

Ecole Nationale Polytechnique

Lex

DEPARTEMENT GENIE - CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Etudes Technico-Economiques d'Organisation
et d'Exécution d'un Centre Médical**

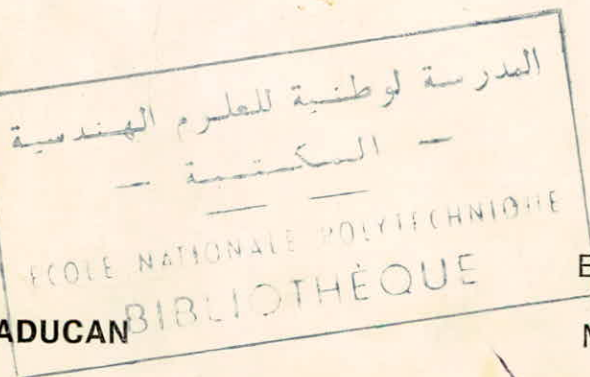
Proposé Par :

Mr. CIOROIU RADUCAN

Docteur - Ingénieur

Etudié Par :

Mr. L'HASBELLAOUI Mohamed



UNIVERSITE D'ALGER

Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT GENIE-CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Etudes Technico-Economiques d'Organisation
et d'Exécution d'un Centre Médical**

Proposé Par :

Mr. CIOROIU RADUCAN

Docteur - Ingénieur

Etudié Par :

Mr. L'HASBELLAOUI Mohamed

Promotion Juin 1979

Ecole Nationale Polytechnique

DÉPARTEMENT GÉNIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

ETUDES TECHNICO-ECONOMIQUES
D'ORGANISATION ET D'EXECUTION
D'UN CENTRE MÉDICAL.

Proposé par :

M^e CIORIOU RADUCAN

Docteur Ingénieur.

Etudié par :

LHASBELLAOUI M^{ed}

Promotion Juin 1979

THÈME

Il est donné à élaborer le projet d'exécution d'un centre médical.

On demande :

- 1- Description général de l'ouvrage
- 2- Description des méthodes d'organisation et d'exécution.
- 3- Subdivision en secteurs de travail.
- 4- Etablissement des processus par niveaux et par secteurs.
- 5- Calcul des quantités de travaux par chaque secteur de travail.
- 6- Calcul des ressources nécessaires
 - effectifs
 - matériels
 - matériaux
- 7- Cyclogramme de travaux.
- 8- Diagramme Gantt
- 9- Diagramme des effectifs
- 10- Diagramme des ressources principales
 - Ciment
 - Gravier
 - Sable
 - Acier
- 11- Diagramme différentiel
 - sable
 - Gravier
- 12- Indices technico-économiques.

Je dédie ce projet à :

- mes parents

- Toutes les personnes auxquelles je suis
lié par un lien de parenté

- tous mes amis .

M. Lhasbellaoui.

Toute ma sympathie , ma reconnaissance
à Monsieur CIORIOU RADUCAN , mon
promoteur pour son aide et ses
conseils précieux -

Mes remerciements à tous les professeurs
qui ont contribué à ma formation -

Toute ma reconnaissance à ceux , qui de
prés ou de loin , ont contribué à l'élaboration
de ce mémoire -

M. Lhasbellaoui



CHAPITRE-I-

A - INTRODUCTION

B - DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE

C - DÉFINITIONS DES PARAMÈTRES

- INTRODUCTION -

la réalisation d'un projet passe par trois phases essentielles :

- conception de l'ouvrage
- Etude de la structure
- L'organisation de l'exécution de l'ouvrage

Cette dernière phase élément essentiel de l'essor industriel, est la science de la production optimum.

Elle permet d'économiser la santé des travailleurs et d'obtenir un travail de bonne qualité dans le plus court délai et au prix de revient le plus bas.

Cette science basée sur l'analyse et la mesure des tâches professionnelles conduit à la découverte des procédés les meilleurs.

Elle consiste donc à déterminer et coordonner les moyens nécessaires et suffisants pour accomplir les différents cycles de travaux dans les meilleures conditions possibles et conformément aux délais et estimations établis.

Le choix d'une méthode d'organisation découle d'une étude technico-économique cherchant à atteindre les objectifs fondamentaux suivants :

- Rapidité d'exécution de l'ouvrage.
- Qualité de bon achèvement de l'ouvrage.
- Economie des matériaux et matériels.

- RAPIDITÉ

Elle ^{est} exigée par le maître de l'ouvrage ou par le rendement financier, cette rapidité se traduit par une économie au stade du financement du projet, mais il n'en est pas toujours de même au niveau de la réalisation.

Une exécution trop rapide peut exiger des moyens onéreux.

Une organisation scientifique permet toutefois de diminuer le délai d'exécution sans coût supplémentaire. En faisant répéter la même opération plusieurs fois on spécialise les ouvriers, ce qui permet de réduire les délais d'exécution en augmentant la productivité de la main d'œuvre.

La méthode à la chaîne synchronise tous les processus sur tous les secteurs et élimine les temps morts.

- QUALITÉ

C'est le choix judicieux de la main d'œuvre et d'un contrôle continu des différentes phases d'exécution du projet de construction.

- ÉCONOMIE

Elle est assurée par l'utilisation à plein rendement de la main d'œuvre.

Elle est garantie par une organisation rationnelle permettant d'exploiter d'une manière optimale le matériel utilisé.

Une organisation scientifique doit respecter les principes fondamentaux suivants:

- Continuité
- Uniformité
- Coût minimum
- Délai minimum.

- CONTINUITÉ

C'est à dire l'alimentation en matériaux et matériels doit être continue et le travail se fait sans interruption.

- UNIFORMITÉ

Signifie que les quantités approvisionnées pendant des périodes égales sont égales.

Les équipes gardent les mêmes effectifs et les mêmes dotations en matériaux et matériels.

Les quantités de travaux exécutés dans des périodes égales sont égales.

PARTICULARITÉS DE L'ORGANISATION DU CHANTIER.

- La diversité des types de chantiers.
- La variété des travaux à exécuter.
- Le déplacement permanent de cette activité de chaque entreprise au fur et à mesure que les travaux avancent ainsi que d'autres contraintes donnent au chantier de construction un caractère spécial.

Pour chaque travail étudié une technique rationnelle remplace les anciennes méthodes.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE

constitution de l'ouvrage

Il est donné à élaborer le projet d'exécution d'un centre médical avec logement de fonctions.

L'ouvrage se compose de 3 niveaux.

- niveau fondation
- niveau rez de chaussée
- niveau étage.

- Le rez de chaussée se compose de salles de consultations, salle de soins, salles d'eau.

- L'étage aménagé pour logement de fonction.

- L'ossature est réalisée en béton armé.
- les planchers de type (16+4) seront constitués par des hourdis reposant sur des poutrelles préfabriquées, on le recouvre par une dalle en béton armé de 4 cm d'épaisseur.

- le plancher terrasse comprendra l'étanchéité suivante :

- plaques de liège pour isolation isothermique.
- forme de pente
- isolation hydrofuge
- Protection de l'étanchéité en gravier.

- Maçonnerie

- remplissage des murs extérieurs en brique (12T+3T)
- cloisons en briques 10T ou 9T.

- Revêtement des sols : carrelage granito (20 cm x 20 cm)

- les murs de la cuisine, salle de bain et WC seront recouverts avec des carreaux de faïence (15 cm x 15 cm) sur une hauteur de 1,40 m.

- les crépissages extérieurs se feront au mortier batard et les enduits intérieurs au plâtre de bonne qualité.

Pour les travaux de menuiserie on utilise le bois dur (rouge) ou le bois blanc encadré de bois rouge, tandis que la vitrerie avec du verre demi double -

- Pour la plomberie sanitaire on réalise les canalisations par des tuyaux en cuivre pour la distribution ultérieure -
- Les égouts seront reliés au réseau existant déjà en ville -
- Pour l'électricité sera encastrée -

Condition de travail :

On considère 25 j ouvrables dans un mois et le programme de travail est d'une seule relève de 8 heures de travail par jour sauf en cas d'exception -

Le chantier est situé loin de la ville, il est alimenté normalement en eau, en électricité et en gaz -

La main d'œuvre qualifiée est déplacement permanent avec le chantier, donc on aura à recruter sur place que la main d'œuvre ordinaire -

Les ouvriers sont nourris et logés dans une base de vie qui fera l'objet d'une étude ultérieure -

DEFINITION DES PARAMÈTRES

Front de travail

c'est l'espace sous forme de surface, de volume dans lequel les équipes dotées en matériaux et matériels exerçant leur travail.

Secteur de travail

La décomposition du front de travail en plusieurs parties qui s'appellent secteurs de travail.

D'une manière générale les secteurs sont inégaux mais il est préférable de décomposer le front de travail en secteurs égaux.

Si l'écart entre les deux quantités de travaux ne dépasse pas plus au moins ($\pm 15\%$) les secteurs seront considérés comme égaux.

Cycles de travaux

Le projet sera décomposé en plusieurs opérations qu'on appellera processus ou cycles de travaux.

Quantités de travaux

Cette quantité de travail est donnée par un mètre. Pour chaque processus il y a une quantité de travaux à réaliser.

Volume de travail :

Le volume de travail pour le processus i , noté V_{Ti} est le temps mis par un exécutant (homme ou engin mécanique) pour exécuter la quantité de travail Q_i .

Effectif :

C'est le nombre d'exécutants pour réaliser la quantité de travail nécessaire en une unité de temps.

Le temps d'exécution d'une quantité Q_i est donné par la relation suivante :

$$t_i = \frac{V_{Ti}}{e_i} \quad \Rightarrow \quad V_{Ti} = t_i \cdot e_i$$

N_{Ti} : norme de temps :

C'est le maximum de temps nécessaire à un exécutant pour réaliser une unité de travail de bonne qualité.

Elle est donnée par la relation suivante :

$$N_{Ti} = \frac{V_{Ti}}{Q_i}$$

N_{pi} : Norme de production :
c'est la quantité minimum de production de travaux de bonne qualité effectuée par un exécutant en une unité de temps :

$$N_{pi} = \frac{Q_i}{V_{Ti}}$$

II. MÉTHODES D'ORGANISATION

- A. Méthode successive
- B. Méthode parallèle
- C. Méthode à la chaîne

MÉTHODES SUCCESSIVES

Cette méthode consiste à ce qu'on dispose d'une seule équipe qui conserve l'effectif et l'équipement. Cette méthode respecte le principe de continuité et d'uniformité. L'alimentation en matériels et matériaux se fait sans interruption et d'une manière uniforme.

Cette équipe attaque et réalise les travaux de chaque secteur d'une manière successive.

Cette équipe dotée en hommes, équipement et matériaux attaque et réalise les travaux, après avoir fini passe dans le 2^e secteur, attaque et réalise après avoir fini passe dans le troisième secteur et ainsi de suite jusqu'au dernier processus.

En général les secteurs sont inégaux, les modules de temps seront différents d'un secteur à un autre

$$t_i^{\lambda} \neq t_i^{\lambda+1}$$

Le nombre d'équipes qu'exige cette méthode est égal au nombre de processus composants.

Le cyclogramme sera composé de successions non rythmiques en général.

La durée de réalisation est la suivante:

$$T_e = \sum_{i=1}^m \sum_{\lambda=1}^n t_i^{\lambda}$$

m: nb de processus

n: nb. de secteurs

Si les secteurs sont égaux, les modules de temps seront aussi égaux - et on aura des successions rythmiques.

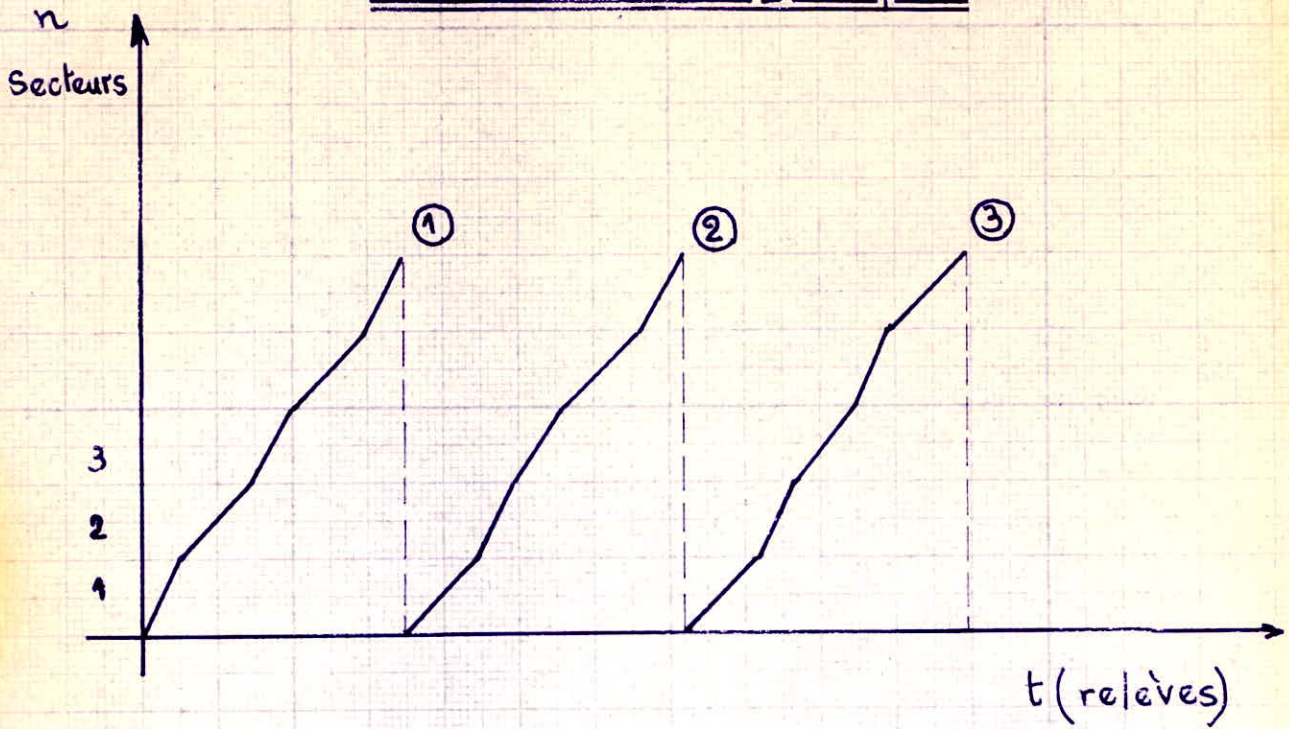
$$t_i^{\Delta} = t_i^{\Delta+1} \Rightarrow T_e = m \times n \times t$$

