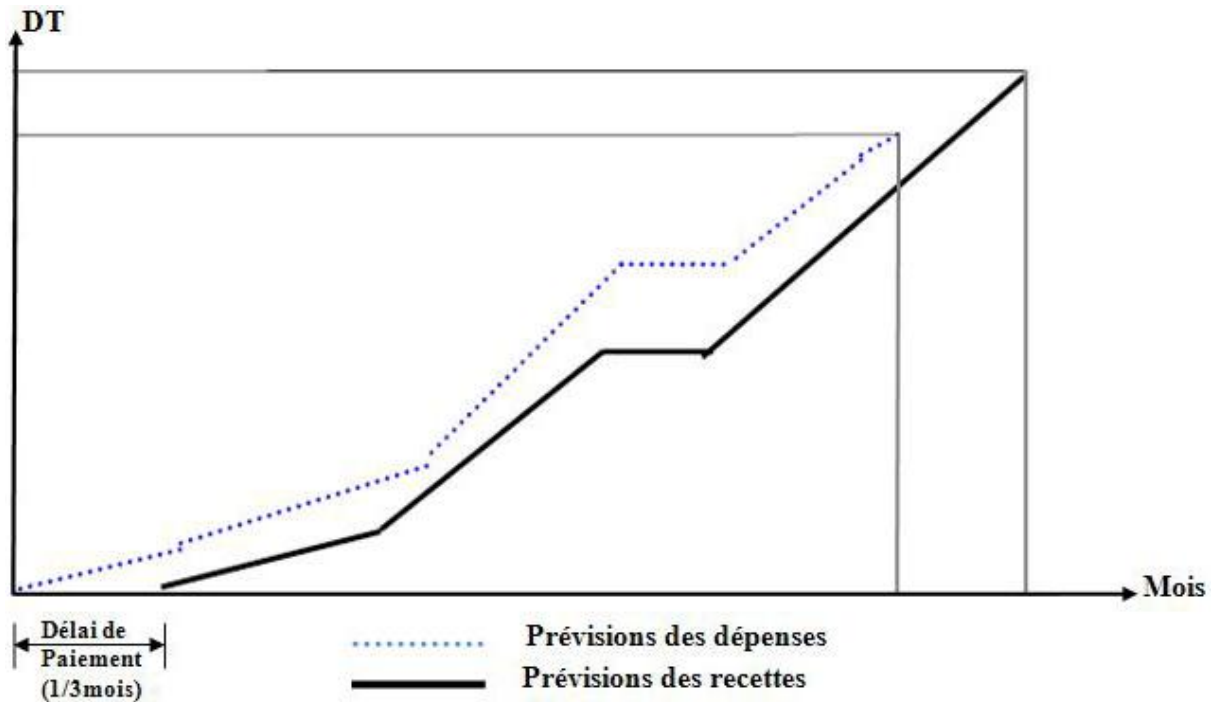


Figure 4.9 : Planning d'acompte – courbes financier

4.6 La Pratique du Planning

L'établissement du planning nécessite la parfaite connaissance des documents de consultation descriptifs, cahiers des charges, documents graphiques, etc..., mais aussi un dialogue approfondi entre la maîtrise d'œuvre et l'entreprise, pour tout ce qui concerne les temps d'exécution, les modes opératoires et le matériel mis en place.

4.6.1 Les délais

Avant d'établir le planning, il est nécessaire de réfléchir sur la définition des délais et sur leurs conséquences. Les obligations que le contrat fait naître sont en général assorties de délais de façon à pouvoir mettre en œuvre des moyens de coercition (pénalités, intérêts moratoires, résiliation du marché, etc.). La façon de décompter les délais, parce qu'elle est trop souvent l'occasion de litiges, a été définie contractuellement : « Tout délai imparti dans le marché au maître de l'ouvrage, à la personne responsable du marché, au maître d'œuvre ou à l'entrepreneur commence à courir le lendemain du jour où s'est produit le fait qui sert de point de départ à ce délai. »

4.6.1.1 Le délai d'exécution

Parmi tous les délais que l'on peut recenser dans le marché, celui qui occupe un rôle prédominant est le délai d'exécution des travaux. Il se décompose en délai de préparation et délai d'exécution.

Il commence à la date indiquée dans un ordre de service ou à la notification du marché.

Le délai sera décomposé au stade du marché suivant diverses possibilités (l'établissement du calendrier prévisionnel des travaux). La date correspondant à la fin du délai contractuel étant définie, il faudra constater que la date retenue pour être l'achèvement des travaux se situe bien avant cette date là.

4.6.2 L'élaboration du planning des travaux

L'élaboration du planning nécessite l'exploitation des informations recueillies dans le dossier technique, ainsi que les renseignements obtenus des différents partenaires, mais aussi l'application d'une méthodologie rigoureuse.

