

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ ZIANE ACHOUR DE DJELFA



Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil

Filière: Génie Civil

POLYCOPIÉ DE COURS :

Pour les étudiants de la troisième année licence génie civil

Organisations des Chantiers

Réalisé par : Dr. Laid GUERMITI

Maître de conférences « B »

Fiche d'information sur la matière

Faculté : *Sciences et de la technologie*

Département : *Génie civil*

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Génie civil*

Spécialité : *Génie civil*

Niveau : *3^{ème} année licence académique*

Semestre : 6

Unités d'enseignement : *Découverte*

Matière : *Organisation de chantier*

Crédits : 1

Coefficients : 1

Volume horaire hebdomadaire : 1h30

Volume horaire Semestriel : 22h 30 (15 semaines)

Mode d'évaluation : *Examen*

AVANT-PROPOS

Le présent polycopié est un support de cours de la matière « *Organisation de chantier* » adressé essentiellement aux étudiants de 3^{ième} année Licence académique LMD en génie civil de la filière Génie Civile. Ce polycopié est élaboré dans le but de faciliter aux étudiants l'assimilation et la compréhension des cours dispensés.

Ce polycopié traite en détail six chapitres spécifiés dans le programme de la matière prévu dans le canevas officiel de l'offre de formation :

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

Le chapitre suivant donne un aperçu du matériel de chantier et de son utilisation, avec le calcul des rendements du matériel.

Au 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.

Pour le 4^{ème} chapitre, le thème de planning et l'ordonnancement est abordé, en donnant des généralités sur les plannings, avec différentes catégories, et les méthodes de présentation des plannings.

Au chapitre 5, on traite la représentation graphique du réseau PERT, et de ses combinaisons des tâches du réseau, ainsi que la reconversion du réseau PERT en planning de Barre (GANTT).

Enfin, en 6^{ème} chapitre, on aborde le thème de conduite des chantiers, en évoquant ses aspects tels le suivi des chantiers et les contrôles des travaux.

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1. Installation des chantiers

- 1.1 Définition
- 1.2 Préparation et organisation du chantier
- 1.3 Les normes et les étapes applicables d'une bonne organisation du chantier
- 1.4 Le plan d'installation de chantier
- 1.5 Rôle d'un Plan d'installations de chantier
- 1.6 Les différents intervenants dans l'acte de construction

Chapitre 2. Matériels de chantiers

- 2.1 Choix du matériel et son utilisation
- 2.2 Classification des engins de chantier
- 2.3 Calcul des rendements du matériel
- 2.4 Définition du rendement de production
- 2.5 Maintenance des matériels

Chapitre 3. Planification des travaux

- Définition de temps unitaire de mains d'œuvres
- Rendement de matériel
- Relation entre le TU de MO et Rendement de matériel
- Détermination des temps unitaire de mains d'œuvre et des rendements
- Calcul du temps total prévisionnel de MO et de Matériel

Chapitre 4. Planning et ordonnancement

- Les plannings
- Généralité sur les plannings
- Objectif commun des plannings
- Différentes catégories des plannings
- Méthodes de présentation des plannings

Chapitre 5. Langage PERT

- Définition et représentation graphique du réseau PERT
- Combinaison des tâches du réseau PERT
- Reconversion du réseau PERT en planning BARRE (GANTT)

Chapitre 6. Conduite des chantiers

- Les installations clés
- Détermination du programme d'exécution détaillé et simplifié
- Détermination du programme d'exécution simplifié
- Suivi des chantiers et contrôles des travaux

CHAPITRE 1. INSTALLATION DES CHANTIERS

1.1 Définition

Un chantier est à la fois le lieu où l'on construit, et la réalisation même de la construction projetée, dans un délai donné. Il est limité dans le temps et dans l'espace, et sera pratiquement toujours différent des chantiers précédents. Il faut donc à chaque fois repenser le problème de son organisation [1].

La gestion d'un chantier est une activité longue et complexe. Elle demande beaucoup d'attention et nombreuses sont les composantes dont il faut tenir compte.

1.2 Préparation et organisation du chantier

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.

1.3 Les normes et les étapes applicables d'une bonne organisation du chantier [2]

➤ **Les normes :**

La phase « préparation du chantier » est une obligation légale. Le règlement particulier de l'appel d'offre (RPAO) devra la rappeler. Sa durée est de trois mois.

- Délai de préparation : ce délai commence le lendemain du jour de la notification de l'ordre de service à l'entrepreneur. La durée de la préparation est celle fixée au cahier des clauses administratives particulières, à défaut elle est de trois mois.
- Décomposition du délai d'exécution : le délai nécessaire à l'exécution des travaux peut être partagé par le cahier des clauses administratives particulières en une :
 - Période d'organisation du chantier
 - Période d'exécution proprement dite, qui peut être à son tour partagée en périodes par tâches d'exécution.

➤ **Les étapes :**

- Préparation du chantier ;
- Etablissement des plannings phases et travaux ;
- Installer le chantier ;
- Le suivi des travaux ;
- La tenue des réunions de chantiers ;
- Mode de réalisation.

Pour préparer un chantier les responsables doivent être en possession d'un plan d'exécution de l'ouvrage « PEO » qui comprend :

- Devis descriptif ;
- Devis quantitatif ;
- Devis estimatif.

La lecture du plan d'exécution de l'ouvrage permet donc d'évaluer la part de chaque poste dans l'opération de construction et de dresser le tableau des modes constructifs sur lequel sont indiquées les solutions retenues par le plan d'exécution de l'ouvrage.

1.4 Le plan d'installation de chantier

Le plan d'installation du chantier (PIC) est un document graphique fondé du plan de masse pour déterminer les circuits des ouvriers des engins de chantier et les baraques, cantonnements et des installations techniques du chantier [3]. Le PIC sert à :

- 1) Avoir les autorisations nécessaires pour l'installation de grues et leurs champs d'action tel que zone de survol et les bâtiments voisinant, les différents travaux sur les voies et leurs déviations si nécessaire, etc., auprès des services et des autorités concernées.
- 2) Obtenir l'autorisation et la conformité d'installation du chantier avec les règlements d'hygiène et de sécurité exigés par les services d'inspection du travail.