Cette méthode respecte les principes fondamentaux de continuité et non chevauchement mais comporte plusieurs temps morts et une grande durée de réalisation -

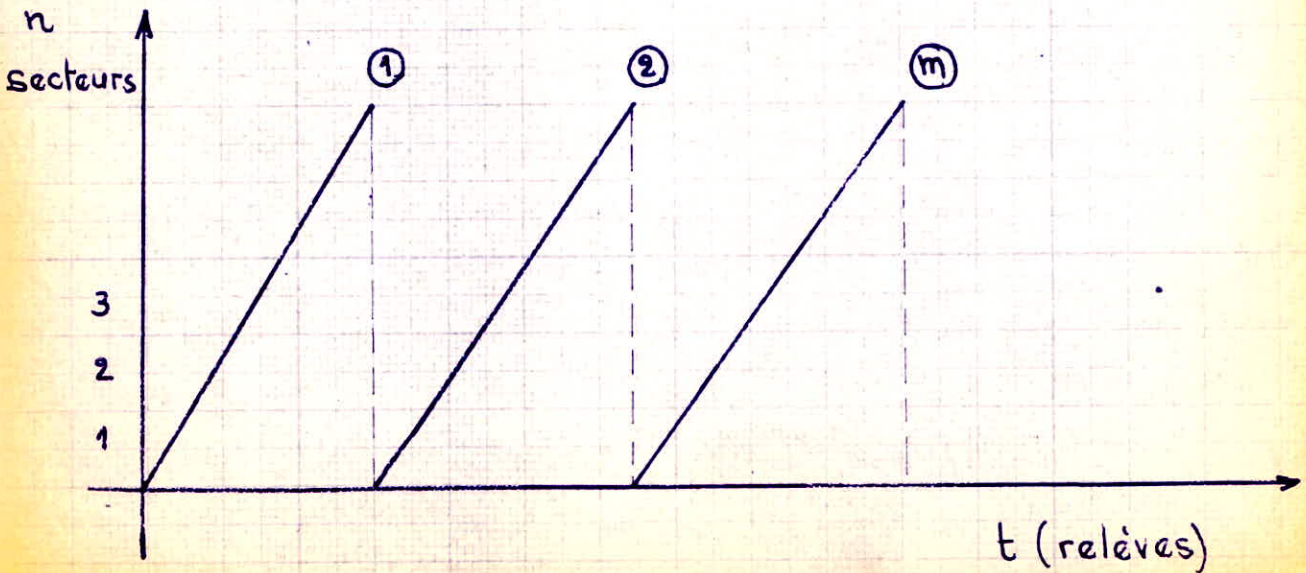
Cette méthode est rarement utilisée -

MÉTHODES SUCCESSIVES

successions non Rythmiques



Successions Rythmiques



MÉTHODE PARALLÈLE

Cette méthode consiste à exécuter en même temps sur les n secteurs les travaux du premier processus avec n équipes différentes et n autres équipes réalisent les travaux du deuxième processus en respectant le principe de synchronisation et ainsi de suite jusqu'au dernier processus -

La durée d'exécution est :

$$T_e = \max_{\lambda} \sum_{i=1}^m t_i^{\lambda}$$

Le nombre d'équipes utilisées pour m processus est égal à $m \times n$ -

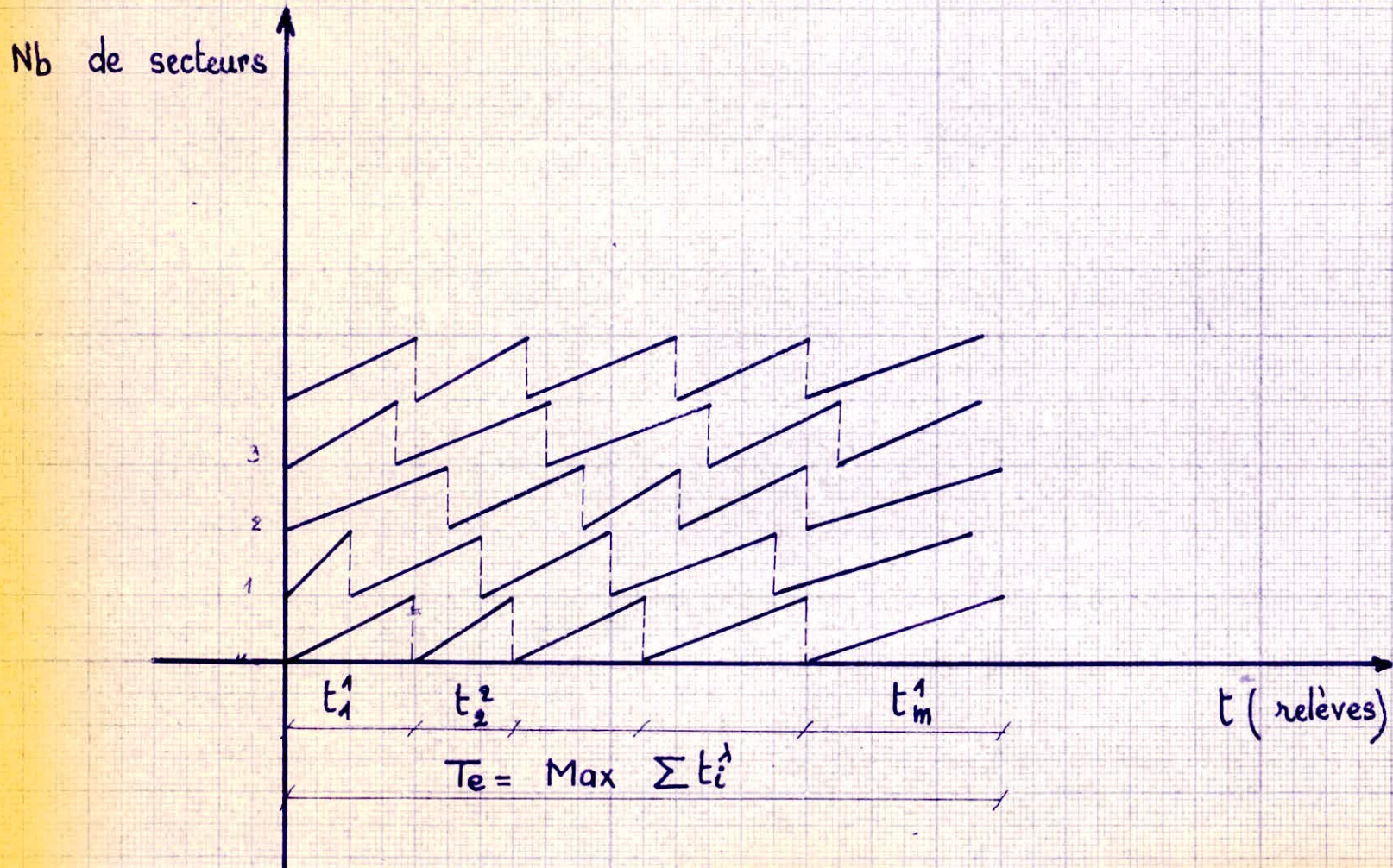
Avantages :

- Diminue le temps de réalisation
- Utilisée uniquement dans les cas urgents
 - en cas d'inondation pour aménagement des routes
 - en cas d'incendie
 - en état de guerre.

Inconvénient :

- Elle exige un grand nombre d'équipes.
- un front de travail total.
- Un grand afflux de ressources, ce qui entraîne beaucoup d'utilisation de matériaux.
- Méthode d'organisation difficile.

MÉTHODE EN PARALLÈLE



MÉTHODE A LA CHAÎNE

La méthode à la chaîne consiste à l'organisation de m processus complexes sur n secteurs en ce que chaque processus composant soit réalisé comme une succession en respectant la synchronisation sur un même secteur; les différentes équipes qui réalisent des travaux différents se suivent conformément à la technologie et avec un décalage minimum.

La méthode à la chaîne est une organisation qui permet de diminuer le délai d'exécution sans coût supplémentaire -

Elle spécialise les ouvriers en leur faisant répéter la même opération plusieurs fois. Cette répétitivité permet de réduire le délai de réalisation en augmentant la productivité de la main d'oeuvre et élimine les temps morts -

Définition du pas

c'est le temps entre le début d'un cycle quelconque i et la fin du cycle quelconque $i-1$ précédent sur un même secteur λ .

Si le pas est égal au module du temps ($K_i^\lambda = t_i^\lambda$) il y a alors synchronisation entre le processus i et le processus $i+1$ sur le secteur λ -

Principe de continuité

L'exécution des travaux sur le secteur λ quelconque doit débiter juste au moment où les travaux sur le secteur $\lambda-1$ précédent s'achèvent -

La synchronisation -

La synchronisation sur le secteur λ signifie que les travaux du processus $i+1$ commencent immédiatement après la fin des travaux du processus i sur ce secteur.

C'est un procédé simple qui nécessite aucun surplus de ressources -

Pour obtenir la méthode à la chaîne consiste à décaler à partir du cyclogramme de méthode successive un processus quelconque $i+1$ vers le précédent jusqu'à ce qu'on ait synchronisation sur au moins un secteur tout en évitant le chevauchement -

La durée d'exécution est donnée :

$$T_e = \sum_{i=1}^m t_i^{\lambda} + \sum_{i=1}^{m-1} \tau_i^{\lambda} + \sum_{i=1}^{m-1} \Delta_i^{\lambda} + \sum_{\lambda=2}^n t_m^{\lambda}$$

Δ_i^{λ} : décalage technologique du processus i sur le secteur λ

τ_i^{λ} : décalage organisationnel du processus i sur le secteur λ -

CAS PARTICULIER

MÉTHODE EN BANDES OU EN TAPIS

Pour éviter les décalages organisationnels, il est recommandé de prendre les mêmes modules de temps pour tous les processus -

$$t_i^1 = \text{cste} = t \Rightarrow \sum_{i=1}^{m-1} \tau_i^1 = 0$$

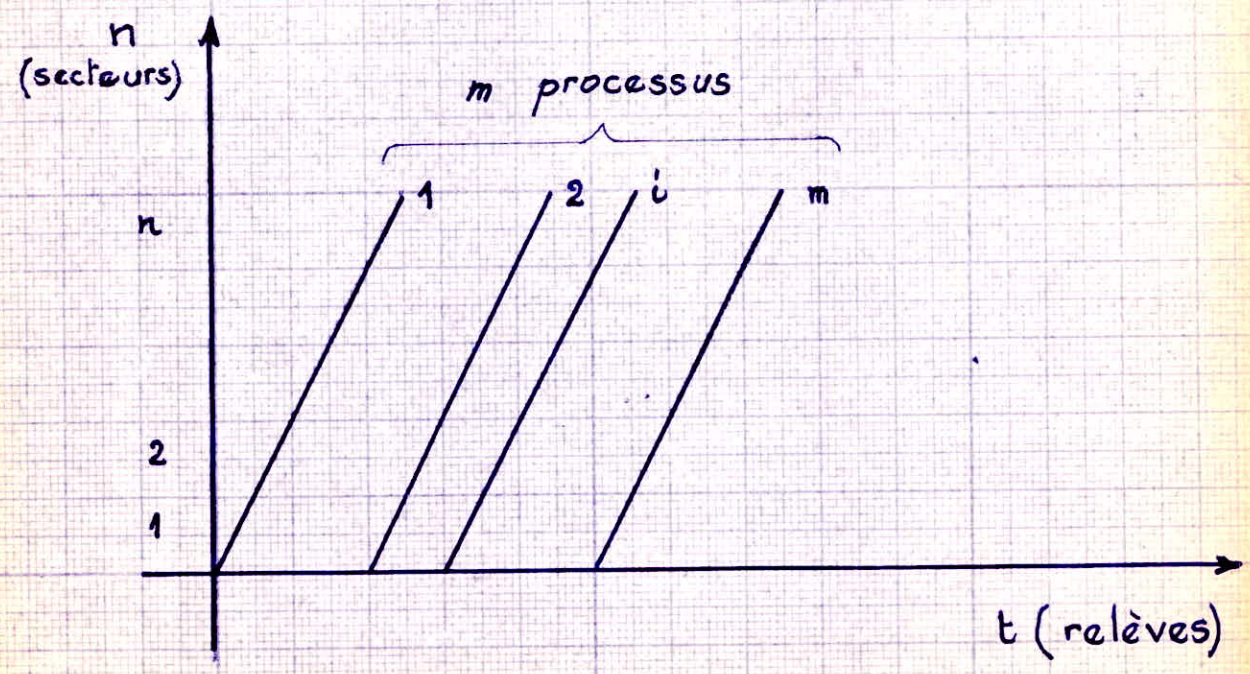
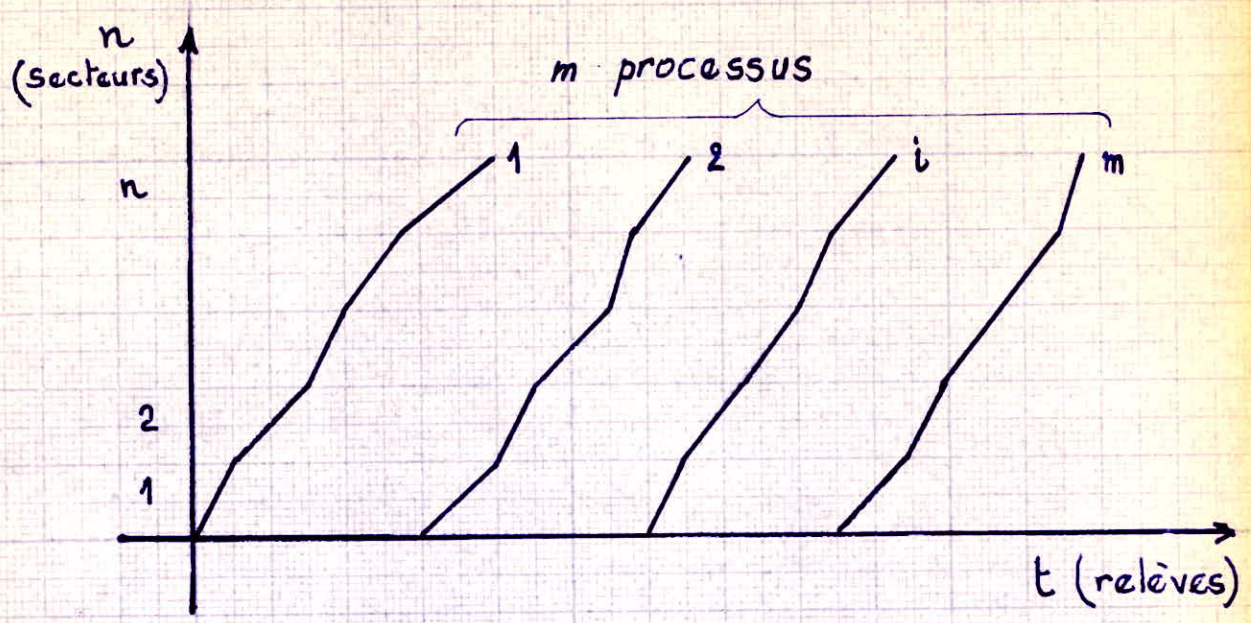
d'où
$$\underline{T_e = (m+n-1)t + \sum_{i=1}^{m-1} \Delta_i^1}$$

Le nombre d'équipes utilisées est égal à m .
Dans cette méthode il y a synchronisation sur tous les secteurs

Cette méthode a certains avantages :

- Elle évite les temps morts sur tous les secteurs -
- Court délai d'exécution sans coût supplémentaire -
- Elle donne des résultats efficaces pour les travaux homogènes s'étalant sur un grand front de travail.