4.6.2.1 Méthodologie d'établissement du planning

✓ Prendre connaissance du dossier technique, consulter les documents suivants :

- Plans d'architecture ;
- Plans techniques ;
- Devis quantitatif ou décomposition du prix forfaitaire ;
- Cahier des clauses techniques particulières (CCTP) ;
- Cahier des clauses administratives particulières (CCAP).

✓ Obtenir les renseignements nécessaires

Se renseigner auprès : - Du maître de l'ouvrage ;

- Des entreprises.

4.6.2.2 Décomposer le projet en tâches élémentaires

A l'aide du devis descriptif (CCTP), il convient de définir les tâches élémentaires à accomplir sur le chantier. On procède par corps d'état.

Une centaine de tâches permettant l'établissement d'un planning qui reste encore d'une exploitation facile sans nécessité d'un traitement informatique.

Ces tâches doivent être de « poids » sensiblement équivalents. Chacune ne doit concerner qu'un seul corps d'état et représenter un travail facilement identifiable sur le chantier.

La décomposition en tâches élémentaires doit tenir compte des caractéristiques suivantes :

- L'élément de travail représentatif de la tâche correspond à la décomposition minimale à gérer (sauf lorsqu'il s'agit du planning de rattrapage).
- Il doit être parfaitement définissable dans le temps et dans l'espace afin d'être contrôlé sans équivoque ;
- Sa durée est assez courte pour que la gestion en soit facilitée ;
- Il ne correspond pas toujours à un élément du quantitatif ou à un prix unitaire ;
- Son coût est en général faible eu égard au montant du marché.

4.6.2.3 Examiner les contraintes de dépendance

Les tâches doivent être classées par corps d'état en tâches répétitives et non répétitives.

Examiner les contraintes de dépendance, c'est examiner la logique entre les tâches. Cet examen conduit à la construction :

- Du graphe général pour les chantiers prototypes ;
- Des graphes non répétitifs et répétitifs pour les chantiers répétitifs.

4.6.2.4 Attribuer un temps à chaque tâche élémentaire

A l'aide du devis quantitatif et des cadences de pose dont la connaissance fait partie du savoir faire du coordonnateur, ce dernier en déduit le temps d'intervention nécessaire à l'exécution de chaque tâche et de traduit en effectif d'ouvriers, lors de cette étude, il ne faut pas oublier de tenir compte du temps nécessaire à l'approvisionnement en matériaux des étages et à leur répartition dans les appartements et encore d'autres contraintes.

On devra :

- Attribuer à chaque tâche un temps ;
- Définir une unité de temps. On prendra la journée si l'on souhaite affiner les délais ; sinon
 - la semaine peut suffire.
 - Les temps doivent être établis en collaboration avec les entreprises. Il est souhaitable que le futur conducteur de travaux de l'entreprise participe à ce travail.

4.6.2.5 Etablir le graphe-planning

L'établissement des graphiques permettra :

- Eventuellement de lisser des tâches ;
- De niveler des moyens, ce qui facilitera l'élaboration des courbes financières (l'échéancier de versement des acomptes).

4-7. l'ordonnancement

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

- Il s'agit d'étudier comment on doit réaliser quelque chose : immeuble de bureau, logement, entrepôt, usine, pont, route, etc.
- Ce « quelque chose » est décomposable en tâches, c'est-à-dire en travaux élémentaires ayant une signification concrète, une durée qui peut être estimée, un coût.
- Ce « quelque chose » est soumis 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 le « quelque chose » 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... (voir figure suivante)
- 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.

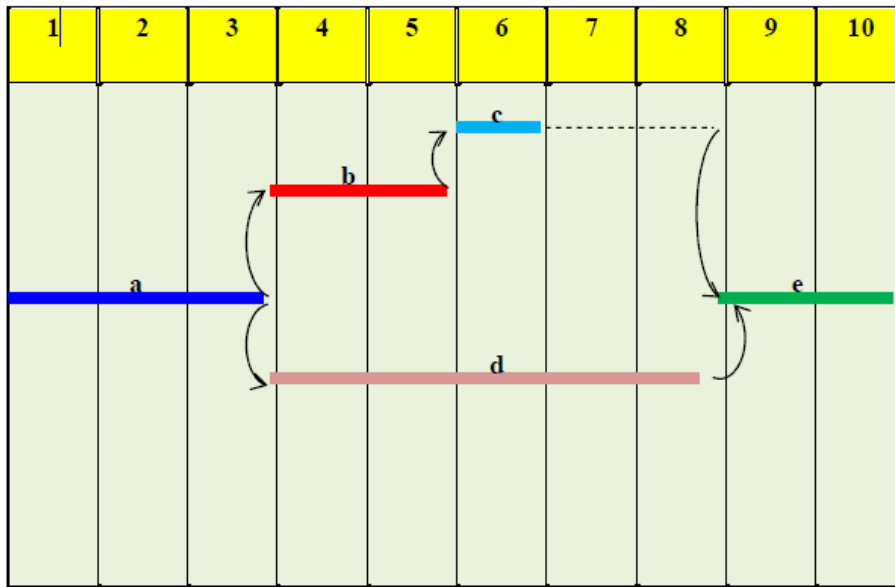


Figure 4.10 : Méthode d'ordonnement

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 où 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.