Exemple d'un Plan d'Installation de Chantier (PIC)



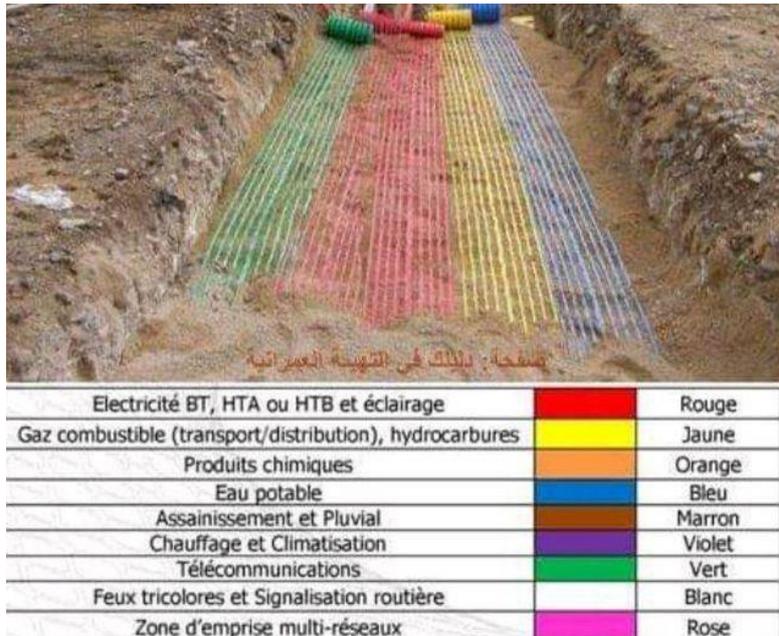
I.5 Rôle d'un Plan d'installations de chantier

Ce premier chapitre « Installation de chantier » vous permettra de distinguer les mécanismes fondamentaux de l'organisation du déroulement des travaux du chantier [4],

- ❖ D'Ordonner le chantier :
 - Gain de temps,
 - Évite les pertes (matériaux) et double emplois (matériels),

- Améliore la sécurité : humaine + matériel et Améliore la qualité.
- ❖ De Positionner les éléments :
 - Organiser les déplacements des engins et des véhicules dans le chantier
 - Bien positionner les livraisons
 - Positionner les réseaux en utilisant des grillages avertisseurs et des bandes de couleurs normalisées.

Grillage avertisseur : Couleurs normées



1.6 Les différents intervenants dans l'acte de construction [5]

Maître d'ouvrage : Le client, le commanditaire, le donneur d'ordre... le MOA peut être l'Etat, une collectivité, un promoteur, ou un particulier qui veut construire sa maison etc.

Architecte : souvent le premier interlocuteur du Maître d'ouvrage. En fonction de son budget, il conçoit et dessine le bâtiment pour répondre au cahier des charges (fonctionnalité, esthétique). L'architecte est pour le Maître d'ouvrage une source de conseils opportuns.

BET ou bureau d'études techniques : calcule et dessine les plans de structure qui seront vérifiés par le bureau de contrôle, puis utilisés par l'entreprise de gros œuvre.

Maître d'œuvre : Le chef d'orchestre du projet de construction. Il s'assure du respect des délais, du budget, assure la direction des travaux et en est responsable devant le Maître d'ouvrage. Le plus souvent, l'architecte est le maître d'œuvre, mais cette fonction peut aussi être assurée par le BET, des maîtres d'œuvre indépendants, ou le maître d'ouvrage lui-même.

Géotechnicien ou Bureau d'études de Sol : détermine la qualité du sol, ses caractéristiques mécaniques et les dispositions à prendre en fondations : fondamental !

Bureau de contrôle technique ou contrôleur technique (CT) : Son rôle est de s'assurer du respect des normes en phase conception et travaux. Il vérifie les calculs, les plans d'architecte et du BET.

Le bureau de contrôle est le référent technique du Maître d'Ouvrage : s'il y a un doute, le CT ne dira pas juste "c'est bon, c'est bon", mais "cette disposition respecte la norme XXX".

Entreprises : le chantier peut ne comporter qu'une entreprise générale qui assure tous les travaux, ou différentes entreprises qui correspondent aux différents corps de métier : entreprise de gros oeuvre (GO), de VRD (voirie réseaux divers), de plomberie, d'électricité, de carrelage, de peinture, de menuiseries etc.

CHAPITRE 2. MATERIELS DE CHANTIERS

Le matériel de chantier correspond à tous les équipements nécessaires pour la réalisation d'un projet de construction ou de rénovation. Cela comprend les engins, les machines et les outils, mais aussi les équipements de sécurité destinés aux intervenants et à la protection des civils à proximité. Dès lors, grilles et clôtures de chantier font parties du matériel devant être prévu par le maître d'ouvrage.

2.1 Choix du matériel et son utilisation

Le choix du matériel de chantier dépend des travaux à effectuer. Bien le choisir, du point de vue du type de matériel et de la qualité, permet de ne pas prendre de retard et de réaliser les travaux dans les règles de l'art.

Ainsi pour des travaux de terrassement, il est nécessaire de prévoir des engins d'extraction tels que le tractopelle, la niveleuse ou encore le bulldozer. Il faudra également des engins de transport (tombereaux articulés ou rigides, camions). Si de la roche est présente sur le terrain, il faudra prévoir un brise-roche hydraulique pour extraire la pierre.

Pour des travaux de forage, les matériels de chantier les plus courants sont la foreuse qui peut être manuelle ou hydraulique, les pelles et scies ainsi que des engins de transport.

Les travaux de débardage quant à eux impliquent d'avoir à disposition un système de traînage comme un tracteur à chenilles. Un système de portage ou de téléphérage peuvent également s'avérer nécessaires en fonction de la configuration des lieux.

L'asphaltage est un type de travaux pour lequel de nombreux matériels de chantier doivent être prévus. Nous pouvons citer à titre d'exemple la goudronneuse, la répondeuse ou encore le broyeur. Pour les travaux de compactage, il faut s'équiper d'une pilonneuse, d'une plaque vibrante et d'un rouleau compresseur.

2.2 Classification des engins de chantier

- Les engins de production ;
- Les engins de transport ;
- Les engins de levage.

Chargeuse Pelleteuse



Camion routier



Grue de chantier



2.3 Calcul des rendements du matériel

Connaître le rendement d'un engin à effectuer un travail déterminé, permet le calcul de son coût d'exploitation. Il se mesure en comparant la production horaire d'une machine et son coût horaire d'exploitation et s'exprime suivant cette formule :

$$\text{Rendement maximal de la machine} = \frac{\text{valeur minimale possible du coût d'exploitation}}{\text{production horaire maximale possible}} \quad (1)$$

Les éléments permettant de calculer la production sont :

- Le volume ;
- La densité et les différents coefficients de foisonnement ;
- Le temps de travail : le temps chronométrique de fonctionnement effectif correspond au temps relevé sur compteur horomètre de l'élément moteur, avec une erreur généralement inférieure à 10% ;
- Les résistances.

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

- a) la méthode d'amortissement uniforme ;
- b) la méthode d'amortissement dégressif.

a) 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 (**P0**) – le prix de liquidation (**Pr**), on aura la valeur :

$$M = P0 - Pr \quad (2)$$

- 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 :

$$e = \frac{M}{n} = \frac{P0 - Pr}{n} \quad (3)$$

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

b) 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 :

$$e_1 = P_0xr \quad (4)$$

$$e_2 = P_0x(1 - r)^2 \quad (5)$$

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

$$e_n = P_0x(1 - r)^n \quad (6)$$

Et on peut dire que : $r = 1 - (Pr - P_0)^{1/n}$ (7)

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

2.4 Définition du rendement de production

C'est le taux horaire auquel on déplace le matériau il s'exprime à l'aide d'unités diverses

- ✓ Mètre cube en place : de matériau mesuré à l'état normal dans le sol avant l'excavation ;
- ✓ Mètre cube foisonné : de matériau après excavation et par conséquent, affecté par foisonnement ;
- ✓ Mètre cube compacté : de matériau après compactage qui réduit son volume antérieur.