MÉTHODE A LA CHAÎNE



III- TECHNOLOGIE

- coffrage
- échafaudage
- Maçonnerie
- enduit extérieur
- enduit intérieur
- Béton
- Etanchéité
- Terrassement

TECHNOLOGIE

1- COFFRAGE

a) Le coffrage est un moyen d'exécution du béton.

La fonction du coffrage est de contenir le béton pendant le coulage, d'assurer sa protection durant la période de prise et de durcissement de le dimensionner à la cote voulue et de donner l'apparence désirée -

2. b) indice financière -

On obtient actuellement la répartition suivante du coût du béton fini :

- matériaux pour béton armé : béton prêt à l'emploi 32%

- main d'oeuvre de mise en oeuvre des matériaux 16%

- Frais de coffrage (matériaux et main d'oeuvre) 52%

La hausse continue du coût de la main d'oeuvre accroît l'importance relative du prix de coffrage -

Mais plutôt que de chercher à améliorer cette technologie la tendance actuelle est plutôt de chercher à utiliser des procédés de coffrages différents =

- coffrages préfabriqués à la mesure des pièces à réaliser et destinés à de nombreuses utilisations.

- soit en recourant à du matériel métallique standardisé qui peut être utilisé 400 fois -

c) Réutilisation du coffrage.

les économies qui peuvent être réalisés en réutilisant les coffrages proviennent :

- de la diminution de la main d'oeuvre

- de la possibilité d'approvisionner du petit matériel facilitant les opérations -

Des économies de 20% à 50% sont possibles -

Coffrage en bois

Le coffrage en bois se présente sous plusieurs formes:
(madriers, chevrons, planches, panneaux).

Les Coffrages ne doivent pas buter sur les échafaudages mais prendre appui sur les parties inférieures de béton déjà exécutés et être si possible entretoisés à la partie supérieure.

Les panneaux et les planches doivent être suffisamment rigides. Leur assemblage doit être simple et robuste et permettre leur réglage en position.

Ce mode de coffrage peut être utilisé 10 fois, mais peut être utilisé après avoir subi un démontage complet.

Néanmoins les coffrages en bois restent les plus employés en raison des travaux à exécuter et de sa disponibilité sur le chantier.

DECOFFRAGE

Compte tenu des contraintes auxquelles elle sera soumise sous son poids propre et les surcharges accidentelles, chaque partie de la pièce doit attendre un délai allant de 24 heures à plusieurs jours avant de procéder au décoffrage.

(dépend de la qualité de ciment)
L'effet de la température est important :

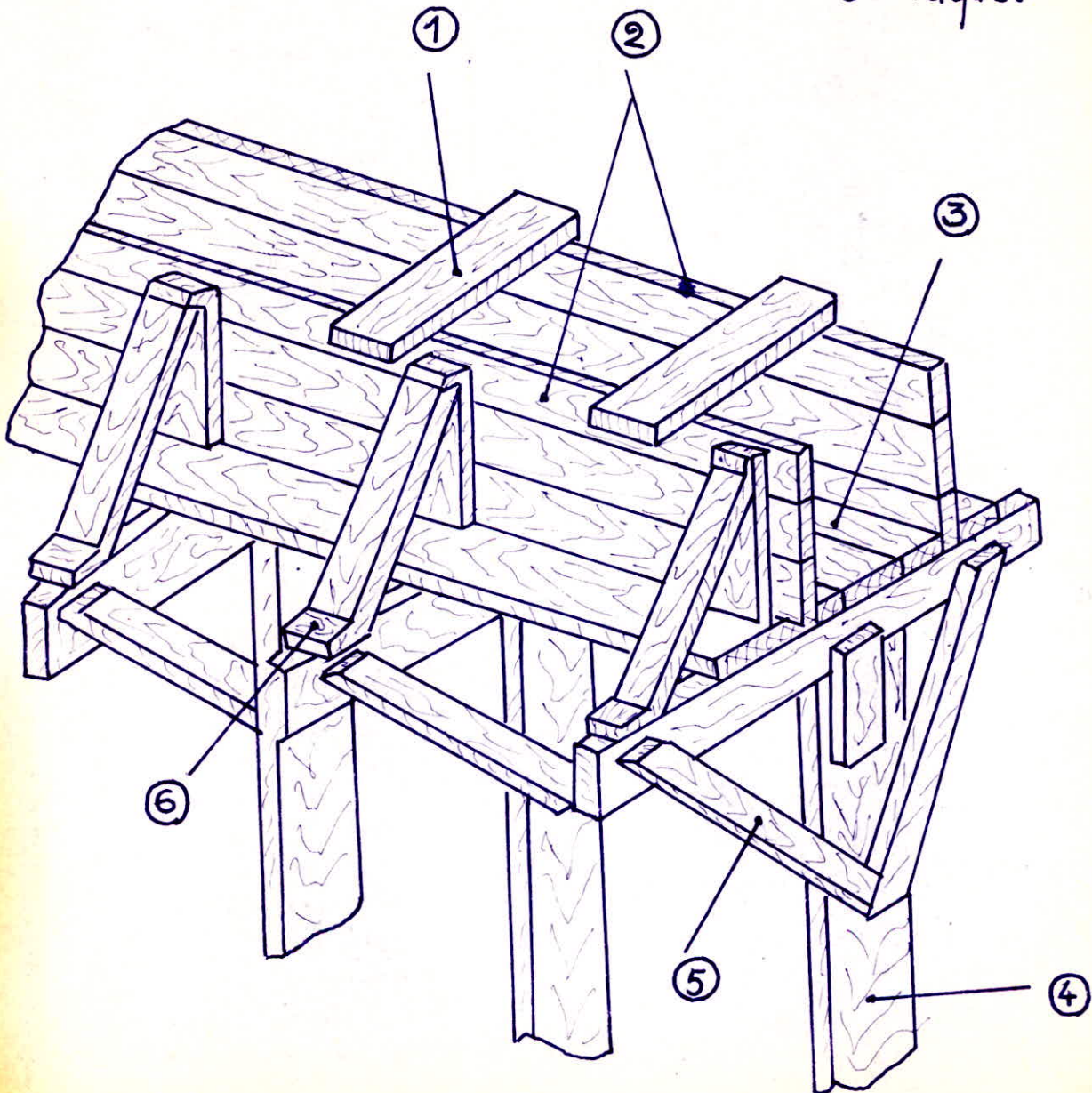
en chauffant le béton (chauffage électrique, exposition à un courant d'air saturé ou aux rayons infrarouges).

On peut réduire considérablement les délais d'attente.

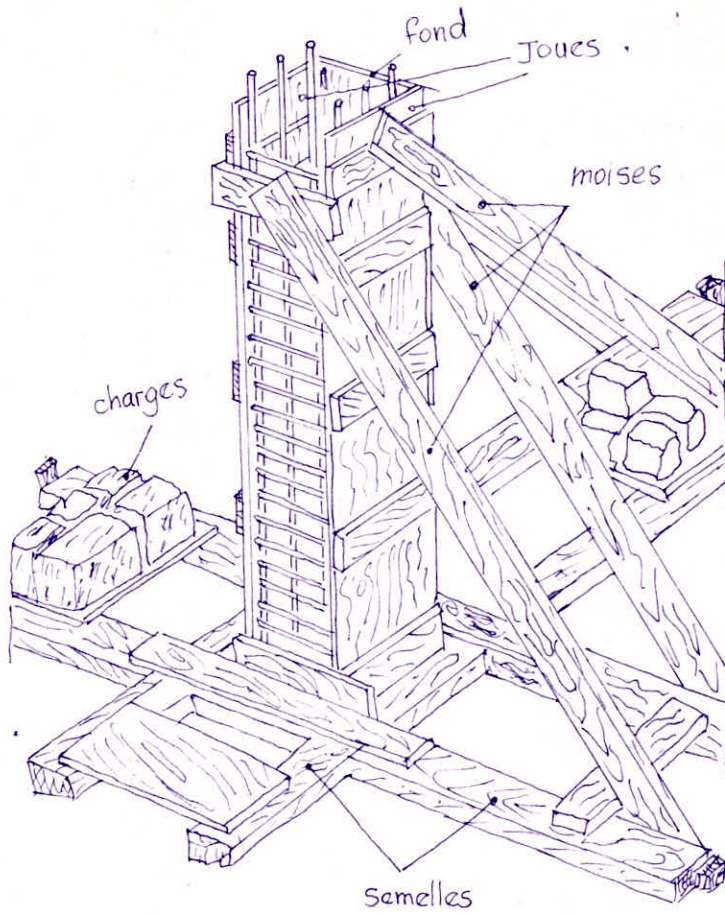
Pour éviter les arrachages locaux de béton durant le décoffrage. On doit éviter l'adhérence des Coffrages au béton en appliquant un produit de démoulage ou en injectant de l'eau ou de l'air sous pression dans les trous verticaux laissés dans le béton pendant le coulage -

coffrage d'une poutre

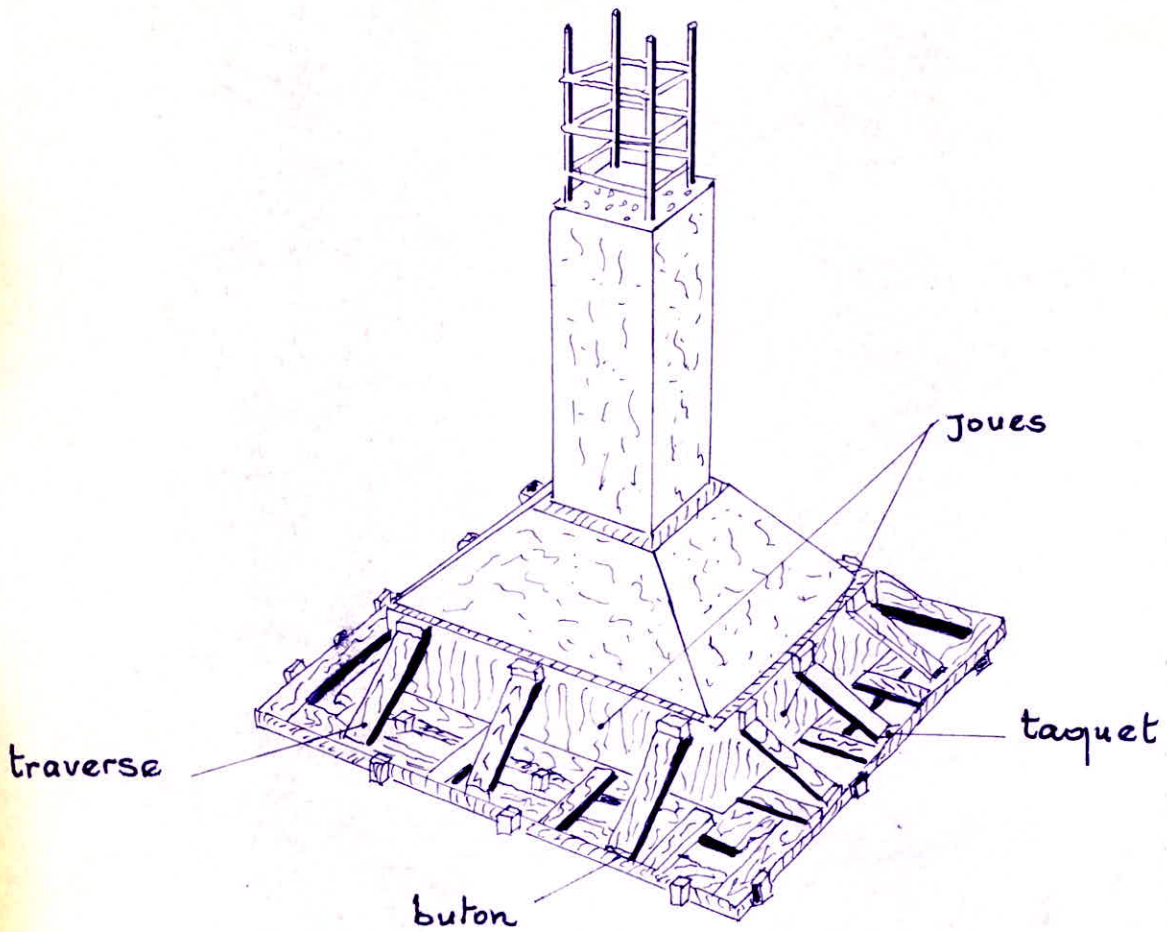
1. Buton
2. Joues
3. Fonds
4. Etai
5. Jambe de Force
6. Taquet



Coffrage d'un poteau.



coffrage d'une semelle pour poteau isolé



ECHAFAUDAGES

Types d'échafaudages:

les types les plus répandus sont:

- Tréteaux en bois ou métalliques.
- échafaudages à suspendus, type peintre de façade.
- échafaudages muraux en tubes métalliques et raccords.
- échafaudages en bois (perches et madriers).
- échafaudages muraux en cadres préfabriqués.

Largeur des planchers de travail:

- 3 planches d'échafaudage.

les échafaudages muraux en cadres préfabriqués: de nombreux types existent. Les barèmes de temps de montage varie légèrement de l'un à l'autre.

On peut admettre en première approximation, une économie de main d'œuvre d'environ 40% par rapport aux échafaudages en tubes raccords.

FERRAILLAGE

Le coût des fers à béton mis en œuvre comprend:

- prix des fers rendus sur le parc du chantier
- prix des découpages, pliages, pré fabrication éventuelle d'armatures et pose de ferrailles dans les coffrages
- amortissement et consommations de cisailles et plieuses -
- assistance à la grue pour élever les ferrailles

Pour le cas où l'on achète des barres coupées à longueur ou pliées, signalons la répartition approximative des différentes phases de travail sur la base des aciers lisses avec crochets:

- rangement des diamètres et longueurs et découpage 20% du temps.
- pliage : 20% du temps.
- Ligature et pose dans les coffrages 60% du temps.