Chapitre 5 : Langage Pert

5.1 Définition

La méthode **PERT** (**P**rogram **E**valuation and **R**eview **T**echnique) a été mise au point en 1958 par les Américains lors du montage des fusées *Polaris*. Cette méthode, dite « à *chemin critique* », a fait son apparition en Europe vers 1960. A la même époque, *Bernard Roy* avait mis au point en France la méthode des potentiels, parfois dénommée « potentiels tâches ».

5.2 Principe de la Méthode : Le Graphe

La méthode repose sur un modèle mathématique : le graphe. Le graphe se compose de deux éléments :

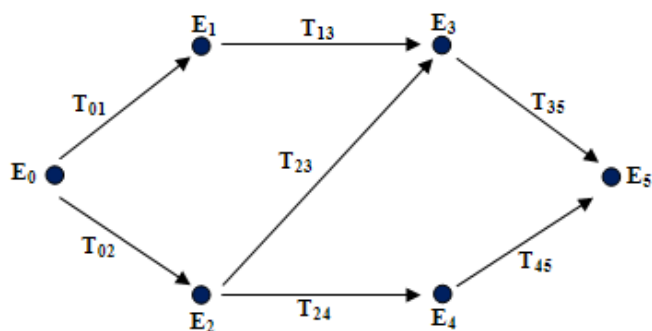
- Les arcs qui représentent des tâches et qui sont parcourus par un flux qui est le temps ;
- Les sommets (ou nœuds) qui représentent des étapes (ou des événements).

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

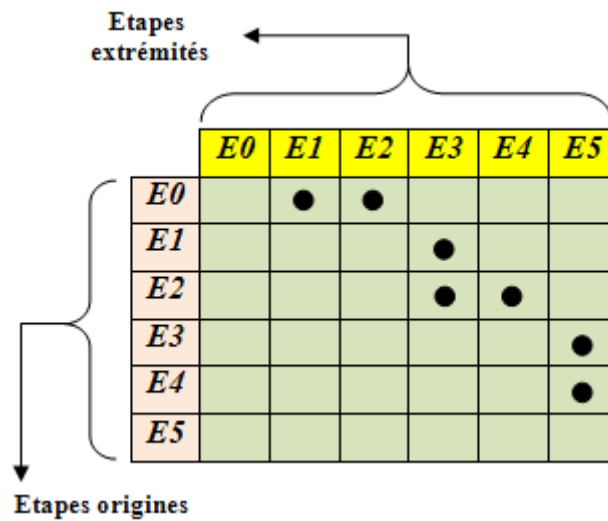
Exemple :

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.



(a) Représentation graphe



(b) Représentation matricielle

Figure 5.1 : Méthode PERT

(a) Représentation graphe, (b) Représentation matricielle

5.3 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 V.2, la tâche T12 a pour origine l'étape E1 et pour fin l'étape E2.

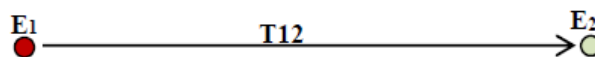


Figure 5.2 : Tâche élémentaires

- ❖ Les caractéristiques des tâches permettent de les classer en plusieurs catégories :
 - ✓ Les tâches réelles, c'est-à-dire celles qui correspondent à l'exécution d'un travail. Ces tâches consomment temps et travail.
 - ✓ Les tâches d'attente, qui ne nécessitent pas l'exécution d'un travail mais sont consommatrices de temps (séchage de cloisons, délai d'obtention d'une autorisation administrative, etc.).
 - ✓ Les tâches fictives, qui ne consomment ni temps ni moyens matériels, mais nécessitent une démarche préalable (mise sous-tension d'un équipement).

- *Les étapes ou événements*

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 (Figure V.3).