Généralement, l'unité utilisée pour le calcul des terrassements est le mètre cube en place.

$$\text{Coefficient de chargement} = 100\%/100\% + \% \text{ de foisonnement} \quad (8)$$

$$\text{Chargement (volume en place)} = m^3 \text{ foisonné} * \text{coefficient de chargement} \quad (9)$$

Le rendement de production d'un matériel peut se définir comme la quantité de travaux qu'il est capable de produire pendant certain nombre d'heures de travail possible.

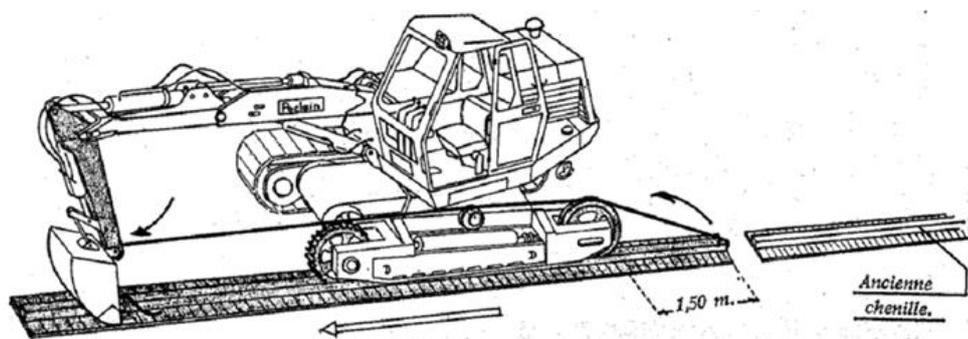
$$\text{Rendement de production} = \text{quantité de travaux} / \text{nombre d'heures de travail} \quad (10)$$

2.5 Maintenance des matériels

- 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.
- Dans le cas de changement de chenille à un engin, il doit respecter un procédé dans la figure ci-dessous.
- 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.

Engin de terrassement



- 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.
- Pour cela, on utilise un tableau qui donne les indications suivantes :
 - choix de la pointe-nous fournissons cinq types de pointe :

Guide pour le choix de la pointe.

Pointes					
NATURE DES CHOCS	COURTES	LONGUES	ABRASION	PENETRATION	LARGES
Elevés à violentes	•			•	
Modérés à élevés		•			•
Faibles à modérés		•			

États des pointes



- l'état des dents doit être vérifié de temps en temps et par rapport à l'importance de l'usure qui est indiquée sur la figure suivante :

États des dents



On doit établir quand il est nécessaire d'assurer le remplacement de ces dents.

- 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 nombre d'heures de travail.
 - les entretiens préventifs.
 - les pannes ou accidents techniques.
 - les coûts de ces opérations, etc.

Durée : $300 \times 2 \times 1 = 600 \text{ (m}^3\text{) / } 120 \text{ (m}^3\text{/j)} = 5 \text{ jours}$

3.4 Relation entre le TU de MO et Rendement de matériel

Le temps unitaire et le rendement se déterminent de deux façons:

a. Par comparaison

Lors de précédents chantiers, l'entreprise qui a été amenée à exécuter des tâches similaires a noté sur ses comptes rendus des travaux et les conditions de réalisation:

- nombre d'ouvriers : **n** ;
- quantité d'ouvrage effectuée dans la journée avec n ouvriers : **q** ;
- nombre d'heures de travail par journée : **8**.

Le temps unitaire moyen pour réaliser une unité d'ouvrage est alors :

$$t = \frac{8.n}{q} \quad (12)$$

b. Par déduction

Il arrive parfois qu'aucune comparaison ne soit possible :

- soit pour ne pas avoir eu l'occasion de réaliser des travaux identiques pourtant classiques;
- soit pour être en face d'un cas particulier propre au futur chantier.

La détermination du temps unitaire se fera par déduction, à la suite de recherche et de raisonnement logique basés sur :

- l'étude des mouvements, la décomposition des tâches;
- la durée probable des mouvements et des tâches décomposées.

3.5 Déboursé sec (DS)

Le déboursé sec d'un ouvrage représente le coût des matériaux et de la main d'oeuvre nécessaires pour réaliser cet ouvrage.

Exemple 01 : Enduit Plâtre

Pour réaliser **1 m²** d'enduit plâtre il faut **0,5 h** soit **30 mn** et il faut 11kg de plâtre dont le prix au kg est **0,70 DA**.

Le déboursé est donc = $0,5 \times 25 \text{ DA} + 11 \times 0,70 \text{ DA} = 20,2 \text{ DA/m}^2$

Règle : Dans le coût des matériaux doit être pris en compte le prix des matériaux rendus chantiers et remise déduite.

Exemple 02 : Mur en brique épaisseur 300 mm (20x50)

Pour réaliser 1 m^2 de mur en brique il faut **1,33 h** soit **1h et 20 mn** et il faut **0,04 m³** de mortier et 10 briques.

Le mortier vous revient à **120 DA/m³**

Le prix de la brique est de **3DA** à l'unité, mais pour une quantité comprise entre **1000** et **1500** briques livrées sur chantier votre fournisseur vous les propose à **2,5 DA**.

Le déboursé est donc = $1,33 \times 25 \text{ DA} + 0,04 \times 120 \text{ DA} + 10 \times 2,5 \text{ DA} = 63,05 \text{ DA/m}^2$.

Exemple 3: Calcul du Déboursé sec d'un m^2 de plancher

Désignation	U	Quantité	Déboursé sec	Déboursé sec (D.S)		
				Matériaux	Main d'œuvre	Matériel
Mise en œuvre de plancher	h	1.50	12.91		19.37	
Fabrication du béton	h	0.21	13.26		2.78	
Mise en œuvre de treillis	h	0.50			6.84	
Hérisson 20/40	m ³	0.154		1.29		
Polystyrène	m ²	0.49		1.02		
Sable 3/5	t	0.035		0.56		
Film polyne	m ²	1.05		0.14		
Béton type B1	m ³	0.083		4.30		
Treillis soudés	kg	1.900		2.96		
				10.27	28.99	
				39.26		

3.6 Frais de chantier (FC)

Valeur des composantes nécessaires mais pas affectables à un ouvrage élémentaire

Composante des frais de chantier :

Encadrement : conducteur de travaux, chef de chantier

La main d'œuvre indirecte ou improductive : logistique, traceur, nettoyage etc.