MAÇONNERIE

Le cycle de la maçonnerie comprendra plusieurs processus :

- humidification des briques
- maçonnerie proprement dite.
- manipulation des matériaux sur la plate forme
- montage et démontage de la plate forme de travail.

les murs sont constitués :

- parois doubles (12T+3T)
- parois simple (10T ou 9T)

Pour la maçonnerie de remplissage on utilise un mortier dosé à 350 kg de ciment par 1m^3 de sable.

Pour le rejointement on utilise le mortier riche en ciment dosé à 550 kg de ciment pour 1m^3 de sable.

ENDUIT EXTERIEUR

Les enduits sont des mortiers de sable et de ciment assez richement dosé en ciment, le sable est généralement limité à une grosseur de 2 à 3 mm.

Le dosage en ciment est variable : dans notre cas on utilise le ciment CPA325 dosé à 400 kg par 1m^3 de sable.

Il faut éviter :

- de gâcher avec trop d'eau par risque de faiencage, mais il faut appliquer l'enduit sur un béton ou maçonnerie bien mouillée pour avoir une bonne adhérence.

- Eviter d'appliquer l'enduit en plein soleil ou au grand vent sec, ou par temps de pluie tombante.

ENDUIT INTERIEUR

L'enduit interieur au plâtre.

On commence l'exécution après avoir assuré l'étanchéité contre toute infiltration d'eau et étanchéité terrasse.

L'eau de gâchage a une influence très sensible sur la rapidité et sur le durcissement et la résistance.

Mise en oeuvre du plâtre :

- le gâchage s'effectue pour les sous couches d'enduits, en plâtre gros à raison de 50 à 70% d'eau en poids du plâtre sec.

- Pour les couches superficielles, on utilise du plâtre fin avec 75 à 80% d'eau de gâchage.

- Ce gâchage s'effectue dans une auge en bois bien propre dans laquelle on verse l'eau d'abord ; on y éparpille ensuite le plâtre, que l'on gâche rapidement à la truelle.

- Il ne faut jamais utiliser de plâtre "rebatu" ou regâché, ce qui conduit inévitablement à des fissures dans les enduits (le plâtre gâché, comme le plâtre gâché trop clair prend du retrait en se desséchant).

- Les ouvriers plâtriers ajoutent souvent de leur propre cru des retardateurs de prise dans l'auge de gâchage d'une manière empirique - Cette pratique est condamnable.

Le plâtre sorti de l'usine doit être gâché tel quel.

Inconvénients des retardateurs de prise :

Les retardateurs utilisés sur les chantiers provoquent des effervescences, des cloques, des manques d'adhérence,

et même la distribution des peintures même si le temps de séchage du plâtre a été suffisant avant l'application.

BÉTON

Le meilleur procédé de mise en place d'un béton c'est celui qui lui permet d'occuper la totalité de l'espace qui lui est assigné, avec le maximum d'homogénéité.

avant le coulage du béton on doit faire une vérification à savoir:

- vérifier la propreté du coffrage.
- s'assurer que la position des aciers correspond aux plans.
- Respecter les conditions d'enrobage.

Pour le compactage du béton on utilise la vibration.

Avant d'utilisation de la vibration, les modes de mise en place du béton étaient le piquage et le damage.

Dans les cas particuliers du béton armé il faut avoir recours à la vibration des moules et des coffrages ainsi qu'à la vibration des armatures que lorsqu'il est impossible de faire autrement.

Il faut donc s'attacher à vibrer moins longtemps et surtout vibrer en couches qui ne soient pas trop épaisses.

Les bétons riches en sable et en mortier et les bétons fortement mouillés très plastiques n'ont aucun intérêt à être vibrés.

Le béton mis en place, il doit être arrosé pour le maintenir à une température constante surtout en période de forte chaleur.

Transport du béton :

Le mode de transport du béton jusqu'au point de coulage dépend de la distance par rapport à la position sur le chantier de la centrale de production du béton -

On essaiera de positionner la centrale à béton dans un rayon équidistant des ouvrages à exécuter afin de minimiser la durée de transport.

Dans certains cas, on placera la centrale de production dans le champ d'action de la grue.

La distance sera telle que pendant le transport le béton ne fait pas prise -

Dans notre cas comme on a une distance inférieure à 2 km on utilise le dumpers.

ÉTANCHEITÉ

L'étanchéité des ouvrages d'art et des constructions civiles conduit à des problèmes variés suivant notamment qu'il s'agit de problème relatifs aux parties souterraines ou aux parties aériennes d'une construction.

Le rôle de l'étanchéité est d'assurer la protection contre la pénétration de toutes les parties d'un ouvrage qui si non seraient exposées par leur emplacement à des détériorations généralement graves; telles sont d'une part,

les protections des bâtiments construits en terrasses.

le matériau d'étanchéité est le complément utile de béton, de ciment, et d'une manière générale de tous les matériaux de construction.

la protection ainsi assurée permet des économies d'entretien et de meilleures possibilités d'usage.

Étanchéité terrasse

Elle composée de couches suivantes:

- béton pour forme de pente.
- Couches de parvapeurs.
- barrière en carton asphalté pour la vapeur.
- Isolation thermique en plaques de liège
- Chape de protection au mortier.
- Isolation hydrofuge composée d'une étanchéité multicouche croisées.

Et pour protéger cette étanchéité multicouche on met une couche de 5 cm de gravier roulé type 3/8.

TERRASSEMENT

Déplacement des terres au bulldozer

P: prix moyen du terrassement en (D.A/m³)

$$P = \frac{T + D \times J + F}{V} \quad (\text{D.A/m}^3)$$

T: coût de l'amenée de l'engin, de sa mise en ordre de marche et de son repli.

J: coût d'une journée d'exploitation de l'engin.

F: Frais auxiliaires

V: volume total à déblayer

D: Durée de travail.

Choix d'une méthode de travail

Faut-il adopter l'une ou l'autre de ces méthodes d'une manière exclusive ?

En pratique au gré de nécessités, on adopte celle qui paraît la plus favorable.

3 impératifs principaux doivent être retenus qui guideront le choix.

- 1- Quel est le degré de précision voulu
- 2- De combien de temps disposera-t-on pour faire l'étude -
- 3- Quel est le degré de compétence de la personne qui sera chargée du calcul des prix prévisionnels.

- CHAPITRE IV -

SUBDIVISION EN SECTEURS DE TRAVAIL

- secteur général
- ouvrages sectorisés

SUBDIVISION EN SECTEURS DE TRAVAIL

A- secteur général:

Le secteur général comprend les processus suivants:

- implantation du chantier pendant 45 jours.
- décapage: $Q = 656 \text{ m}^3$
- terrassement en grand masse $Q = 2556 \text{ m}^3$
- Construction de routes et parkings $Q = 660 \text{ m}^3$ de béton
- Construction de trottoirs $Q = 216 \text{ m}^3$ de béton

B- Ouvrages sectorisés

Nous avons 3 niveaux:

- niveau fondation
- niveau rez de chaussée
- niveau étage.

On a 5 secteurs par niveau.

1- NIVEAU FONDATION

Pour chaque secteur de fondation on a les processus suivants:

a- Fouilles en fondations

- Fouilles en puits $Q = 77 \text{ m}^3$
- Fouilles en tranchées $Q = 62 \text{ m}^3$

b- Bétons en fondations

- béton de propreté $Q = 1,72 \text{ m}^3$
- béton armé pour fondations $Q = 9 \text{ m}^3$
- béton pour les regards $Q = 27,96 \text{ m}^3$
- béton pour les longrines $Q = 14,4 \text{ m}^3$

c- Remblayage et compactage.

- $Q = 302,4 \text{ m}^3$

d- Herrissonnage.

- $Q = 109,2 \text{ m}^2$

e- Dallage.

- $Q = 58,2 \text{ m}^3$ de béton.

DÉSIGNATION	REZ DE CHAUSÉE	ÉTAGE
Béton en élévation:	$Q = 33,24 \text{ m}^3$	$Q = 17,28 \text{ m}^3$
Plancher:	$Q = 360 \text{ m}^2$	$Q = 204 \text{ m}^2$
Maçonnerie:		
- murs extérieurs	$Q = 338,4 \text{ m}^2$	$Q = 259,2 \text{ m}^2$
- cloisons	$Q = 452,2 \text{ m}^2$	$Q = 91,2 \text{ m}^2$
Electricité	$Q = 360 \text{ m}^2$	$Q = 204 \text{ m}^2$
Enduit intérieur		
- enduit plâtre murs	$Q = 919,2 \text{ m}^2$	$Q = 180 \text{ m}^2$
- enduit plâtre plafonds	$Q = 398,4 \text{ m}^2$	$Q = 144 \text{ m}^2$
Plomberie sanitaire	$Q = 360 \text{ m}^2$	$Q = 204 \text{ m}^2$
Chauffage	$Q = 360 \text{ m}^2$	$Q = 204 \text{ m}^2$
Revêtements		
- revêtement du sol	$Q = 336 \text{ m}^2$	$Q = 220,8 \text{ m}^2$
- revêtement des murs	$Q = 63,6 \text{ m}^2$	$Q = 24 \text{ m}^2$
- Pose des plinthes	$Q = 156 \text{ ml}$	$Q = 174 \text{ ml}$
- étanchéité des salles d'eau	$Q = 31,2 \text{ m}^2$	$Q = 22 \text{ m}^2$
Menuiserie - vitrerie.	$Q = 112,47 \text{ m}^2$	$Q = 112 \text{ m}^2$
Peinture intérieure:		
- murs	$Q = 919 \text{ m}^2$	$Q = 180 \text{ m}^2$
- plafonds	$Q = 398,4 \text{ m}^2$	$Q = 144 \text{ m}^2$
Enduit extérieur	$Q = 352 \text{ m}^2$	$Q = 290 \text{ m}^2$
Peinture extérieure	$Q = 352 \text{ m}^2$	$Q = 290 \text{ m}^2$
Etanchéité terrasse		
- étanchéité		$Q = 204 \text{ m}^2$
- chape de béton		$Q = 204 \text{ m}^2$

IV- CALCUL DES EFFECTIFS

- Secteur général
- Niveau fondations
- Niveau rez de chaussée
- Niveau étage

INSTALLATION DU CHANTIER

L'installation général des chantiers est estimée à une durée de 45 jours. On réservera aux frais du chantier les dépenses de 5% du montant total des travaux.

On commence par construire :

a- Base de vie

- Bureaux
- Dortoirs
- cantine
- vestiaires
- infirmerie

b- Base de production

- atelier de coffrage
- atelier de ferrailage
- Dépôt de matériaux
- Atelier d'entretien du matériel
- installation du matériel (bull, bétonnière etc...)
- construction des voies provisoires
- construction de la clôture -

DÉCAPAGE

Définition

C'est l'opération qui consiste à racler la couche végétale du terrain sur une profondeur de 15cm à 30cm. pour dégager les voies d'accès et les pistes provisoires du chantier.

Généralement on maintient les terres provenant du décapage dans l'enceinte du chantier pour leur utilisation ultérieure dans les espaces verts et aménagements.

L'utilisation d'un engin mécanique est nécessaire.
On choisit un bulldozer dont la capacité dépend :

- de la quantité de terre déplacée
- de la dureté du sol
- de la distance de transport
- de la nature et de la topographie du terrain.

Formule qui donne la productivité du bull.

$$P = \frac{60 \times R \times K \times C}{T}$$

R: coefficient dépendant du travail, il est compris: $0,7 < K < 0,9$

T: durée d'un cycle qui comprend les manoeuvres suivantes

- retour du bull à vide
- changement de vitesse
- vitesse en charge

décapage :

$$Q = 656 \text{ m}^3$$

$$N_p = 30 \text{ m}^3 / \text{hB}$$

Effectif: 1 bull.

durée d'exécution

$$T = \frac{Q}{N_p \times \text{Eff}} = \frac{656}{30 \times 1} = 21,86 \text{ heures} \approx \underline{3 \text{ J}}$$

l'équipe de décapage se compose de l'effectif suivant:

- un engin (bull 65 CV)
- un conducteur
- un aide
- un ouvrier.

$$\Rightarrow \underline{E = 3 \text{ Hommes}}$$

TERRASSEMENT EN GRAND MASSE

Définition:

C'est le déplacement des terres qu'il faut manoeuvrer pour réaliser sur le terrain les plates formes données par les plans d'implantation. - Les caractéristiques du travail

- conduisent à un premier choix de l'engin -
- distance entre l'endroit d'extraction et le dépôt impliquant une longueur de flèche -
 - production moyenne en m^3/j souhaité, p : résultat de la vitesse d'exécution que l'on désire -
 - Intérêt ou non de prévoir un engin facilement déplaçable, nature du sol, incidence de la fréquence de déplacement.

Pour cette opération on choisit le bull.

Quantité totale des terres à déplacer:

$$Q = 2556 \text{ m}^3$$

$$N_p = 30 \text{ m}^3/\text{hb} \rightarrow N_T = 0,033 \text{ hb}/\text{m}^3$$

$$\text{Volume de travail: } V_T = \frac{2556}{30} = 85,2 \text{ hb.}$$

$$\text{durée} = T = \frac{85,2}{1} = 85,2 \text{ heures} \approx \underline{\underline{11 \text{ Jours}}}$$

l'effectif correspondant:

- 1 bull 65 cv

- 1 conducteur

- 1 aide

- 1 ouvrier

$$\Rightarrow \underline{\underline{E = 3 \text{ hommes}}}$$

ROUTES ET PARKINGS

Ces travaux sont réalisés en béton armé dont la composition du béton est la suivante -

- 350 kg de ciment pour 1 m^3 de béton

- 400 l de sable pour 1 m^3 de béton

- 800 l de gravier pour 1 m^3 de béton.

on commence à les réaliser à partir du 105^e Jour.

a- Routes:

la quantité de béton : $Q = 540 \text{ m}^3$

$$N_T = 4 \text{ hH/m}^3$$

$$V_T = 540 \times 4 = 2160 \text{ hH.}$$

b- Parkings:

la quantité de béton: $Q = 120 \text{ m}^3$

$$N_T = 4 \text{ hH/m}^3$$

$$V_T = 4 \times 120 = 480 \text{ hH}$$

Volume total de travail

$$V_{T_e} = 2160 + 480 = 2640 \text{ hH}$$

On se fixe une durée d'exécution $t = 44 \text{ jours} = 352 \text{ h}$

l'effectif nécessaire $E = \frac{2640}{352} = 7,5 \approx \underline{8 \text{ Hommes}}$

TROTTOIRS

Ils sont réalisés en béton armé avec les mêmes proportions de dosage en ciment, sable et gravier que les parkings et les routes.