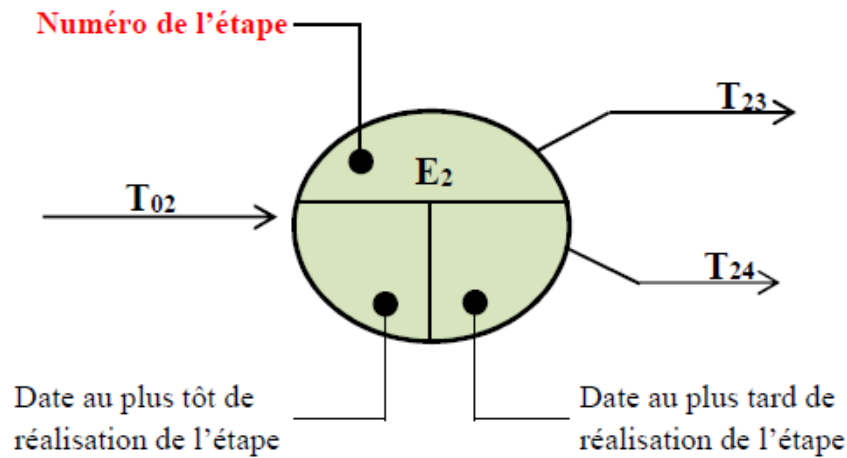


Figure 5.3 : Etapes

- ❖ 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.

5.4 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, il faut que les tâches « cloisons » T34 et « doublage » T24 soient terminées ; on dit alors que l'étape est réalisée.

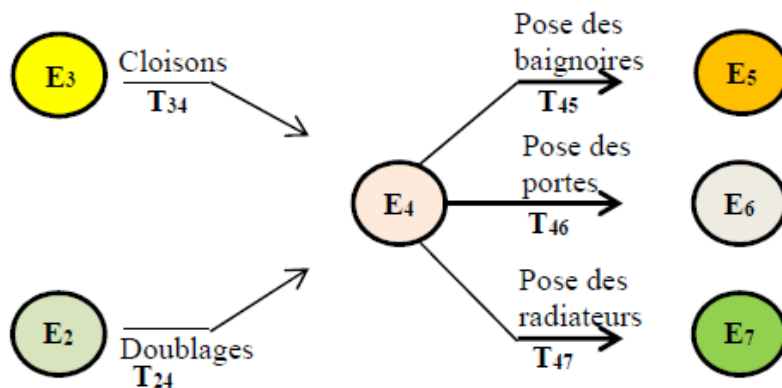


Figure 5.4 : Articulation réseau

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.

5.5 Prise en Compte des délais

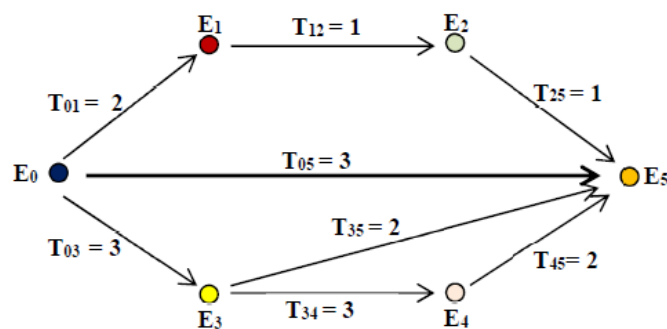
5.5.1 L'évaluation des durées

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.

5.5.2 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.
- Etapes critiques : Ce sont les étapes situées sur le ou les chemins critiques.

Exemple : Considérons le graphe reproduit sur la **figure V.5** 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 **figure V.6**.



	Taches	Durée (jours)
T ₀₁	Menuiserie extérieurs	2
T ₁₂	Vitrerie	1
T ₂₅	Coffres de volets roulants	1
T ₀₅	Ragréages	3
T ₀₃	Colonnes de chauffage	3
T ₃₅	Radiateurs	2
T ₃₄	Gaines de plomberie	3
T ₄₅	Menuiserie intérieurs	2

Figure 5.5 : Attribution des durées de réalisation des étapes

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

Remarque :

On visualise le chemin critique, qui passe par les étapes E0, E3, E4, E5, et que ces étapes ont leur date au plus tôt et leur date au plus tard confondues. Les tâches critiques sont les tâches « colonnes de chauffage » (T03), « gaines de plomberie » (T34) et « menuiseries intérieures » (T45).

La durée totale du projet est égale à huit jours. Pour réduire cette durée, il faut agir en priorité sur les tâches critiques. Inversement, tout retard pris sur les tâches critiques entraîne obligatoirement un retard sur la date finale du projet.