Matériel : non affectable (moyen de levage, cantonnements, moyen de pompage)

Frais complémentaires (géomètre, frais spécifiques à l'affaire)

3.7 Main d'œuvre d'une entreprise de bâtiment

L'entreprise regroupe habituellement les salariés suivants :

✓ *Le conducteur de travaux*

Le conducteur de travaux est celui qui planifie et contrôle les travaux de construction. Il encadre une équipe de techniciens et d'ouvriers avec l'aide d'un ou plusieurs chefs de chantier.

Le conducteur de travaux, assisté d'un ingénieur méthode a donc pour responsabilité de définir :

- Le planning d'exécution,
- Les moyens matériels et humains nécessaires,
- Les principes d'exécution et modes opératoires,
- Les phases provisoires de chantier,
- La conception de matériel spécifique (coffrage, matériel de sécurité),
- Les moyens de levage et l'installation du chantier.

✓ *Chef d'équipe*

Dans le bâtiment et les travaux publics, le chef d'équipe (également appelé maître-ouvrier) est un ouvrier de chantier apte à des tâches de haute technicité et gérant habituellement une équipe d'ouvriers de qualification moindre dans sa spécialité.

✓ *Le chef de chantier*

Le chef de chantier est chargé de la réalisation du chantier proprement dite et de tous les problèmes qui s'y réfèrent. Il encadre les équipes d'ouvriers, gère les approvisionnements en lien avec le conducteur de travaux. Il est responsable de façon générale des matériaux, des hommes et des outils. Il peut être assisté par des chefs d'équipe.

✓ *L'ouvrier*

L'ouvrier réalise l'ouvrage sous les ordres du chef d'équipe. Il peut intervenir en Gros-Œuvre ou en second œuvre, suivant sa spécialisation.

On distingue différent niveaux de qualité et de qualification :

- un apprenti : une personne en cours de formation ;
- un manœuvre : un ouvrier manuel, peu qualifié ;
- un ouvrier qualifié : un ouvrier ayant une réelle qualification ;
- un ouvrier spécialisé : ouvrier spécialisé dans un produit ou un type de travail.

De ce niveau dépendra le type de travail effectué et la rémunération associée.

✓ **Ferrailleur**

Le ferrailleur travaille sur base de bordereaux de ferrailage, grâce auxquels il sélectionne les barres et treillis métalliques adéquats, la découpe, la plie et les ligature pour renforcer le béton.

Le métier comprendra notamment les tâches suivantes :

- Prend connaissance du dessin et des spécifications.
- Prépare l'activité, par exemple détermine la quantité et la taille des éléments de ferrailage.
- Coupe les barres et les treillis à la dimension voulue.
- Façonne les barres et les treillis selon la forme souhaitée.
- Assemble les barres et les treillis par soudage ou à l'aide d'une pince spéciale.
- Met en place barres, treillis et armatures.
- Raccorde les colonnes, les poutres, les poutrelles et les assises.
- Positionne et fixe les armatures pour verser le béton.
- Prépare le béton, mélange sable, mortier et eau.
- Verse le béton dans le coffrage.
- Veille à la sécurité et à la propreté du lieu de travail.

✓ **Coffreur Bancheur**

- Etre capable de lire les plans de coffrage
- Connaître les matériaux (nature, composition, provenance, spécification, propriétés et défauts du bois et du béton)
- Fabriquer, monter et assembler des coffrages traditionnels en bois pour des éléments de (béton poutres, linteaux de fenêtre ou de porte, dalles de pavement, escaliers en béton armé...)
- Faire la pose des panneaux de coffrages préfabriqués.
- Maîtriser le matériel (banc de coffrage, fil à plomb, niveau à bulle, équerre, compas à pointe sèche, scie circulaire, tenailles...).
- Fabriquer et/ou placer des joints d'étanchéité et de reprise, des joints d'expansion et autres joints dans le coffrage.
- Etre capable de démonter ces coffrages, effectuer le ferrailage et le bétonnage.
- Connaître les prescriptions en matière de sécurité, hygiène et environnement.
- Organiser un chantier, l'installation sécurisée d'échafaudages, échelles...
 - Proposer des solutions adéquates.

CHAPITRE 4. PLANNING ET ORDONNANCEMENT

4.1 Introduction

D'abord quel est la différence entre la planification et l'ordonnancement ?

La planification et l'ordonnancement sont deux concepts liés, mais distincts, dans la gestion de projets ou de processus.

La **planification** consiste à déterminer

- Les objectifs,
- Les ressources nécessaires,
- Et les étapes nécessaires pour atteindre un résultat spécifique.

Cela implique l'identification des activités, la définition des dépendances entre les activités, l'estimation des ressources requises et l'établissement d'un calendrier général. La planification permet de définir une vision d'ensemble du projet ou du processus, en prenant en compte les contraintes et les objectifs.

L'ordonnancement, en revanche, est le processus de gestion et de coordination des tâches ou des activités spécifiques dans le temps, conformément au plan établi. Il consiste à déterminer

- L'ordre d'exécution des tâches,
- Les ressources nécessaires pour chaque tâche,
- Les délais à respecter et les éventuelles contraintes.

L'ordonnancement permet d'allouer les ressources de manière optimale, d'optimiser les délais d'exécution et de minimiser les conflits potentiels.

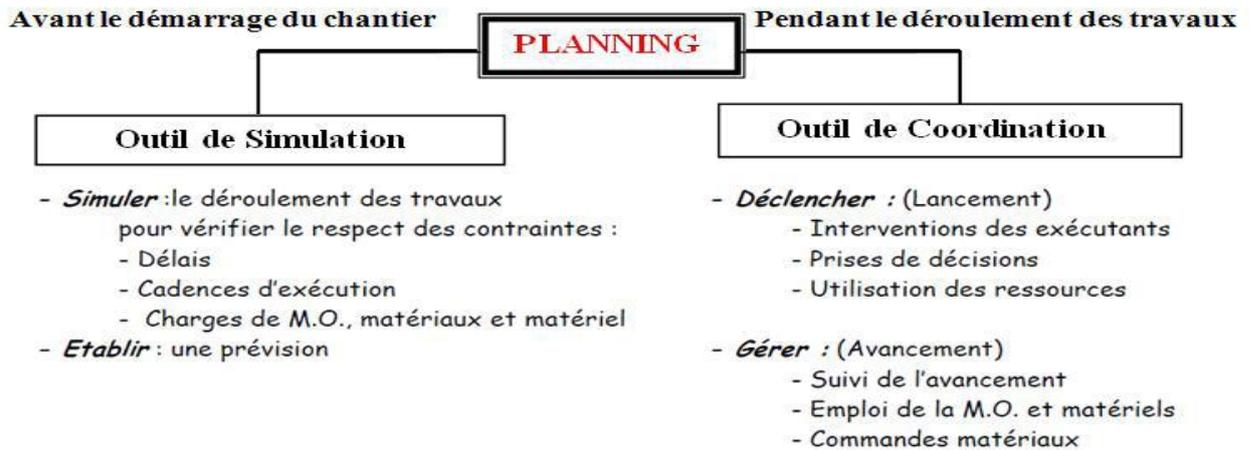
En résumé, la planification est l'étape initiale où l'on définit les grandes lignes et les objectifs du projet, tandis que l'ordonnancement est l'étape suivante où l'on organise et coordonne les tâches spécifiques dans le temps, en respectant les contraintes et les objectifs définis lors de la planification. La planification et l'ordonnancement sont à des **niveaux d'échelles** et de **détails différents**.