On commence à les réaliser à partir du 20^e jour.

la quantité de béton à consommer est:

$$Q = 216 \text{ m}^3$$

$$N_T = 4 \text{ hH/m}^3$$

$$V_T = 4 \times 216 = 864 \text{ hH.}$$

On se fixe une durée d'exécution $t = 10 \text{ jours}$

l'effectif nécessaire : $E = \frac{864}{10 \times 8} = 10,8 \approx \underline{11 \text{ Hommes}}$

CALCUL DES QUANTITÉS DE TRAVAUX

D'après l'étude du sol au laboratoire, on a constaté que le sol est classé dans la catégorie moyenne.

Fouilles en Fondations

a- Fouilles en puits

La profondeur moyenne effectuée est de 1,80m.

Comme le sol est de catégorie moyenne on réalise ces fouilles manuellement pour les semelles.

Le blindage des fouilles en puits est très utile pour prévenir tout risque d'éboulement des terres.

Cette opération sera réalisée à l'aide des madriers de 4cm à 5cm d'épaisseur et d'étrépillons en bois rond proportionnés aux efforts à supporter leur diamètre $\phi < 10\text{cm}$.

Les plateaux seront étayés au minimum par 3 appuis pour permettre à un manoeuvre de travailler dans le fond et d'y manier la pioche et la pelle soit au moins un diamètre 1,20m.

On enlève les couches successives de 35cm.

La hauteur du remblai ne doit pas dépasser 1,80m.

Quantité de terre à dégager par secteur

$$Q = 77 \text{ m}^3$$

$$N_T = 3,2 \text{ hH} / \text{m}^3$$

$$V_T = 77 \times 3,2 = 246,4 \text{ hH}.$$

b- Fouilles en tranchées

Elles sont relatives au longrines et aux conduites sous terraines, elles sont exécutées en longueur.

Quantité de terre à dégager par secteur

$$Q = 62 \text{ m}^3$$

$$N_T = 2 \text{ hH} / \text{m}^3$$

$$V_T = 62 \times 2 = 124 \text{ hH}.$$

Volume de travail total

$$V_{Tt} = 124 + 246,4 = 370,4 \text{ hH}$$

On se fixe une équipe de: $E = 10$ Hommes

$$\text{durée d'exécution : } T = \frac{370,4}{10} = 37 \text{ h} \approx \underline{5 \text{ jours}}$$

béton en fondations

Pour éviter les décalages organisationnels, il est recommandé de prendre le même module de temps pour tout le processus et sur tout les secteurs.

$$t_i = c_{\underline{t}} \Rightarrow \sum_{i=1}^{m-1} \tau c_i^1 = 0$$

$$\text{On prend } t = 5 \text{ jours} = c_{\underline{t}}$$

a- béton de propreté

C'est un béton maigre de 10cm d'épaisseur, la forme est tirée de la règle suivante débordant de 5cm de part et d'autre de la semelle.

Quantité de béton par secteur

$$Q = 1,72 \text{ m}^3$$

$$N_T = 5 \text{ hH/m}^3$$

$$V_T = 5 \times 1,72 = 8,6 \text{ hH}$$

b- béton armé pour fondations

Quantité de béton par secteur

$$Q = 9 \text{ m}^3$$

$$N_T = 5 \text{ hH/m}^3$$

$$V_T = 5 \times 9 = 45 \text{ hH}$$

c- béton pour regards

$$Q = 27,96 \text{ m}^3 / \text{secteur}$$

$$N_T = 5 \text{ hH/m}^3$$

$$V_T = 5 \times 27,96 = 139,8 \text{ hH}$$

d- béton pour longrines

$$Q = 14,4 \text{ m}^3 / \text{secteur}$$

$$N_T = 5 \text{ hH} / \text{m}^3$$

$$V_T = 14,4 \times 5 = 72 \text{ hH.}$$

Volume total de travail:

$$V_{Te} = 8,6 + 45 + 139,8 + 72 = 265,4 \text{ hH.}$$

Module de de temps étant fixé à 5 relevés

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{265,4}{40} = 6,63 \approx \underline{7 \text{ Hommes}}$$

Ferrailage :

On considère 100 Kg d'acier pour 1 m³ de béton armé

Quantité d'acier :

$$Q = 100(9 + 27,96 + 14,4) = 5136 \text{ Kg}$$

$$N_T = 0,04 \text{ hH} / \text{Kg}$$

$$V_T = 0,04 \times 5136 = 205,44 \text{ hH.}$$

$$t = 40 \text{ h.}$$

$$E = \frac{205,44}{40} = 5,11 \sim \underline{5 \text{ Hommes}}$$

Coffrage :

On considère 4 m² de coffrage pour 1 m³ de béton.

Quantité de coffrage

$$Q = 4 \times 51,36 = 205,44 \text{ m}^2$$

$$N_T = 1 \text{ hH} / \text{m}^2$$

$$V_T = 205,44 \times 1 = 205,44 \text{ hH}$$

durée T = 40 h

$$E = \frac{205,44}{40} = 5,13 \approx \underline{5 \text{ Hommes.}}$$

décoffrage:

$Q = 205,44 \text{ m}^2$

$N_T = 0,25 \text{ H/m}^2$

$V_T = 205,44 \times 0,25 = 51,36 \text{ H}$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$E = \frac{51,36}{40} = 1,28 \sim \underline{\underline{2 \text{ Hommes}}}$

Herrissonnage

$Q = 109,2 \text{ m}^2 / \text{secteur}$

$N_T = 3 \text{ H/m}^2$

$V_T = 109,2 \times 3 = 327,6 \text{ H}$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$E = \frac{327,6}{40} = 8,19 \sim \underline{\underline{9 \text{ Hommes}}}$

Remblayage et compactage

Cette opération se fait manuellement

$Q = 302,4 \text{ m}^3 / \text{secteur}$

$N_T = 0,7 \text{ H/m}^2$

$V_T = 302,4 \times 0,7 = 211,68 \text{ H}$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$E = \frac{211,68}{40} = 5,29 \sim \underline{\underline{5 \text{ Hommes}}}$

Dallage du sol

On met une couche de 10cm de béton armé-

béton: $Q = 58,2 \text{ m}^3 / \text{secteur}$

$N_T = 5 \text{ H/m}^3$

$V_T = 5 \times 58,2 = 291 \text{ H}$

Ferrailage: $Q = 820 \times 100 = 5820 \text{ kg}$

$N_T = 0,04$

$V_T = 0,04 \times 5820 = 232,8 \text{ H}$

volume total de travail pour le dallage du sol.

$$V_{Tt} = 291 + 232,8 = 523,8 \text{ hH}$$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$$E = \frac{523,8}{40} \approx \underline{\underline{13 \text{ Hommes}}}$$

Composition de l'équipe:

- 6 ferrailleurs
- 7 bétonistes.

II. NIVEAU REZ DE CHAUSSÉE

1. béton en élévation

- Quantité de béton : $Q = 33,24 \text{ m}^3$ /seur
 $N_T = 5 \text{ hH/m}^3$

$$V_T = 5 \times 33,24 = 166,2 \text{ hH}$$

- Quantité de coffrage

$$Q = 132,96 \text{ m}^2$$

$$N_T = 1 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 1 \times 132,96 = 132,96 \text{ hH}$$

- Quantité de ferrailage

$$Q = 3324 \text{ kg}$$

$$N_T = 0,04 \text{ hH/kg}$$

$$V_T = 3324 \times 0,04 = 132,96 \text{ hH}$$

- Decoffrage

$$Q = 132,96 \text{ m}^2$$

$$N_T = 0,25 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 0,25 \times 132,96 = 33,24 \text{ hH}$$

Volume total de travail.

$$V_{Tt} = 166,2 + 132,9 + 132,96 + 33,24 = 465,24 \text{ hH}$$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$$E = \frac{465,24}{40} = 11,63 \approx \underline{\underline{12 \text{ Hommes}}}$$

2. Plancher.

$$Q = 360 \text{ m}^2 \text{ par secteur.}$$

$$N_T = 1,5 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 1,5 \times 360 = 540 \text{ h}$$

Durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$.

$$E = \frac{540}{40} = 13,5 \approx \underline{\underline{14 \text{ Hommes}}}$$

3. Maçonnerie.

a. Murs extérieurs

$$- Q = 338,4 \text{ m}^2 \text{ / secteur}$$

$$- N_T = 2,3 \text{ hH/m}^2$$

$$- V_T = 2,3 \times 338,4 = 778,32 \text{ hH}$$

Durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$$E = \frac{778,6}{40} = 19,46 \approx \underline{\underline{20 \text{ Hommes}}}$$

b. cloisons

$$Q = 457,2 \text{ m}^2 \text{ / secteur}$$

$$N_T = 1 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 457,2 \times 1 = 457,2 \text{ hH}$$

Durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$$E = \frac{457,2}{40} = 11,43 \approx \underline{\underline{12 \text{ Hommes}}}$$

4. Electécité.

l'installation électrique comprendra :

- La ligne principale
- le branchement sur la ligne principale
- les colonnes montantes sous tubes plastiques
- la distribution vers les points lumineux en tubes encastrés
- toute l'installation sera encastrée.

$$Q = 360 \text{ m}^2 \text{ / secteur.}$$

Pour une surface de 1000 m^2 on a un $V_T = 1500 \text{ hH}$

$$V_T = \frac{360 \times 1500}{1000} = 540 \text{ hH}$$

$$E = \frac{540}{40} \approx \underline{\underline{13 \text{ Hommes}}}$$

5- Enduit intérieur

a- enduit plâtre murs

$$Q = 919,2 \text{ m}^2 \text{ par secteur}$$

$$N_T = 1 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 919,2 \times 1 = 919,2 \text{ hH}$$

b- enduit plâtre plafonds

$$Q = 398,4 \text{ m}^2$$

$$N_T = 1,2 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 398,4 \times 1,2 = 478 \text{ hH}$$

Volume total de travail

$$V_{T_t} = 919,2 + 478 = 1397,2 \text{ hH}$$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$$E = \frac{1397,2}{40} = 34,93 \approx \underline{\underline{35 \text{ Hommes}}}$$

6. Plomberie sanitaire

c'est l'installation des canalisations en plomb pour l'alimentation en eau potable à partir du réseau extérieur.

De même on a des installations de canalisation internes ainsi que la pose des sièges, baignoires, évier avec égoutières etc....

$$Q = 360 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

Pour une surface de 1000 m^2 on a $V_T = 1500 \text{ hH}$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$V_T = \frac{360 \times 1500}{1000} = 540 \text{ hH} \Rightarrow E = \frac{540}{40} = 13,4 \approx \underline{\underline{13 \text{ H}}}$$

7- chauffage :

$$Q = 360 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

Pour une surface de 1000 m^2 on a $V_T = 1500 \text{ hH}$

$$V_T = \frac{360 \times 1500}{1000} = 540 \text{ hH} \Rightarrow E = \frac{540}{40} = 13,4 \approx \underline{\underline{13 \text{ H}}}$$

8- Revêtements

a- revêtements du sol.

on utilise le carrelage granito de $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$.

$$Q = 336 \text{ m}^2 \text{ / secteur}$$

$$N_T = 1,4 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 1,4 \times 336 = 470,4 \text{ hH}$$

b. revêtement des murs

on utilise la faïence de 15 cm x 15 cm

$$Q = 63,6 \text{ m}^2$$

$$N_T = 2,4 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 2,4 \times 63,6 = 152,64 \text{ hH}$$

c. Pose des plinthes

on utilise des plinthes de 7 cm x 20 cm.

$$Q = 156 \text{ ml}$$

$$N_T = 0,5 \text{ hH/ml}$$

$$V_T = 0,5 \times 156 = 78 \text{ hH}$$

d. étanchéité des salles d'eau

$$Q = 31,2 \text{ m}^2$$

$$N_T = 2 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 31,2 \times 2 = 62,4 \text{ hH}$$

Volume total de travail

$$V_{T_t} = 470,4 + 152,64 + 78 + 62,4 = 763,44 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{763,44}{40} = \underline{19 \text{ Hommes}}$$

9. Menuiserie et vitrerie

$$Q = 112,47 \text{ m}^2$$

$$N_T = 1,2 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 112,47 \times 1,2 = 134,96 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{134,96}{40} \approx \underline{3 \text{ Hommes}}$$

10. Peinture intérieure

a - Murs.

$$Q = 919 \text{ m}^2 \text{ / secteur}$$

$$N_T = 0,3 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 919 \times 0,3 = 275,7 \text{ hH}$$

b- Plafonds.

$$Q = 398,4 \text{ m}^2$$

$$N_T = 0,9 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 0,9 \times 398,4 = 358,56 \text{ hH}$$

Volume total de travail

$$V_{T_t} = 275,7 + 358,7 = 634,4 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{634,4}{40} \approx \underline{15 \text{ Hommes}}$$

11- Enduit extérieur

$$Q = 351,6 \text{ m}^2 \text{ par secteur.}$$

$$N_T = 1,3 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 1,3 \times 351,6 = 457 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{457}{40} = 11,4 \approx \underline{11 \text{ Hommes.}}$$

Pour réduire la durée totale d'exécution, on préfère travailler avec 2 équipes de 11 hommes chacune, l'équipe E₁ travaille sur les secteurs 1; 3; 5, tandis que l'équipe E₂ travaille sur les secteurs 2; 4.

12- Peinture extérieure

$$Q = 352 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 0,3 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 0,3 \times 352 = 105,6 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h.}$$

$$E = \frac{105,6}{40} = 2,64 \approx \underline{3 \text{ Hommes}}$$

Pour réduire la durée totale d'exécution, on préfère travailler avec 2 équipes de 3 Hommes chacune. L'équipe P₁ travaille sur les secteurs 1, 3, 5 tandis que l'équipe P₂ travaille sur les secteurs 2; 4.