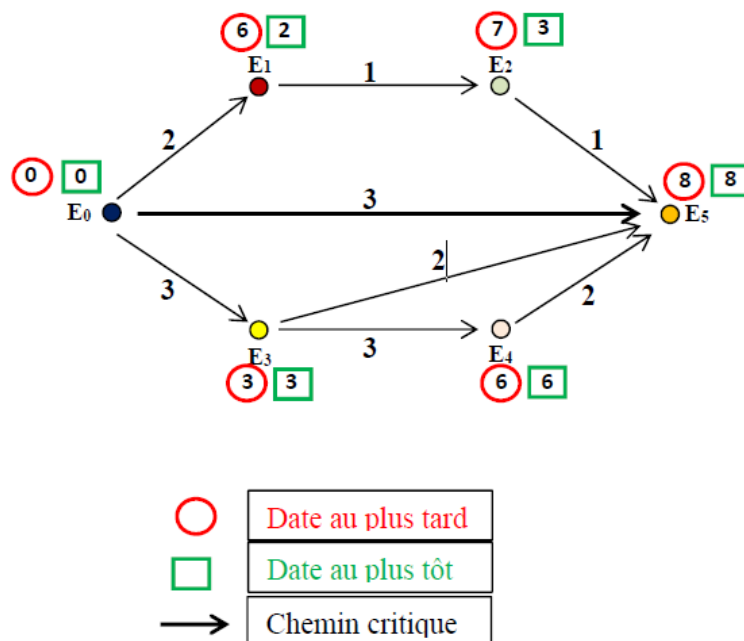


Figure 5.6: Attribution des durées de réalisation des étapes

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.

5.5.3 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 « vitrerie » (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 » (T05), la marge est $(8-3=5)$.

5.6 Reconversion du graphe en graphe-plannings

Ce graphe peut se traduire en graphe-planning. 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.

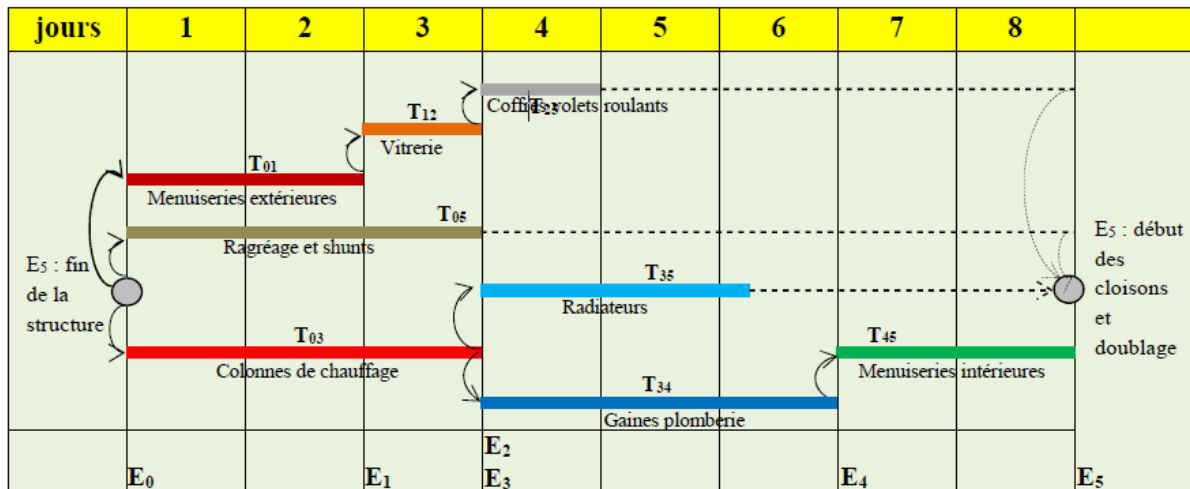


Figure 5.7: Graphe-Planning

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 où 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.

Chapitre 6 : **Conduite des chantiers**

6.1 - Généralités

Un plan d'installation de chantier (**P.I.C**) est généralement établi à partir d'un plan masse et définit les matériels « fixes » nécessaires à la réalisation des ouvrages et les cantonnements pour accueillir le personnel du chantier. Il sert aussi à obtenir:

- les autorisations d'installations de grues, de survol des grues sur les terrains ou les bâtiments voisins, de travaux sur la voie publique, de déviation de voie, etc., émanant des services techniques des mairies ou des préfectures de police,

- les autorisations d'installer le chantier suivant les règles d'hygiène et de sécurité des services de l'inspection du travail.

6.2 Rôle de l'installation de chantier

6.2.1 Organiser le déroulement du chantier

- à étudier lors de la préparation au bureau des méthodes,
- prévoir les différentes phases de réalisation en déplaçant le moins possibles les hommes, les matériels, les matériaux (y compris lors du repliement du chantier),
- faciliter la cohabitation et le dialogue entre les différents corps d'états,
- utiliser au mieux possible l'espace disponible notamment en chantier urbain.