4.2 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.

Structure du planning



4.3 Avantages de la planification des projets

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

4.4 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.

4.5 Différentes catégories des plannings

4.5.1 Planning général d'avancement ou planning général TCE

Il prévoit, dans le respect du délai contractuel, le jalonnement des étapes d'exécution, l'ordonnancement des phases de travaux, la durée et l'enclenchement des interventions de chaque lot.

Ce planning, indispensable pour la coordination entre les diverses entreprises, nécessite l'établissement d'autres documents plus détaillés et propres à chaque entreprise, s'il veut remplir son rôle et être suivi.

D'où la seconde catégorie de plannings, détaillant ce planning général.

4.5.2 Plannings particuliers par corps d'état

Ils concernent l'organisation et permettent le suivi et l'exécution des travaux d'un lot en particulier.

4.5.3 Plannings généraux de gestion de l'entreprise

Non abordé dans ce cours, on peut néanmoins citer pour ce type de planning :

- Le planning général de financement des différents chantiers de l'entreprise.
- Le planning d'avancement des divers chantiers en cours.
- Le planning général de rotation du gros matériel et de son entretien.
- Le planning général de la main d'œuvre: siège et chantiers.

4.6 Méthodes de présentation des plannings

4.6.1 Le planning GANTT (ou planning à barres)

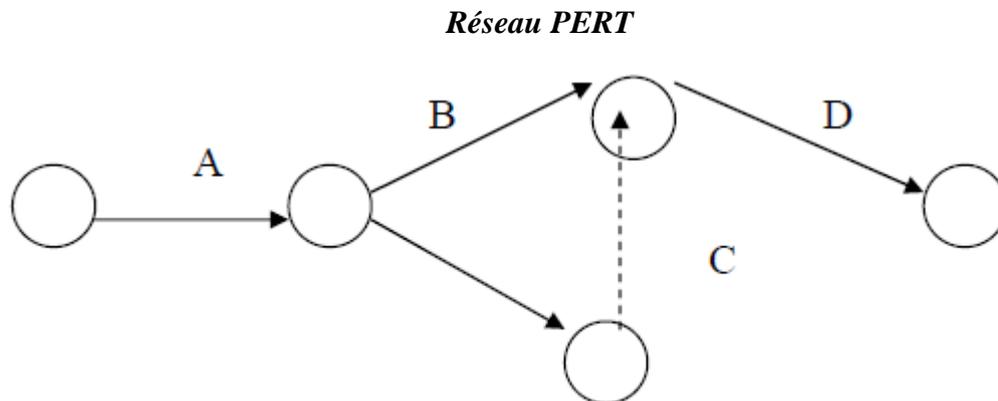
Il s'agit de la représentation, la plus simple et la plus utilisée pour la planification d'un chantier, la gestion du personnel et des interfaces.

Sur ce planning, des traits horizontaux de longueur proportionnelle à la durée représentent la succession des différents éléments de la construction tous corps d'état.

La position relative des barres matérialise des liaisons logiques ou enchaînements.

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

Cette méthode (Program Evaluation and Review Technique) a été créée par la « Marine Américaine » pour l'élaboration de ses missiles Polaris en 1956. La présentation graphique considère la tâche comme une flèche avec deux étapes au bout, une étape de début et une étape de fin, l'ensemble des tâches liées entre forment un réseau PERT.



La flèche en pointillés est une tâche fictive de durée nul, qui lie la fin de la tâche C et le début de la tâche D.

Le chemin critique dans le réseau PERT est la suite des tâches critiques (qui n'ont pas de marge) qui détermine le délai, tout retard d'une tâche critique entraîne un retard dans la date de fin du projet. Cette présentation considère les liens entre les tâches de type fin- début égale à zéro.

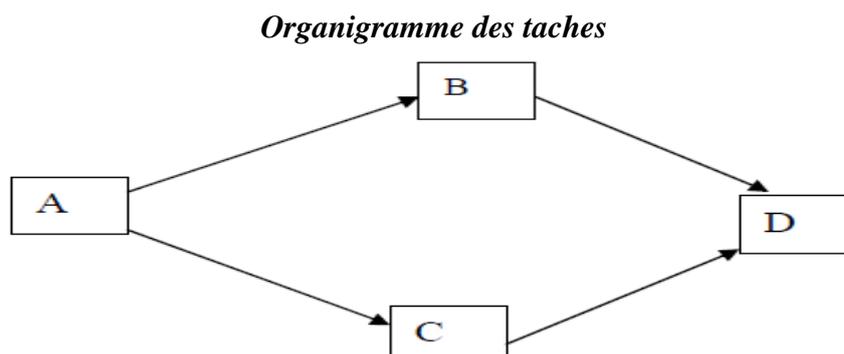
Cette présentation à été amélioré par la suite pour exprimer les différents types de lien possible pour devenir la méthode des potentiels.

4.6.3 Méthode des POTENTIELS

La méthode des potentiels PDM (Precedence Diagram Method) est une méthode de planification qui se base sur la méthode de planification PERT, sur laquelle on a introduit les types de lien et leurs valeurs, elle est utilisée par les outils actuels de gestion de projet.

4.6.4 Présentation graphique

Si on exprime le réseau Pert classique ci-dessus, on obtient le réseau Potentiel appelé organigramme des tâches suivant :



Pour pouvoir calculer les dates de début, de fin et les marges de chaque tache, on utilise les cases suivantes :

Cases de calcul des taches

Début tôt dto	Début tard dta
Nom de la tache	Durée
Marge libre ML	Marge totale MT