III - NIVEAU ÉTAGE

1. Béton en élévation.

Quantité de béton

$$Q = 17,28 \text{ m}^3 / \text{secteur}$$

$$N_T = 5 \text{ hH} / \text{m}^3$$

$$V_T = 5 \times 17,28 = 86,4 \text{ hH}$$

Quantité de coffrage

$$Q = 17,28 \times 4 = 69,12 \text{ m}^2$$

$$N_T = 1 \text{ hH} / \text{m}^2$$

$$V_T = 1 \times 69,12 = 69,12 \text{ hH}$$

Décoffrage

$$Q = 69,12 \text{ m}^2$$

$$N_T = 0,25 \text{ hH} / \text{m}^2$$

$$V_T = 0,25 \times 69,12 = 17,28 \text{ hH}$$

Ferrailage

$$Q = 17,28 \times 100 = 1728 \text{ Kg}$$

$$N_T = 0,04 \text{ hH} / \text{Kg}$$

$$V_T = 0,04 \times 1728 = 69,12 \text{ hH}$$

Volume total de travail

$$V_{T_e} = 86,4 + 69,12 + 17,28 + 69,12 = 241,92 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{241,92}{40} \approx \underline{\underline{6 \text{ Hommes}}}$$

2. Plancher.

$$Q = 204 \text{ m}^2$$

$$N_T = 1,5 \text{ hH} / \text{m}^2$$

$$V_T = 1,5 \times 204 = 306 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{306}{40} = 7,65 \approx \underline{\underline{8 \text{ Hommes}}}$$

3. Maçonnerie

a. Mur extérieur

$$Q = 259,2 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 1,8 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 1,8 \times 259,2 = 466,96 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{466,96}{40} = 11,66 \approx \underline{\underline{12 \text{ Hommes}}}$$

b. cloisons

$$Q = 91,2 \text{ m}^2 \text{ /secteur}$$

$$N_T = 1 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 1 \times 91,2 = 91,2 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{91,2}{40} \approx \underline{\underline{3 \text{ Hommes}}}$$

4. Etanchéité terrasse

a. chape de béton

$$Q = 204 \text{ m}^2$$

$$N_T = 1,5 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 204 \times 1,5 = 306 \text{ hH}$$

b. étanchéité

$$Q = 204 \text{ m}^2$$

$$N_T = 1,5 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 204 \times 5 = 1020 \text{ hH}$$

Volume de travail total

$$V_{T_t} = 306 + 1020 = 1326 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{1326}{40} \approx \underline{\underline{33 \text{ Hommes}}}$$

5. Electricité

$$Q = 204 \text{ m}^2 \text{ /secteur}$$

Pour une surface de 1000 m^2 on a un $V_T = 1500 \text{ hH}$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$V_T = \frac{204 \times 1500}{1000} = 306 \text{ hH}$$

$$E = \frac{306}{40} = 7,65 \approx \underline{\underline{8 \text{ Hommes}}}$$

6. Enduit intérieur

a. enduit plâtre pour les murs

$$Q = 180 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 1 \text{ hH} / \text{m}^2$$

$$V_T = 1 \times 180 = 180 \text{ hH}$$

b. enduit plâtre pour les plafonds

$$Q = 144 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 1,2 \text{ hH} / \text{m}^2$$

$$V_T = 1,2 \times 144 = 172,8 \text{ hH}$$

Volume de travail total

$$V_{T_t} = 180 + 172,8 = 352,8 \text{ hH}$$

$$\text{durée } t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{352,8}{40} = 8,82 \approx \underline{\underline{9 \text{ Hommes}}}$$

7. Plomberie sanitaire

$$Q = 204 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

Pour une surface de 1000 m^2 on a un $V_T = 1500 \text{ hH}$

$$V_T = \frac{204 \times 1500}{1000} = 306 \text{ hH}$$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$$E = \frac{306}{40} = 7,65 \approx \underline{\underline{8 \text{ Hommes}}}$$

8. Chauffage

$$Q = 204 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

Pour une surface de 1000 m^2 on a un $V_T = 1500 \text{ hH}$

$$V_T = \frac{204 \times 1500}{1000} = 306 \text{ hH}$$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$$E = \frac{306}{40} = 7,65 \approx \underline{\underline{8 \text{ Hommes}}}$$

Vérification

Quand l'exécution de la plomberie et du chauffage est achevée dans tous les secteurs, On prévoit une vérification générale des installations pendant $t = 3 \text{ jours}$.

$$Q_T = 2820 \text{ m}^2$$

Pour une surface de 5000 m² à vérifier on a un effectif de 15 Hommes. pendant t=3 jours.

$$E = \frac{2820 \times 15}{5000} = 8,46 \approx \underline{8 \text{ Hommes}}$$

9- Revêtement

a. Revêtement du sol: carrelage 20cm x 20cm

$$Q = 220,8 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 1,4 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 220,8 \times 1,4 = 309,12 \text{ hH}$$

b. Revêtement des murs: faïence 15cm x 15cm

$$Q = 24 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 2,4 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 2,4 \times 24 = 57,6 \text{ hH}$$

c. Pose de plinthes 7cm x 20cm

$$Q = 174 \text{ ml} / \text{secteur}$$

$$N_T = 0,5 \text{ hH/ml}$$

$$V_T = 0,5 \times 174 = 87 \text{ hH}$$

d. Étanchéité salles d'eau.

$$Q = 22 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 2 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 22 \times 2 = 44 \text{ hH}$$

Volume total de travail

$$V_{T_e} = 309,12 + 57,6 + 87 + 44 = 497,72 \text{ hH}$$

durée d'exécution t = 40h

$$E = \frac{497,72}{40} = 12,44 \approx \underline{13 \text{ Hommes}}$$

10- Menuiserie -Vitrerie

$$Q = 112,47 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 1,2 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 1,2 \times 112,47 = 134,96 \text{ hH}$$

durée d'exécution t = 40h

$$E = \frac{134,96}{40} \approx \underline{3 \text{ Hommes}}$$

11. Peinture interieure

a. Murs

$$Q = 180 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 0,3 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 0,3 \times 180 = 54 \text{ hH}$$

b. Plafonds

$$Q = 144 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 0,9 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 0,9 \times 144 = 129,6 \text{ hH.}$$

Volume total de travail

$$V_{T_e} = 54 + 129,6 = 183,6 \text{ hH}$$

durée d'exécution $t = 40 \text{ h}$

$$E = \frac{183,6}{40} = 4,59 \approx \underline{5 \text{ Hommes}}$$

12. Enduit exterieur

$$Q = 290 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 1,3 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 1,3 \times 290 = 377 \text{ m}^2$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{377}{40} \approx \underline{10 \text{ Hommes}}$$

Pour réduire la durée d'exécution on utilise 2 équipes de 10 Hommes chacune. L'équipe E_1 travaille sur les secteurs 1,3,5, mais l'équipe E_2 travaille sur les secteurs 2,4.

NB: On constate que l'équipe E_1 au rez de chaussée possède un effectif de 11 Hommes mais pour l'étage il faut un effectif de 10 Hommes. On peut diminuer ou augmenter l'effectif sans licencier les ouvriers parce qu'on a considéré un chantier à côté de chantier. Pour cela pour réduire la durée on adopte cette méthode qui est plus avantageuse.

13. Peinture exterieure

$$Q = 290 \text{ m}^2 / \text{secteur}$$

$$N_T = 0,3 \text{ hH/m}^2$$

$$V_T = 0,3 \times 290 = 87 \text{ hH}$$

$$t = 40 \text{ h}$$

$$E = \frac{87}{40} = 2,175 \approx \underline{3 \text{ Hommes}}$$

$$P_1 = P_2 = 3 \text{ Hommes}$$

Pour réduire le délai d'exécution on utilise 2 équipes. L'équipe P_1 travaille sur les secteurs 1,3,5 et l'équipe P_2 travaille sur les secteurs 2,4.

V- CALCUL DES RESSOURCES

- *Productions auxiliaires*
- *Besoins en matériel et matériaux*
- *Gestion des stocks.*

PRODUCTIONS AUXILIAIRES

1. Préparation du béton

Pour déterminer la capacité de la bétonnière ou de la mini-centrale et l'effectif correspondant il faut connaître

- la quantité journalière de béton à consommer
- la quantité journalière de mortier à consommer
- la quantité journalière d'enduit et revêtement
- la quantité journalière de mortier pour V.R.D.

Le diagramme à Barres nous permet de connaître les quantités consommées dans chaque processus et nous permet aussi de connaître le début et la fin de chaque consommation du béton pour chaque processus.

a. calcul de quantité de béton consommée

Routes et parkings (105^eJ - 149^eJ)

$$Q_T = 660 \text{ m}^3$$

$$t = 44 \text{ jours}$$

$$Q_J = \frac{660}{44} = 15 \text{ m}^3/\text{J}$$

Trottoirs (160^eJ - 170^eJ)

$$Q_T = 216 \text{ m}^3$$

$$t = 10 \text{ jours}$$

$$Q_J = \frac{216}{10} = 21,6 \text{ m}^3/\text{J}$$

Béton fondations (30^eJ - 55^eJ)

$$Q_T = 265,4 \text{ m}^3$$

$$t = 25 \text{ Jours}$$

$$Q_J = \frac{265,4}{25} = 10,61 \text{ m}^3/\text{J}$$

Béton dalle du sol (50^eJ - 75^eJ)

$Q_T = 291 \text{ m}^3$

$t = 25 \text{ jours}$

$Q_J = \frac{291}{25} = 11,64 \text{ m}^3/\text{J}$

Béton en élévation (55^eJ - 105^eJ)

$Q_T = 252,5 \text{ m}^3$

$t = 50 \text{ J}$

$Q_J = \frac{252,5}{50} = 5,05 \text{ m}^3/\text{J}$

Béton planchers (65^eJ - 115^eJ)

$Q_T = 141 \text{ m}^3$

$t = 50 \text{ jours}$

$Q_J = \frac{141}{50} = 2,82 \text{ m}^3$

Forme de pente terrasse (95^eJ - 120^eJ)

$S_t = 204 \times 5 = 1020 \text{ m}^2$

les normes donnent la quantité de 0,03 m³ de béton pour 1m² de surface.

$Q_T = 1020 \times 0,03 = 30,6 \text{ m}^3$

$t = 25 \text{ jours}$

$Q_J = \frac{30,6}{25} = 1,23 \text{ m}^3/\text{J}$

b. calcul des quantités de mortier.

Le mortier est utilisé pour les processus suivants :

- Maçonnerie — 0,06 m³/m²
- Revêtement des murs en faïence — 0,02 m³/m²
- Revêtement des sols en carrelage — 0,02 m³/m²
- Crépissage extérieur — 0,025 m³/m²

Maçonnerie (73^eJ - 123^eJ)

Surface totale $S_f = 5725 \text{ m}^2$

$Q_T = 5725 \times 0,06 = 343,5 \text{ m}^3$

$T = 50 \text{ jours}$

$Q_J = \frac{343,5}{50} = 6,87 \text{ m}^3/\text{J}$

Revêtement des sols et des murs (98^eJ - 148^eJ)

Surface totale $S_f = 3485 \text{ m}^2$

$Q_T = 3485 \times 0,02 = 69,7 \text{ m}^3$

$T = 50 \text{ jours}$

$Q_J = \frac{69,7}{50} = 1,4 \text{ m}^3/\text{J}$

Enduit exterieur (138^eJ - 168^eJ)

Surface totale $S_f = 2810 \text{ m}^2$

$Q_T = 2810 \times 0,025 = 70,25 \text{ m}^3$

$T = 30 \text{ jours}$

$Q_J = \frac{70,25}{30} = 2,35 \text{ m}^3/\text{J}$

Calcul des bétonnières

Le diagramme du béton plus mortier nous donne la consommation par jour soit :

$Q_{max} = 27,27 \text{ m}^3/\text{J}$

Pour répondre à nos besoins, il faut assurer par les bétonnières les quantités nécessaires de béton + mortier.

On choisit 2 bétonnières de 300 l chacune et ayant une norme de production de 1,5 m³/h.

Capacité journalière d'une bétonnière

$Q = 1,5 \times 8 = 12 \text{ m}^3/\text{J}$

bétonnière N°1

c'est une bétonnière de 300l. Elle est utilisée à la capacité entière qui fonctionne à partir du 30^eJ jusqu'au 170^e Jour.

bétonnière N°2

c'est une bétonnière de 300l. Celle ci travaille sans avoir la capacité entière. Elle fonctionne dans la période du 50^eJ jusqu'au 170^e Jour.

Pour le sommet de 26,33 m³ entre la période de 73^eJ jusqu'au 75^eJ on travaille des heures supplémentaires pour réaliser les 2,33 m³ en plus.

Il faut travailler avec les 2 bétonnières
Nombre d'heures supplémentaires pendant les 2 jours.
capacité de 2 bétonnières 3 m³/h.

$$N_b = \frac{2,33}{3} = 0,78 \text{ h / Jour.}$$

Pour le sommet de 27,27 m³ entre la période du 105^eJ jusqu'au 115^eJ on travaille des heures supplémentaires pour réaliser les 3,27 m³ en plus.

Il faut travailler avec les 2 bétonnières
Nombre d'heures supplémentaires pendant les 10 jours
capacité des 2 bétonnières 3 m³/h

$$N_b = \frac{3,27}{3} = 1,09 \text{ h / Jour.}$$

Remarques:

La 2^e bétonnière est juste mais elle est utilisée pour les aléas suivants:

- retard du ciment
- panne de la 1^{er} bétonnière.

Une bétonnière est desservie par 5 ouvriers donc on aura un effectif de 10 Hommes

QUANTITE DE COFFRAGE

Pour béton en fondations (30^eJ - 55^eJ)

on a 4m² de coffrage pour 1m³ de béton.

$$Q_J = 10,61 \times 4 = 42,44 \text{ m}^2/\text{J}$$

$$t = 25 \text{ jours}$$

$$Q_{T_1} = 42,44 \times 25 = 1061 \text{ m}^2$$

Pour béton en élévation (55^eJ - 105^eJ)

4m²/m³ de béton

$$Q_J = 5,05 \times 4 = 20,2 \text{ m}^2/\text{J}$$

$$t = 50 \text{ jours}$$

$$Q_{T_2} = 20,2 \times 50 = 1010 \text{ m}^2$$

Pour béton plancher (65^eJ - 115^eJ)

4m²/m³ de béton

$$Q_J = 2,8 \times 4 = 11,28 \text{ m}^2/\text{J}$$

$$Q_{T_3} = 11,28 \times 50 = 564 \text{ m}^2$$

Quantité totale de coffrage

$$Q_T = Q_{T_1} + Q_{T_2} + Q_{T_3} = 2700 \text{ m}^2$$

le volume de travail pour fabriquer 2700m² de coffrage en tenant compte que la norme de production $N_T = 1 \text{ h/m}^2$

$$V_T = 2700 \times 1 = 2700 \text{ hH} \rightarrow V_T = 338 \text{ JH}$$

On commence à travailler dans l'atelier 10 Jours en avant c.a.d. le 20^eJ.

l'équipe se compose de 5 charpentiers.

$$\text{durée d'exécution } T = \frac{338}{5} = 67,6 \approx 68 \text{ jours}$$

donc les 5 charpentiers commencent le travail le 20^e jour et termine le travail le 88^e jour.

quantité de coffrage produite par jour

$$Q = 1 \times 5 \times 8 = 40 \text{ m}^2$$

Production du coffrage pendant la période (20^eJ - 65^eJ)

$$t = 45 \text{ jour}$$

$$Q_p = 45 \times 40 = 1800 \text{ m}^2$$

Quantité consommée pendant la période (20^eJ - 65^eJ)

$$Q_c = 35 \times 40 = 1400 \text{ m}^2$$

Stock

$$Q = 1800 - 1400 = 400 \text{ m}^2$$

PRÉPARATION DE L'ACIER

on considère 100 kg d'acier pour un m³ de béton.