6.2.2 Ordonner le chantier

- gain de temps : diminue les temps unitaires (T.U.),
- évite les pertes (matériaux) et double emplois (matériels),
- améliore la sécurité : humaine + matériel (clôture + gardiennage + alarme),
- améliore la qualité (réussir du premier coup au moindre coût),
- « vitrine » pour la maîtrise d'œuvre et les entreprises

6.2.3 Positionner les éléments

- humains : rendez-vous, accident,
- matériels : livraison, déplacements,
- réseaux : fuites, pannes, raccordements utilisation de grillages avertisseurs et tubes de couleurs normalisées.

6.3 Localisation et fonctions des différents postes

Désignation	Localisation	Fonctions
Engins de levage (grue à tour, grue à tour à montage rapide, grue automotrice...)	L'aire de balayage doit couvrir les bâtiments, le poste de bétonnage, les aires de préfabrication, armatures et stockage Eviter le survol des riverains	Manutentionner les matériaux, les matériels, des divers postes aux lieux de mise en œuvre
Poste de bétonnage (centrale à béton, malaxeur de mortier...)	Proche de l'accès principal, accessible aux camions de livraison (granulats, ciment, silos, trémies)	Fabriquer le mortier et le béton
Aire de préfabrication	Près des bâtiments à construire	Préfabriquer des ouvrages élémentaires (acrotères, poteaux, poutres, prédalles non précontraintes...) Fabrication de coffrages (bois)
Aire de ferrailage	Proche des bâtiments à construire et de l'aire de préfabrication	Découper et façonner les armatures
Aire de stockage	Proche des accès Aire protégée (vols de matériaux) Sur le bâtiment	Stocker les matériaux, éléments préfabriqués et matériels avant leur utilisation. Stocker la terre végétale
Cantonnements (bureaux, réfectoire, sanitaires, hébergements, magasin, caravanes)	A proximité d'un accès du chantier Si possible hors de l'aire de balayage de la grue Les éléments peuvent être superposables ou se trouver dans le bâtiment réalisé	Accueillir le personnel du chantier et les intervenants (réunion de chantier) dans des conditions d'hygiène et de sécurité Favoriser les communications entre les intervenants Stocker les matériaux et matériels sensibles
Réseaux: eau, gaz, électricité, téléphone, air comprimé, égout	Enterrés ou aériens, à la périphérie des bâtiments. Stockage eau	Alimenter les postes de travail (armoires de distribution) Evacuer les eaux
Clôture ou palissade (éventuellement balises et TS proscrit)	A la périphérie du chantier	Isoler le chantier de la voie publique (intrusion, vols, accidents)

Un plan d'installation de chantier doit faire apparaître en plus des postes principaux définis ci dessus, la position :

- des obstacles naturels (végétation, roche) et industriels (poteaux, regards),
- du panneau de chantier (N° permis de construire, noms des maîtres d'œuvre et d'ouvrage, noms et qualités des entreprises, délais, coûts...),
- des accès et des voies de circulation,
- de la benne à gravas,
- du poste de lavage éventuel des camions...

Nota : le Plan d'Installation de Chantier doit être complet mais doit surtout rester lisible.

6.4 Méthodologie d'élaboration d'un Plan d'installation de chantier

6.4.1 Préliminaires

Phases	Démarches / Règles
Visiter le site Identifier l'environnement	Faire l'état des lieux et prendre connaissance: des accès au chantier, de la topographie du terrain et du voisinage (niveau des bâtiments adjacents), des réseaux aériens et souterrains (Télécom, Service des voiries, Tram, Métro, réseau ferroviaire, eau, égouts...), de la position actuelles des clôtures.
Analyser les pièces écrites	Etudier les plans, coupes, détails techniques du projet Lister toutes les contraintes imposées par le C.C.T.P. et le C.C.A.P. Envisager des modes constructifs et donc les moyens matériels et humains nécessaires.
Contacteur les services administratifs et les riverains	Prendre connaissance des conditions de travail (nuisances sonores et visuelles tolérées, horaires de travail, horaires de circulation, gabarits routiers acceptés) Définir le survol des bâtiments voisins et l'utilisation des diverses voies. Identifier les règles d'hygiène et de sécurité (catégorie du chantier). Obtenir les autorisations nécessaires à l'ouverture du chantier.
Etablir un fond de plan	A partir du plan de masse, représenter l'ouvrage à construire, l'emprise du terrassement, les accès et routes existants, les ouvrages voisins, les réseaux et les obstacles (arbres à conserver)