4.7 Calcul des dates, des liens, des marges

1/ Cas de lien début-début (DD)

$$dto (T+1) = dto (T) + DD \quad (13)$$

$$dta (T) = dta (T+1) - DD \quad (14)$$

$$Fin \text{ tôt } fto (T) = dto (T) + durée (T) \quad (15)$$

$$Fin \text{ tard } fta (T) = dta (T) + durée (T) \quad (16)$$

$$MT (T) = dta (T) - dto (T) \quad (17)$$

$$ML (T) = dto (T+1) - DD - dto (T) \quad (18)$$

2/ Cas de lien fin-début (FD)

$$dto (T+1) = dto (T) + durée (T) + FD \quad (19)$$

$$dta (T) = dta (T+1) - Durée (T) - FD \quad (20)$$

$$Fin \text{ tôt } fto (T) = dto (T) + durée (T) \quad (21)$$

$$Fin \text{ tard } fta (T) = dta (T) + durée (T) \quad (22)$$

$$MT (T) = dta (T) - dto (T) \quad (23)$$

$$ML (T) = dto (T+1) - Durée (T) - FD - dto (T) \quad (24)$$

3/ Cas de lien fin -fin (FF)

$$dto (T+1) = dto (T) + Durée (T) + FF - Durée(T+1) \quad (25)$$

$$dta (T) = dta (T+1) + Durée(T+1) - FF - Durée (T) \quad (26)$$

$$Fin \text{ tôt } fto (T) = dto (T) + durée (T) \quad (27)$$

$$Fin \text{ tard } fta (T) = dta (T) + durée (T) \quad (28)$$

$$MT (T) = dta (T) - dto (T) \quad (29)$$

$$ML (T) = dto (T+1) - dto (T) - Durée (T) - FF + Durée(T+1) \quad (30)$$

4/ Cas de lien début-fin (DF)

$$dto (T+1) = dto (T) + DF - durée (T+1) \quad (31)$$

$$dta (T) = dta (T+1) + Durée (T+1) - DF \quad (32)$$

$$Fin \text{ tôt } fto (T) = dto (T) + durée (T) \quad (33)$$

$$\text{Fin tard } fta(T) = dta(T) + \text{durée}(T) \quad (34)$$

$$MT(T) = dta(T) - dto(T) \quad (35)$$

$$ML(T) = dto(T+1) + \text{Durée}(T+1) - DF - dto(T) \quad (36)$$

La marge libre d'une tâche est une possibilité de retard de celle-ci sans retarder le début des tâches postérieures.

La marge totale d'une tâche est une possibilité de retard de celle-ci sans affecter la fin tard du projet.

CHAPITRE 5. LANGAGE PERT

5.1 Définition et représentation graphique du réseau PERT

Le graphique PERT permet de visualiser la dépendance des tâches et de procéder à leur ordonnancement. On utilise un graphe de dépendances. Pour chaque tâche, on indique une date de début et de fin au plus tôt et au plus tard.

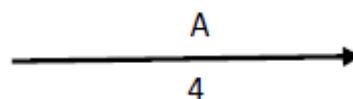
Le diagramme permet de déterminer le chemin critique qui conditionne la durée minimale du projet.

- la méthode PERT est une technique permettant de gérer l'ordonnancement dans un projet. La méthode PERT consiste à représenter sous forme de grapheur réseau de tâches dont l'enchaînement permet d'aboutir à l'atteinte des objectifs d'un projet.
- ainsi, la méthode PERT implique au préalable :
 - un découpage précis du projet en tâche.
 - l'estimation de la durée de chaque tâche.
 - détermination des antériorités.

5.2 Conventions de la méthode

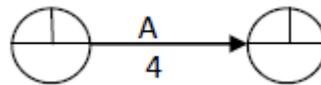
1) Tâche : (parfois activité ou étape) représentée par une flèche. A chaque tâche correspond un code et une durée néanmoins, la longueur de la flèche est indépendante de la durée.

La tâche A de 4 jours ou Mois ou Années



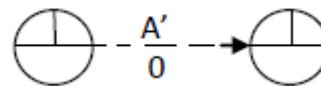
2) **Etape** : c'est-à-dire le début et la fin d'une tâche. Chaque tâche possède une étape de début et une étape de fin. A l'exception des étapes initiales et finales, chaque étape de fin est une étape de début de la tâche suivante. les étapes est en règle générale numérotées par un cercle, mais elles peuvent parfois avoir d'autres formes (carré, rectangle, ovale,....)

Début et fin de la tâche A



3) **Tâche fictive** : représentée par une flèche en pointillée, permet d'indiquer les contraintes d'enchaînements entre certaines étapes.

Tâche fictive A' toujours de durée 0



Combinaison des tâches du réseau PERT

Reconversion du réseau PERT en planning BARRE (GANTT)

5.3 Construction d'un réseau PERT

Exemple d'un projet qui se compose de **6 tâches**.

Tâche (X)	Antécédent	Durée (jours)
A	--	5
B	D	3
C	D	6
D	---	2
E	B ; H	3
F	C	1
G	A	2
H	C	2

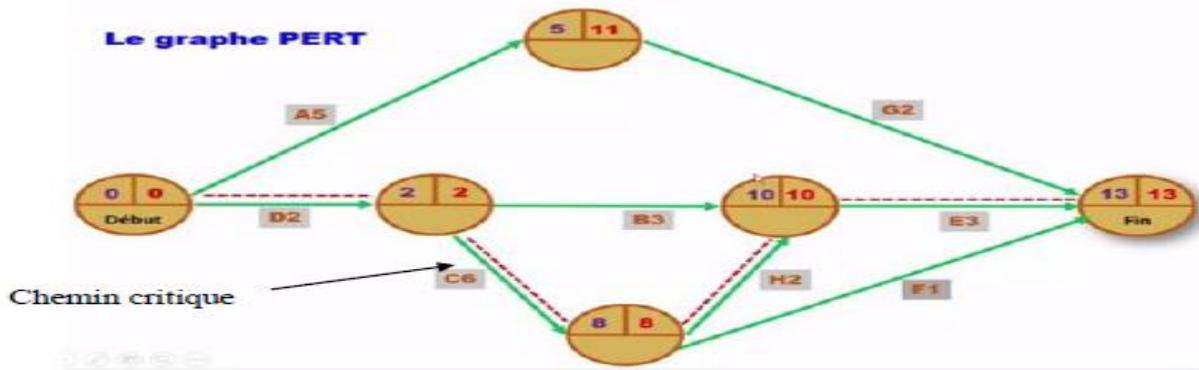
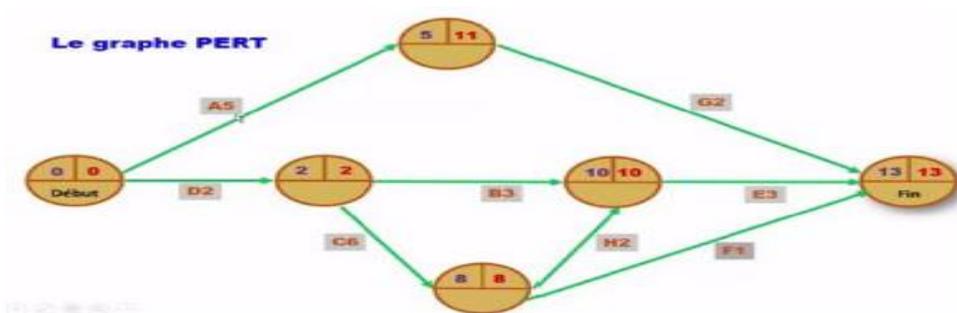
Solution :

Les niveaux du graphe

Tâche (X)	Antécédent	Niveaux
A	--	Niveau 1
B	D	Niveau 2
C	D	Niveau 2
D	---	Niveau 1
E	B ; H	Niveau 4
F	C	Niveau 3
G	A	Niveau 2
H	C	Niveau 3