Pour Béton en fondation: (30^eJ - 55^eJ)

$$Q_{T_1} = 25680 \text{ Kg}$$

$$t = 25 \text{ jours}$$

$$Q_J = \frac{25680}{25} = 1020 \text{ Kg/J}$$

Pour dalle du sol. (50^eJ - 75^eJ)

$$Q_{T_2} = 29100 \text{ Kg}$$

$$t = 25 \text{ jours}$$

$$Q_J = \frac{29100}{25} = 1164 \text{ Kg/J}$$

Pour béton en élévation (55^eJ - 105^eJ)

$$Q_{T_3} = 16620 \text{ Kg}$$

$$t = 50 \text{ jours}$$

$$Q_J = \frac{16620}{50} = 333 \text{ Kg/J}$$

Pour planchers (65^eJ - 115^eJ)

$$Q_{T_4} = 27000 \text{ Kg}$$

$$t = 50 \text{ jour}$$

$$Q_J = \frac{27000}{50} = 540 \text{ Kg/J}$$

Quantité totale.

$$Q_T = 25680 + 29100 + 16620 + 27000 = 92400 \text{ Kg}$$

la norme donne pour 100 Kg on a un $V_T = 4 \text{ hH}$

$$V_T = \frac{92400 \times 4}{100} = 3696 \text{ hH} \rightarrow V_T = 462 \text{ JH}$$

on prend une équipe de 6 Hommes.

$$\text{durée d'exécution. } t = \frac{462}{6} \approx 77 \text{ jours}$$

donc l'équipe commence le 25^eJ et termine le travail le 102^eJ.

DIAGRAMME DE CONSOMMATION CIMENT

On calcule la quantité de ciment consommée à la base des dosages moyens suivants.

- 300 Kg de ciment pour 1 m^3 de béton

- 350 Kg de ciment pour 1 m^3 de mortier.

D'après le diagramme de consommation de béton et le diagramme de consommation mortier on peut tirer les quantités de ciment à consommer. (voir diagramme).

DIAGRAMME DE CONSOMMATION SABLE

on calcule la quantité de sable consommée d'après les diagrammes mortier et diagramme béton.

on considère :

- 400 l de sable pour 1 m^3 de béton

- 1000 l de sable pour 1 m^3 de mortier

(Voir diagramme).

DIAGRAMME DE CONSOMMATION GRAVIER

le gravier est consommé uniquement dans le cycle de béton. on considère :

- 900 l de gravier pour 1 m^3 de béton -

CALCUL DE L'AIGUILLE VIBRANTE

La vibration du béton sera faite à l'aide d'aiguilles vibrantes.

la quantité horaire max de béton à vibrer est:

$$Q_{B \max} = \frac{22,25}{8} = 2,9 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Soit $N_T = 0,75 \text{ h/m}^3$ de béton.

la norme de production $N_p = \frac{1}{N_T} = \frac{1}{0,75} = 1,33$

Nombre d'aiguilles vibrantes:

$$n = \frac{2,9}{1,33} = 2,18$$

le nombre total = $2,18 + 20\%$ (reserve) = $2,61$

on prendra 3 aiguilles vibrantes

CALCUL DU RESERVOIR D'EAU

Pour subvenir aux besoins eau de chantier (vie humaine et travaux) on doit l'alimenter par une conduite débitant un débit D supérieur ou égal au débit max de consommation, ou le cas échéant prévoir un réservoir.

Le calcul du débit journalier tient compte des consommations suivantes:

- 150 l/m^3 de béton en moyen pour béton et mortier.
- 30% pour arrosage
- 25 l/homme par jour
- 30 l/homme résident par jour.

La consommation max/j de béton + mortier étant de

$$Q_{B \max} = 27,27 \text{ m}^3/\text{j}.$$

L'effectif max étant de 204 Hommes.

L'effectif résident max étant 123 Hommes.

Le débit de consommation journalière sera:

$$D_h = 27,27 \times 150 \times 1,3 + 25 \times 204 + 30 \times 123 = 14108 \text{ l/J}$$

$$D_h = 1764 \text{ l/h}$$

en tenant compte de non uniformité de la consommation le débit max sera:

$$D = D_h \times K \quad K: \text{coeff. de non uniformité.}$$

$$K = 1,5$$

$$\text{donc } D = 1764 \times 1,5 = 2646 \text{ l/h.}$$

le diamètre de la conduite nécessaire est donnée par la relation suivante:

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot P_c \cdot 1000}{\pi \cdot v}}$$

$$P_c: \text{ consommation en l/s} \quad P_c = \frac{D}{3600}$$

$$v: \text{ vitesse d'écoulement en m/s} \quad v = 2 \text{ m/s.}$$

$$\phi: \text{ diamètre de la conduite en mm.}$$

Application numérique:

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times 2646 \times 1000}{3600 \times \pi \times 2}} \approx 22 \text{ mm}$$

on choisira une conduite de 25 mm de diamètre par prudence et pour parer aux éventuels aléas d'alimentation.

On prévoit également une citerne de 500 l.

BESOIN EN MATÉRIEL ET MATÉRIAUX

1- Briques

Briques creuses : 12 Trous

on a 17 briques par m²
surface du mur.

$$S = 1693 \text{ m}^2$$

Il faut augmenter de 4% la quantité de briques
cela est due à la casse. donc on a:

$$Q_T = 1693 \times 17 \times 1,4 = \underline{29932 \text{ briques.}}$$

Briques creuses : 3 Trous

on a 39 briques par m²
surface du mur

$$S = 1750 \text{ m}^2$$

Il faut augmenter de 4% la quantité de briques cela
est due à la casse donc on a:

$$Q_T = 1750 \times 39 \times 1,4 = 70980 \text{ briques}$$

Briques creuses : 9 Trous.

on a 39 briques par m²
surface du mur

$$S = 4286 \text{ m}^2$$

on augmente de 4% la quantité de briques
à cause de la casse.

$$Q_T = 4286 \times 39 \times 1,4 = 72384 \text{ briques.}$$

Plinthes : 5 par ml.

$$Q_T = 1650 \text{ ml}$$

on augmente de 4%

$$Q_T = 1650 \times 5 \times 1,4 = 20498 \text{ plinthes}$$

faiences : (15cm x 15cm)

on a 45 faiences par m²

$$S_T = 438 \text{ m}^2$$

Il faut augmenter de 4% le nombre de piéces à cause de la casse.

$$Q_T = 438 \times 45 \times 1,4 = 20498 \text{ piéces} -$$

Carrelages : (20cm x 20cm)

on a 25 piéces par m²

$$S = 2720 \text{ m}^2$$

Il faut augmenter de 4% le nombre de piéces à cause de la casse.

$$Q_T = 2720 \times 25 \times 1,4 = 95200 \text{ piéces}.$$

Besoin en acier

D'après le diagramme de consommation des aciers on déduit la quantité totale d'acier

$$Q_T = 25680 + 29100 + 16620 + 27000 = 98400 \text{ kg}$$

Besoin en coffrage

D'après le diagramme de consommation de coffrage on déduit la quantité totale de coffrage.

$$Q_T = 1061 + 1010 + 691 \approx 2700 \text{ m}^2 -$$

ÉLÉVATION DES MATÉRIAUX

Pour l'élévation des matériaux on utilise la grue.
La grue commence à travailler 30^{es}J pour le transport du béton en fondation.

densité du béton armé 2500 kg/m³ de béton

D'après le cyclogramme on détermine la quantité max. de matériaux à soulever.

transport du béton en fondation: ex: (30^{es}J - 50^{es}J)

$$Q_{BF/J} = 10,61 \times 2500 = \underline{26,525 \text{ t/J}}$$

entre (50^{es}J - 75^{es}J) on souleve avec la grue

$$Q(\text{dalle}) = 11,64 \text{ m}^3/\text{J}$$

$$Q(\text{Plancher}) = 2,82 \text{ m}^3/\text{J}$$

$$Q(\text{béton élévation}) = 5,05 \text{ m}^3/\text{J}$$

$$\underline{19,51 \text{ m}^3/\text{J}}$$

$$P = 19,51 \times 2,5 \text{ t} = \underline{48,78 \text{ t/J}}$$

entre (75^{es}J - 120^{es}J) on souleve avec la grue

$$Q(\text{maçonnerie}) = \frac{360 \times 0,4}{25} = 5,76 \text{ t/J}$$

$$Q(\text{Plancher}) = 7,05 \text{ t/J}$$

$$Q(\text{bet. elev.}) = 29,1 \text{ t/J}$$

$$\underline{41,86 \text{ t/J}}$$

la quantité max. à soulever est 48,78 t/J.

on peut choisir la qualité de la grue et le nombre de grues nécessaires en fonction de leurs productivités

Productivité des grues

Le gros matériel comme la grue doit être révisé, réparé et utilisé en plusieurs endroits sur les chantiers, leur utilisation est limitée à 2000 heures.

La capacité d'élévation par an est limitée à un taux
 - de 60% à 100% pour le montage
 - de 80% à 100% pour le chargement.

Parmi les 2000h par an, les grues ne sont pas utilisées en plein fonctionnement que dans un taux de 50% au minimum et 80% au maximum.

En moyenne 65% de sa capacité technique. donc la productivité technique horaire est donnée par la relation:

$$P_h = Q \times n$$

Q: poids d'un chargement élevé

n: nombre de cycles par heure.

$$n = \frac{3600}{t_a + \frac{H}{V_1} + t_d + \frac{H}{V_2} + \frac{2D}{V_3} + 2t_r}$$

t_a : temps d'accrochage des poids dans le crochet de la grue (t en secondes).

t_d : temps de rotation de la grue (t en s)

H: hauteur d'élévation. en m.

V_1 : vitesse d'élévation du poids (m/s)

V_2 : vitesse de descente des poids (m/s)

V_3 : vitesse de déplacement horizontal. de la grue (m/s)

En moyenne le nombre de cycles par heure est de 10 cycles.

Productivité moyenne sur chantier est de:

$$P_h = 0,65 \times 10 \times Q = 6,5 Q \text{ (t/h)}$$

Q: étant le poids moyen élevé par la grue

$$Q = 1,5 \text{ t}$$

$$P_h = 6,5 \times 1,5 = 9,75 \text{ t/h}$$

Par jour on souève:

$$P_j = 9,75 \times 8 = 78 \text{ t/Jour}$$

Donc comme le poids max à soulever est de 41,86 t on choisit une seule grue. dont la flèche est égale à 30m.

De même on utilise en plus de la grue 3 treuils de $Q = 0,5 \text{ T}$ chacun.

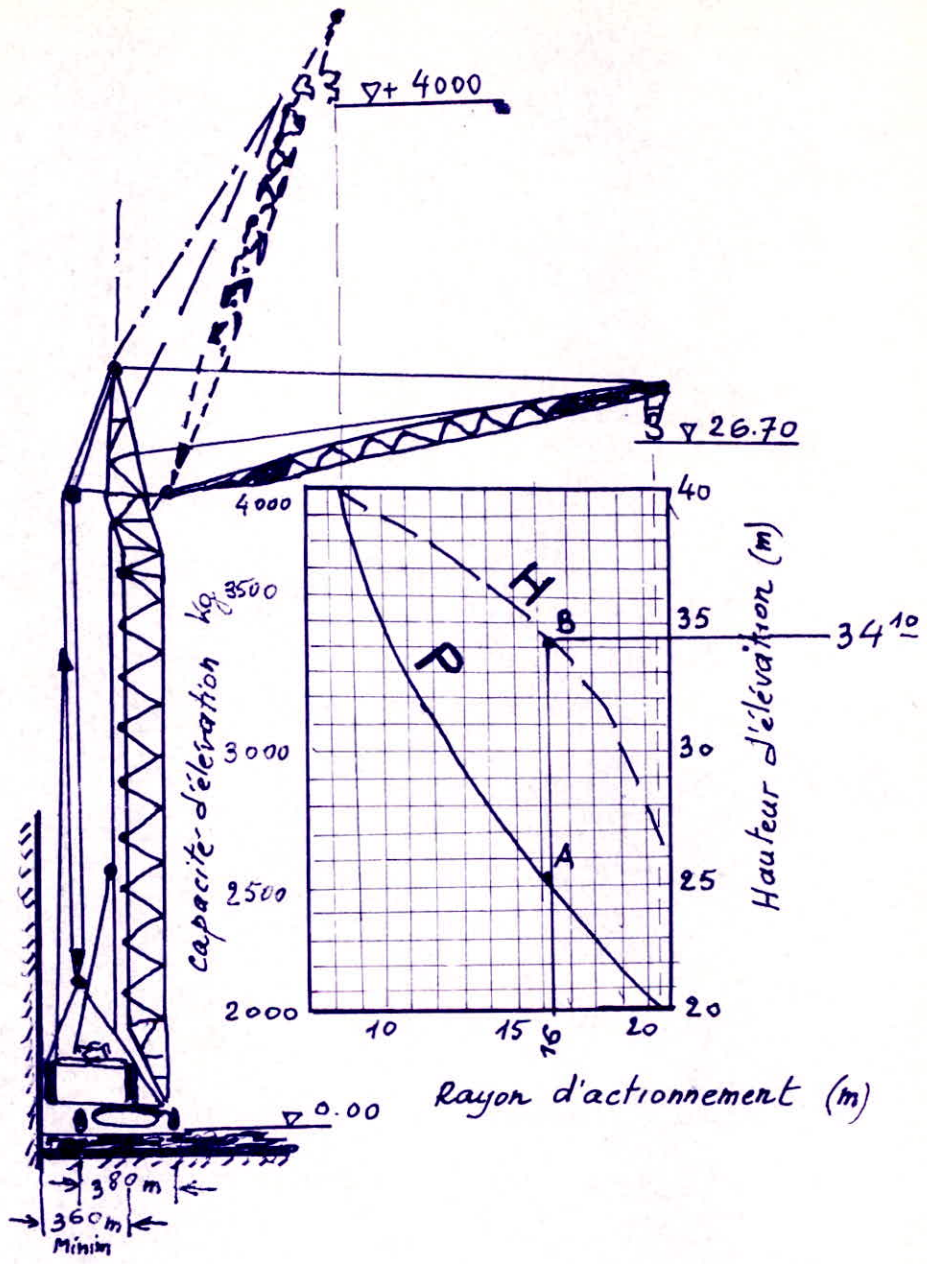
Chaque grue est accompagnée d'un diagramme d'utilisation:

- sur l'ordonnée gauche du diagramme sont inscrite les capacités d'élévation de la grue.