6.4.2 Elaboration du Plan d'Installation de Chantier (P.I.C.)

Phases	Démarches / Règles
Positionner le ou les engins de levage	Schématiser les grues et indiquer les informations suivantes: longueur de flèche et contre flèche, zone d'interférence, longueur et largeur des voies de grue, marque, type et caractéristiques, cotes par rapport aux bâtiments, niveau du support (rails), charge maxi soulevée, charge en bout de flèche... Penser au démontage et à l'emprise de l'embase et/ou des pieds stabilisateurs
Placer le poste de bétonnage ou les aires de stationnement des camions toupies (bennes à béton)	Suivant l'importance du chantier le béton sera soit du B.F.C. (Béton Fabriqué sur Chantier): on place la centrale à béton et on représente les parcs à granulats, le silo à ciment ; soit du B.P.E. (Béton Prêt à l'Emploi): on prévoit l'aire de stationnement des camions toupies
Définir les aires de coffrage, de ferrailage et de préfabrication	Selon le mode constructif retenu, il y a lieu ou non de prévoir ces aires (ouvrages élémentaires coulés en place, préfabriqués sur site, préfabriqués en usine), on indiquera la destination de chaque aire et les dispositions particulières à prévoir (dimension, sécurité)
Représenter les bureaux et les cantonnements	Le nombre de bureau à installer est indiqué par la maîtrise d'œuvre dans les pièces écrites. Les dimensions et le nombre de baraques destinées au personnel est fonction de l'effectif et de la durée du chantier. Le magasin doit se situer prêt du bureau du chef de chantier
Représenter les réseaux	A partir du transformateur, on positionne les armoires de distribution électrique puis on trace les réseaux pour approvisionner les postes (ou groupe électrogène). Idem pour l'adduction en eau et les lignes téléphoniques. L'évacuation des eaux se fait des sanitaires jusqu'à l'égout. Prévoir un local de confinement pour le compresseur.
Représenter les aires de stockage et les voies de circulation	Le plan est complété par les aires de stockage (matériels du gros œuvre, matériaux du second œuvre, terres pour remblais) et les voies de circulation (sens de circulation, entrée, sortie, parking des personnels et des intervenants extérieurs)
Représenter les équipements divers	Clôture de chantier, panneau de chantier, éclairage, poste de lavage, benne à gravas

6.5 Planning d'un chantier

Ce mot désigne au sens propre la fonction d'ordonnancement, le service qui a pour mission de préparer et d'organiser le travail, de programmer, de lancer, et de suivre son avancement. C'est un plan de travaux détaillé conçu par l'entreprise de réalisation, les tableaux et graphiques qui le concrétise sont sous des formes diverses. Sa concerne la gestion des ressources matériaux, matériel, personnelles et capitaux dans un temps imparti.

Les documents nécessaires à l'établissement du planning:

- L'ensemble des plans d'exécution.
- Le devis descriptif.
- Le devis quantitatif estimatif.
- Tous les documents techniques et administratifs.

Le planning est mis à jour en moyenne une fois par mois pendant toute la durée du chantier. Après approbation du planning détaillé par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et les entreprises, l'OPC fait signer le planning par toutes les entreprises et le transmet au maître d'œuvre pour que celui-ci l'incorpore aux pièces du marché. Il est permis d'organiser les réunions techniques entre le maître d'œuvre et les entreprises.

6.5.1 Son Rôle

Son rôle est :

- de tenir à jour la liste des plans approuvés,
- de s'assurer de l'obtention en temps et en heure des avis techniques,
- de vérifier le bon déroulement du chantier conformément au planning,
- de préparer la réunion de chantier hebdomadaire,
- de dresser et diffuser le compte-rendu des réunions aux entreprises, au maître d'œuvre et au maître d'Ouvrage,
- de relever les journées d'intempéries et d'en établir l'état mensuel à soumettre au maître d'ouvrage,
- de coordonner l'intervention des concessionnaires,
- d'étudier avec les entreprises, la manière de résorber les retards ou de pallier aux défaillances éventuelles,
- d'organiser les visites de pré réception des travaux,
- de proposer au maître d'ouvrage, le jour pour la réception des travaux et celui du contrôle des levées de réserves,
- de rédiger et de remettre au maître d'ouvrage un rapport de fin de chantier.

6.6 Le Contrôle de chantier

Le Contrôle De La Qualité: Le contrôle de la qualité est une attribution spécifique au maître d'œuvre qui, par la nature de son contrat, doit une obligation de moyens quant à la vérification de la conformité des travaux aux pièces du marché et aux règles de l'art. Le maître d'œuvre ne peut exercer sa mission de contrôle sans visite de chantier. Dès le commencement des travaux, il faudra en fixer le nombre ou la périodicité, avec et sans l'entrepreneur, régulière et inopinée.

6.7 Les réunions de chantier

Les réunions de chantier constituent un moment fort de la vie du chantier ; elles sont le point de rencontre et de communication entre les différents partenaires. De la qualité de leur préparation et de la qualité de l'animateur de ces réunions dépendra en partie la bonne marche du chantier. Le but des réunions :

- Informer et prendre les décisions vis-à-vis les actions à engager ;
- Trouver des solutions aux problèmes qui pourraient se déclarer ;
- permettre la rencontre des divers participants.