Calendrier des suivants

Tâche (X)	Antécédent	Posteriorité S(x) (suivants)
A	--	G
B	D	E
C	D	F
D	---	B ; C
E	B ; H	---
F	C	---
G	A	---
H	C	E



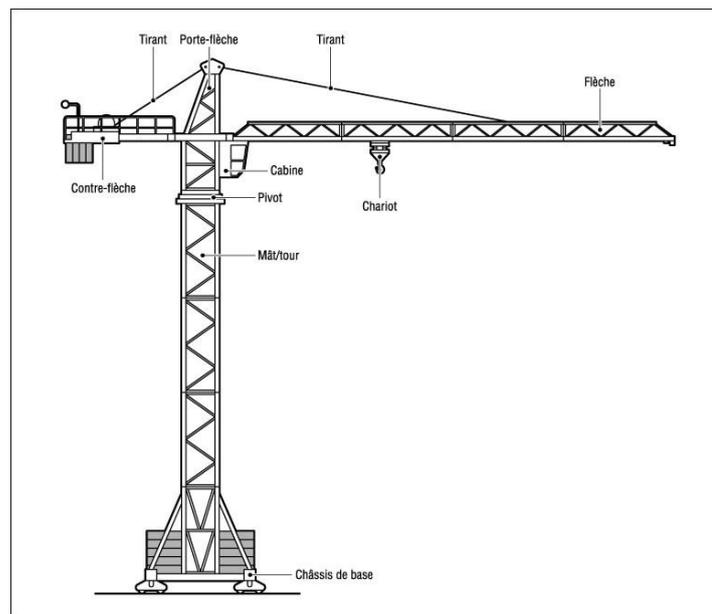
CHAPITRE 6. CONDUITE DES CHANTIERS

6.1 Exemple de matériel de levage de chantier [6]

6.1.1 Définition :

Une grue est un appareil de levage et de manutention réservé aux lourdes charges. Cet engin de levage est construit de manière différente selon son utilisation (à terre : grue de chantier, camion-grue ; à bord d'un navire ; d'un dock flottant, etc.) Chaque grue a une charte qui définit clairement sa capacité de levage en rapport avec le rayon et l'angle de la flèche.

Schéma d'une grue fixe



6.1.2 Importance de la grue

La grue est l'organe le plus important du chantier. elle est au chantier ce que le micro-processeur est à l'ordinateur : elle cadence le travail et distribue les matériaux et matériels. Plus de 80 % des tâches quotidiennes du chantier nécessitent à un moment donné une manutention mécanique. L'avancement du chantier est directement lié au travail de ses grues.

6.2 Intérêts de la charge de grue

Lors du chiffrage de l'opération, votre entreprise émet des hypothèses :

- Nombre de grus ;

- Amplitude journalière de travail des ouvriers
- Amplitude journalière de travail des grutiers
- Amplitude journalière de travail de l'encadrement

Ces données ont toutes un lourd impact financier sur les « frais de chantier ».

Comment alors fiabiliser ces hypothèses ? comment s'assurer qu'il y aura assez de grue sur le chantier ? Que les grutiers ne feront pas trop d'heures supplémentaires... ? C'est le rôle de la charge de grue.

6.3 Fonctionnement d'une grue

La charge de grue dépend de deux autres documents indispensables :

- le métré opérationnel
- le planning

Avec ces deux éléments, vous pourrez dégager des cadences de travail.

La charge de grue = Σ cadences journalières de travail x temps unitaire de levage. (37)

La charge de grue = cadences voiles x T U voiles + cadence Planchers x T U Planchers
+..... (38)

Elle s'exprime en heures(h), ou en heures de grue (hG).

6.3.1 Le choix des temps unitaires

Comment mesurer les temps unitaires de grue ? Quel niveau de décomposition retenir ?
Comment tenir compte des aléas ?

6.3.2 Les conséquences d'une erreur

Cas N°1 : la sous-estimation de la charge de grue

Vous avez pris le pari d'installer 4 grues, pour une amplitude de travail de 7h/jour et 5 jours /semaine, avec 80 ouvriers.

Vous avez sous-estimé votre charge de grue de 25%.Le chantier a alors 3 solutions :

- ajouter une grue : $4 \text{ grues} * 1.25 = 5 \text{ grues}$
- augmenter l'amplitude de travail des 80 ouvriers + l'encadrement :
 $7\text{h/jour} * 1.25 = 8.75\text{h/jour}$.
- retarder la livraison de l'ouvrage.

La solution 1 engendre au minimum les surcoûts suivants :

- le montage d'une grue supplémentaire.
- la location mensuelle d'une grue supplémentaire.
- le démontage d'une grue supplémentaire.

- la rémunération d'un grutier supplémentaire.

La solution 2 engendre au minimum les surcoûts suivants :

- la rémunération des heures supplémentaires des 80 ouvriers.
- la rémunération des heures supplémentaires de l'encadrement (si payé à l'heure)
- la rémunération des heures supplémentaires des grutiers.

La solution 3 engendre au minimum les surcoûts suivants :

- les indemnités de retard dues au client.
- l'allongement des durées de location de tous vos matériels.
- la rémunération des 80 ouvriers et grutiers sur la période de dépassement.
- la rémunération de l'encadrement sur la période de dépassement.

Cas N°2 : la surestimation de la charge de grue

Vous avez surestimé la charge de travail de vos grues. Les conséquences peuvent être toutes autres.

Dans le pire des cas, vous perdez à l'appel d'offre car votre offre était trop chère du fait des frais de chantier trop importants.

Dans les autres cas, vous obtenez le chantier, les équipes travaux vont alors se rendre compte à un moment donné de votre erreur. Pour eux les conséquences sont très bonnes et ils peuvent espérer gagner sur :

- le nombre de grues à installer et le coût correspondant.
- le nombre d'ouvrier et l'amplitude de travail.
- la durée du planning.

A défaut de s'en rendre compte, le chantier payera un grutier qui s'ennuie et une grue qui n'est pas rentabilisée.

- Pas assez de prudence = Pertes financières importantes.
- Trop de prudence = Affaire non décrochée.

A vous de faire les bons choix et de prendre la pleine mesure de leur impact.