6.7.1 Les types de réunion

Les types de réunion :

- Réunions de chantier hebdomadaire : sont but est de traiter les problèmes d'une façon détaillée (manque de matérielle ou matériaux...).
- Réunions de chantier mensuelles : elles permettent de faire le point de l'état d'avancement du chantier et de tous les problèmes concernant les travaux d'une manière plus générale que lors de la réunion hebdomadaire.

6.8 Le certificat de Conformité

A l'achèvement de l'opération de construction, la conformité des travaux avec la projection établie par le permis de construire est constatée par un certificat de conformité. Le certificat de conformité est une opération de contrôle fondée sur la comparaison entre l'intention et la réalisation finale. Le certificat de conformité, bien que souvent mal connu est obligatoire. La procédure d'établissement du certificat de conformité est bien précise. Elle met en présence les différents intervenants dans l'opération de construction.

Délivrance du Certificat de Conformité Dans un délai de trente (30) jours à partir de l'achèvement des travaux, une déclaration d'achèvement est établie conformément aux modèles fixés par le Ministère chargé de l'Urbanisme. Cette déclaration est signée par le constructeur et, le cas échéant, par un architecte. Si les travaux ont été réalisés dans des conditions régulières, le Directeur Wilayal chargé de l'Équipement délivre le certificat de conformité dans un délai de trois (03) mois. Dans le cas contraire, le constructeur est avisé dans les mêmes délais par le Directeur en question qui indique expressément les motifs pour lesquels le certificat de conformité ne peut être délivré.

6.9 La réception provisoire

La réception provisoire marque une date à partir de laquelle les entrepreneurs ont le droit d'encaisser la totalité du montant global des travaux à l'exception de la retenue de garantie. Pour les travaux de faible importance, un procès-verbal de réception provisoire est établi et signé par le maître de l'ouvrage, l'architecte et les intéressés. Il est nécessaire d'avoir, pour tous les travaux, la date de réception provisoire qui est un élément référentiel important car pendant une année l'entrepreneur demeure responsable de ces ouvrages et tenu de les entretenir jusqu'à la réception définitive. Pendant un an, le bâtiment est mis sous surveillance. Toutes les malfaçons du petit œuvre doivent être signalées et réparées et sont à la charge de l'entreprise de réalisation.

6.10 Réception définitive

Un an après la réception provisoire, le procès-verbal faisant foi, et lorsque toutes les malfaçons auront été réparées et que la construction s'est bien comportée et avérée conforme aux clauses des cahiers des charges, l'architecte procède à la réception définitive. Le maître de l'ouvrage, ayant assisté à la réception définitive et reconnu que la construction est en bon état et conforme aux cahiers des charges, restitue la retenue de garantie à l'entrepreneur. Cependant, la responsabilité de ce dernier reste établie pour dix ans pour le gros œuvre (travaux de structure).

6.11 La responsabilité ou garantie décennale

Tous les travaux de gros œuvre (fondations, murs porteurs, couverture, etc.) sont couverts des gros risques (écroulements, fissuration, fuite) pour une garantie de dix ans. Le bureau d'études et l'entrepreneur sont solidairement responsables dans ce cas et souvent ils se couvrent auprès d'une assurance pour éviter le risque d'immobilisation des capitaux. Les risques sont d'ailleurs bien minimes si les travaux ont été bien exécutés et surveillés conformément aux règles de l'art.

Références

- Afitep : *Dictionnaire de management de projet*. Edition AFNOR, Paris, 2004. André Claude : *La gestion financière des chantiers*. Edition Le moniteur, Paris, 1996.
- Bernard Vullerme et Henri Richaud : *Chantier de bâtiment, préparation et suivi*. Edition, Nathan Technique, Paris 1995.
- Francis Nicol : *Le planning du coordinateur de travaux*. Edition EYROLLES, Paris 1978.
- Jacques Armand et Yves Rafestin : *Conduire son chantier*. Edition Le moniteur, Paris, 1999.
- Jean le Bissonnais : *Management de Projet de A à Z*. Edition AFNOR, Paris, 2003.
- Jean Louis Muller : *Guide du management et du leadership*. Edition, RETZ, Paris, 2008.
- Ladouani Abdelkrim : *Planification de la production à la chaîne dans le btp*. La revue La Cible, N°10 août 2005. Edition AFITEP France. pp 35-40.
- Yves Balazard : *Préparation d'un chantier de travaux public*. Edition EYROLLES, Paris 1976.
- *Le temps d'utilisation de la main d'œuvre dans le secteur BTPH*, CNAT, direction de gestion des entreprises, édition 1991.
- *Cours de Planification et Organisation des Travaux*, Faculté des sciences de TUNIS.