6.3.3 L'équilibre

L'expression « saturation de grue » prend alors tout son sens :

Le chantier optimal est donc un chantier où la grue est correctement saturée :

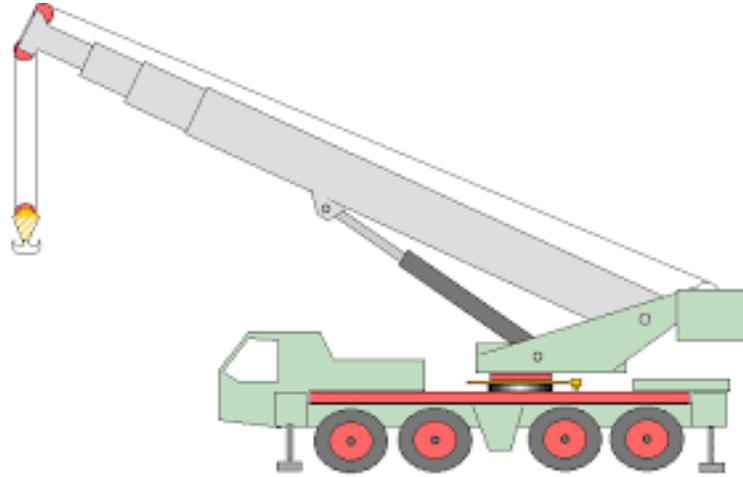
La charge de travail est telle que :

- la grue n'est jamais inoccupée.
- la grue n'est jamais sur-occupée.

L'équilibre doit être parfait entre le temps de travail journalier des ouvriers et le temps de travail de la grue.

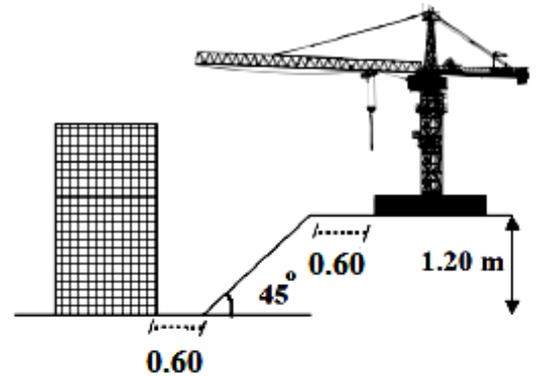
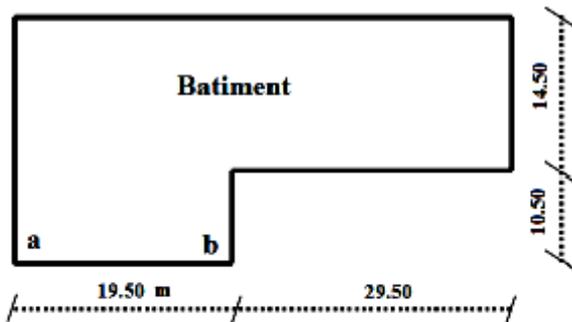
C'est pour cette raison qu'il arrive de décaler des équipes afin de rétablir cet équilibre.

Schéma d'une grue mobile



6.3.4 Exercice d'application (installation d'une grue)

1- Tracer l'axe de la voix à partir du plan de masse et les données ci-après :



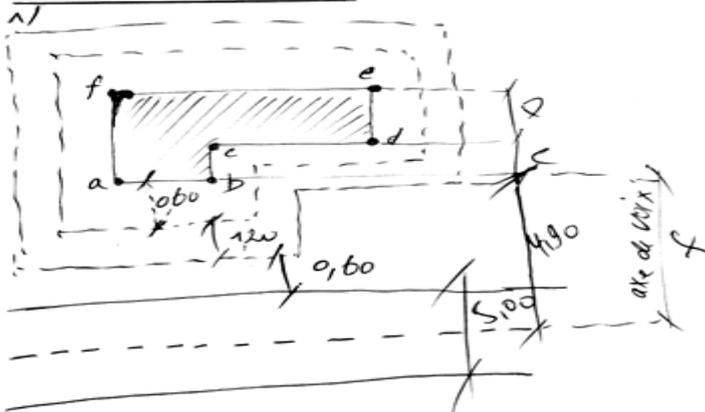
- Le fond de fouille est à (-1.20 m) et les talus de terrassement sont (45°) ;
- On laisse une marge de travail de (0.60 m) entre le bâtiment et le talus ;
- L'embase de la grue est parallèle à la façade « ab ».

Données :

	H (m)	M (Kg)
Banche pour coffrage	2.80	3300
Palonnier pour banche	3.50	100
Prédalles	-	2300
Palonnier pour prédalle	4.80	370
Benne à béton	2.50	370 (vide)
Elingue pour benne à béton	2.00	-
Panneaux pour façade « cd »	2.80	4000
Elingue pour panneaux	3.50	-
Embase de la grue (5.00*5.00 m ²)		

- 2- Déterminer la longueur minimale de la flèche.
- 3- Déterminer la longueur de la voix de grue si la longueur de la flèche est égale à (31m).
- 4- Calculer la hauteur sous crochet HSC si la hauteur du bâtiment est égale à (21m).
- 5- Déterminer les valeurs maximales des charges à lever, ou bout de flèche et à portée intermédiaire.

Solution d'exercice

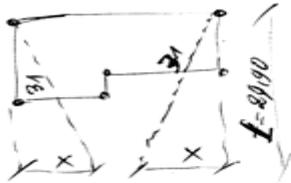


$$f = 0,60 + 1,20 + 0,60 + \frac{5,00}{2} = 4,90 \text{ m}$$

2/ longueur de la flèche L :

$$L = 4,90 + C + D = 4,90 + 10,50 + 14,50 = 29,90$$

3/



$$x = 8,188 \text{ m}$$

4/ Calcul de la HSC

$$HSC = H_1 + H_2 + H_3$$

H_1 : Hauteur max du bâtiment

H_2 : r de sécurité (2m)

H_3 : Niveau de base (notre choses)

les charges	Hauteur (m)	Poids (kg)
Branches + Palaniers	$2,80 + 3,50 = 6,30$	$3300 + 100$
Pu'dolles + "	$900 + 4,80$	$2300 + 370$
Bernes + Elingues	$2,50 + 2,00$	$370 + 2400$
Panneaux + "	$280 + 3,50 = 6,30$	4000

max est 6,30 m

$$HSC = 19,80 + 2 + 6,30 = 28,10 \text{ m}$$

5/ → le charge maximale est : 4000 (kg)

→ le charge au bout l'axe de flèche = 2770 (kg) et 3400 (kg)

→ le charge à portée intermédiaire : 2670 (kg).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Cours de gestion de chantier, Mise à jour (avril 2005) Jean – Pierre ESSONE NKOGHE
Ingénieur Ponts et Chaussées.
- [2] Organisation de chantier d'un équipement culturel, mémoire de fin d'étude pour
l'obtention du diplôme master 2 en architecture, présentés par KALLAB Debbih Mohamed
Amine & DAKHLI Ali, Université d'OUM EL-BOUAGHI.
- [3] guide technique module 5 installation du chantier, <http://www.instantanes-alphonse.fr>
- [4] <https://fac.ums.edu.dz/fstech/cours/GCivil/ODC.Licence%20acad%C3%A9mique/ODC%20CHAPITRE%20I.2020.pdf>.
- [5] Cours D'organisation de chantier, réalisé par Dr, CHAIB, Centre universitaire - Ahmed
Zabana - Relizane.
- [6] Polycopie de (Organisation des chantiers) fait par Dr Besseghier Abderrahmane, Centre
Universitaire El-Wancharissi – Tissemsilt.