- sur l'ordonnée droite du diagramme d'utilisation sont inscrites les hauteurs d'élévation des poids.

Sur le cavenas on a 2 courbes:

- la courbe des poids (P)
- la courbe des hauteurs (H)



Pour soulever un poids P à une hauteur H sur un rayon R il faut que l'abscisse R corresponde :

- sur la courbe des hauteurs à l'ordonnée $H_1 \geq H$
- sur la courbe des poids à une ordonnée $P_1 \geq P$

1- DIAGRAMME DIFFERENTIEL DU SABLE

Ce diagramme nous permet de calculer les moyens de transport pour les sables (camion basculant) et le stock nécessaire qui doit se trouver sur le chantier aussi pour permettre la préparation du béton plus mortier selon les demandes de poste de travail.

La carrière est située à une distance de 15 km du chantier.

Temps mis pour un transport.

en tenant compte de l'état de route on estime que le camion basculant roule à une vitesse moyenne de 25 km/h.

- Distance parcourue par un transport = $2 \times 15 = 30 \text{ km}$
- temps de parcours = $\frac{30}{25} = 1,2 \text{ h} = 72 \text{ minutes}$
- temps de chargement²⁵ = 20 mn
- temps de déchargement = 4 mn.

Temps pour un parcours :

$$\begin{aligned} \text{Aller-retour} &= 72 \text{ mn} \\ \text{chargement-déchargement} &= \frac{24 \text{ mn}}{96 \text{ mn}} \end{aligned}$$

Nombre de parcours:

$$n = \frac{8 \times 60}{96} \approx 5 \text{ parcours.}$$

Quantité transportée par jour et par camion

$$Q = 5 \times 5 = 25 \text{ m}^3/\text{J}$$

Le transport commence 5 jours avant de commencer le cycle béton et mortier. c'est à dire le 25^e J.

$$\begin{aligned} \text{stock}_{25} &= 0 \\ \text{le stock}_{30} &= 5 \times 25 = 125 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{50} &= 125 + 20(25 - 4,25) = 540 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Comme le stock est assez grand on arrête le transport dans ce cas le camion a travaillé uniquement 25 jours.

$$\begin{aligned} \text{stock}_{55} &= 540 - 10 \times 8,9 = 495,5 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{65} &= 495,5 - 10 \times 6,68 = 428,74 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{73} &= 428,74 - 8 \times 7,78 = 366,5 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{75} &= 366,5 - 2 \times 14,65 = 337 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{95} &= 337 - 20 \times 10 = 137 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{105} &= 137 - 10 \times 10,5 = 32 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Comme le stock est presque épuisé on recommence le transport.

Les quantités qui restent à consommer à partir du 105^eJ.

$$\begin{aligned} Q &= 15,9 \times 10 + 14,76 \times 5 + 7,4 \times 18 + 8,75 \times 11 + 2,35 \times 11 + 11 \times 8 + \\ &+ 8,64 \times 2 = 593,38 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Comme on a un stock 32 m^3 , il reste à transporter

$$Q_T = 593,38 - 32 = 561,36 \text{ m}^3$$

Nombre de jours de travail du camion:

$$N_b = \frac{561,36}{25} = 22,4 \approx 23 \text{ Jours.}$$

Donc le camion reprend le travail le 105^eJ et termine le 128^eJour.

$$\begin{aligned} \text{stock}_{115} &= 32 + (25 - 15,9) \times 10 = 123 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{120} &= 123 + (25 - 14,76) \times 5 = 174,2 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{128} &= 174,2 + (25 - 7,4) \times 8 = 315 \text{ m}^3 \\ \text{stock}_{138} &= 315 - 10 \times 7,4 = 241 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Stock}_{149} = 241 - 11 \times 8,75 = 144,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{160} = 144,75 - 11 \times 2,35 = 118,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{168} = 118,9 - 8 \times 11 = 30,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{170} = 30,9 - 2 \times 8,64 = \underline{13,62 \text{ m}^3}$$

Il nous reste un petit stock de $13,62 \text{ m}^3$.

DIAGRAMME DIFFÉRENTIEL GRAVIER

On considère la carrière à une distance de 15 km du chantier.

On utilise le même type de camion que pour le sable.

Quantité transportée

$$Q = 25 \text{ m}^3/\text{J}$$

Le transport commence 5 jours avant de commencer le cycle béton, c'est le 25^e jour.

$$\text{Stock}_{25} = 0$$

$$\text{Stock}_{30} = 5 \times 25 = 125 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{50} = 125 + (25 - 9,5) \times 20 = 434 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{55} = 434 + (25 - 20) \times 5 = 459 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{65} = 459 + (25 - 15) \times 10 = 559 \text{ m}^3$$

Comme le stock est assez grand on arrête le transport donc le camion a travaillé uniquement 40 jours.

$$\text{Stock}_{75} = 559 - 17,5 \times 10 = 383,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{95} = 383,9 - 20 \times 7 = 243,3 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{105} = 243,3 - 10 \times 8,2 = 161,3 \text{ m}^3$$

On recommence le transport du gravier

Quantité qui reste à transporter.

$$Q = 17,2 \times 10 + 14,6 \times 5 + 13,5 \times 29 + 19,44 \times 21 - 161,3 = 669,16 \text{ m}^3$$

nombre de jours de travail du camion pour $Q = 669,16 \text{ m}^3$

$$n = \frac{669,16}{25} \approx 27 \text{ jours.}$$

donc recommence le transport du gravier à partir du 105^eJ jusqu'au 132^e jour.

$$\text{Stock}_{115} = 161,3 + (25 - 17,2) \times 10 = 239,3 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{120} = 239,3 + (25 - 14,6) \times 5 = 291,3 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{132} = 291,3 + (25 - 13,5) \times 12 = 429,3 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{149} = 429,3 - 17 \times 13,5 = 199,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{170} = 199,8 - 19,44 \times 10 = 5,4 \text{ m}^3$$

Il nous reste un petit stock de 5,4 m³

Remarques:

cette méthode est moins économique donc on préfère utiliser un seul camion, mais pour l'organiser il faut avoir un bon chef de chantier.

DIAGRAMME DIFFÉRENTIEL GRAVIER

le camion transporte 3 voyages de gravier par jour:

Quantité transportée par jour:

$$Q = 3 \times 5 = 15 \text{ m}^3 / \text{J}$$

On commence le transport 5 jours avant de débiter le cycle béton.

$$\text{Stock}_{25} = 0$$

$$\text{Stock}_{30} = 15 \times 5 = 75 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{50} = 75 + 20(15 - 9,5) = 185 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{55} = 185 + 5(15 - 20) = 160 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{65} = 160 + 10(15 - 15) = 160 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{75} = 160 + 10(15 - 17,5) = 135 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{95} = 135 + 20(15 - 8,2) = 363 \text{ m}^3$$

Quantité totale qui reste à transporter

$$Q_T = -363 + 17,2 \times 10 + 14,6 \times 5 + 13,5 \times 29 + 19,44 \times 10 = 468 \text{ m}^3$$

Nombre de jours qui reste à travailler pour le camion.

$$n = \frac{468}{15} \approx 32 \text{ jours.} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{donc on arrête le transport du} \\ \text{gravier le } 137^{\text{e}} \text{ jours.} \end{array} \right.$$

$$\text{Stock}_{115} = 363 + (15 - 17,2) \times 10 = 341 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{120} = 341 + (15 - 14,6) \times 5 = 343 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{137} = 343 + (15 - 13,5) \times 17 = 368,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{149} = 368,5 - 13,5 \times 12 = 206,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Stock}_{170} = 206,5 - 19,44 \times 10 = 12,1 \text{ m}^3.$$

Il nous reste un petit stock de réserve.

DIAGRAMME DIFFÉRENTIEL SABLE

le camion transporte 2 voyages de sables par jour.

Quantité de sable transportée par jour:

$$Q = 5 \times 2 = 10 \text{ m}^3 / \text{J}$$

on commence le transport du sable 5 jours avant le cycle béton :

$$\text{stock}_{25} = 0$$

$$\text{stock}_{30} = 10 \times 5 = 50 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{50} = 50 + (10 - 4,25) \times 20 = 165 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{55} = 165 + (10 - 8,9) \times 5 = 170,5 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{65} = 170,5 + (10 - 6,68) \times 10 = 203,7 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{73} = 203,7 + (10 - 7,78) \times 8 = 221,46 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{75} = 221,46 + (10 - 14,65) \times 2 = 212,16 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{95} = 212,16 + (10 - 10) \times 20 = 212,16 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{105} = 212,16 + (10 - 10,5) \times 10 = 207,16 \text{ m}^3$$

quantité de sable qui reste à transporter.

$$Q_T = -207,16 + 15,9 \times 10 + 14,76 \times 5 + 7,4 \times 18 + 8,75 \times 11 + \\ + 2,35 \times 11 + 8 \times 11 + 8,64 \times 2 = 385,4 \text{ m}^3$$

nombre de jours qui reste à travailler si on transporte
2 voyages par jour.

$$n = \frac{385,4}{10} \approx 39 \text{ J}$$

$$\text{stock}_{115} = 207,16 + (10 - 15,9) \times 10 = 148,16 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{120} = 148,16 + (10 - 14,76) \times 5 = 124,36 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{137} = 124,36 + (10 - 7,4) \times 17 = 168,56 \text{ m}^3$$

Comme le stock de granier est suffisant, on transporte
uniquement du sable

Quantité transportée par jour
 $Q_j = 25 \text{ m}^3/\text{J}$

quantité qui reste à transporter

$$Q_T = -168,76 + 7,4 \times 1 + 8,75 \times 11 + 2,35 \times 11 + 11 \times 8 + 8,64 \times 2 = 66 \text{ m}^3$$

$$\text{nombre de jours} = \frac{66}{25} \approx 3 \text{ jours.}$$

$$\text{stock}_{138} = 168,76 + (25 - 7,4) \times 1 = 186,36 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{140} = 186,36 + (25 - 8,75) \times 2 = 218,86 \text{ m}^3$$

Maintenant au 140^{es} J on arrête le transport du sable.

$$\text{stock}_{149} = 218,86 - 8,75 \times 9 = 140,11 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{160} = 140,11 - 2,35 \times 11 = 114,26 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{168} = 114,26 - 8 \times 11 = 26,26 \text{ m}^3$$

$$\text{stock}_{170} = 26,26 - 8,64 \times 2 = 8,98 \text{ m}^3$$

on garde un petit stock de réserve.

la 2^e méthode est la plus économique parce qu'on utilise un seul camion au lieu de 2 camions.

CHAPITRE VI

- Base de vie
- Base de production
- Indices technico-économiques

BASE DE VIE

- Pour notre chantier on a un effectif max de 204 hommes
- L'effectif moyen étant de : 93 Hommes

Nous avons aussi d'autres effectifs sur chantier et qui se décompose comme suit :

- 2% maîtrise
- 8% employés
- 3% personnel technique

donc l'effectif total sur chantier est :
 $e = 204 \times 1,13 = 230$ Hommes.

Après une enquête technicoadministrative il s'est avéré que 40% de cet effectif réside dans le village voisin.

L'effectif résident : ~~204~~
 $e_r = 204 \times 0,6 = 123$ Hommes.

- L'effectif total du chantier se divise en 3 catégories :
- 1^{ère} catégorie qualification supérieure 45%
 - 2^e catégorie manoeuvres 42%
 - 3^e catégorie technicoadministrative 13%

Ces données seront pris en compte pour le calcul de la base de vie.

1- VESTIAIRES

Il sont prévus pour la catégorie 1 et 2 avec une surface spécifique de $0,7 \text{ m}^2/\text{personne}$.

l'effectif

$$e_1 = 230 \times (0,45 + 0,42) = 200 \text{ Hommes}$$

Surface nécessaire :

$$S_1 = 200 \times 0,7 = 140 \text{ m}^2$$

on choisira les dimensions suivantes: $l = 6 \text{ m}$
 $L = 18,6 \text{ m}$.

2- RÉFECTOIRE

Toutes les personnes employés lors de la construction sont supposés en mesure de prendre leurs repas sur le chantier.

Surface spécifique $1,35 \text{ m}^2/\text{personne}$

1^{er} cas Surface nécessaire

$$S_2 = 230 \times 1,35 = 310 \text{ m}^2$$

2^{er} cas

On préfère faire la restauration en 2 relèves

$$S'_2 = \frac{S_2}{2} = \frac{310,5}{2} = 155 \text{ m}^2$$

on prend les dimensions suivantes: $l = 10 \text{ m}$
 $L = 15 \text{ m}$.

3- BUREAUX

Il sont réservés au personnel administratif qui constitue la 3^{ème} catégorie de nos employés soit:

$$e_3 = 230 \times 0,13 = 30 \text{ Hommes}$$

Surface Spécifique $5 \text{ m}^2/\text{personne}$.

Surface nécessaire

$$S_3 = 30 \times 5 = 150 \text{ m}^2$$

4- DORTOIRS

Seulement l'effectif résident $e_r = 123$ occupera les locaux.

la surface spécifique $4,5 \text{ m}^2/\text{personne}$

les dortoirs occuperont une surface nécessaire:

$$S_4 = 123 \times 4,5 = 553,5 \text{ m}^2 \approx 550 \text{ m}^2$$

on prévoit 2 dortoirs de $\begin{pmatrix} l = 8 \text{ m} \\ L = 16 \text{ m} \end{pmatrix}$

5- TOILETTES

Reservées pour l'effectif total. soit $e = 230$ Hommes

Surface Spécifique $0,1 \text{ m}^2/\text{personne}$

Surface nécessaire:

$$S_5 = 230 \times 0,1 = 23 \text{ m}^2$$

on mettra 5 latines de $2 \times 2 \text{ m}^2$.

6- SALLES DE BAIN

Reservées pour l'effectif résident $e_r = 123$ Hommes

Surface Spécifique $0,15 \text{ m}^2 / \text{personne}$
Surface nécessaire

$$S_6 = 123 \times 0,15 \approx 18 \text{ m}^2$$

7- INFIRMERIE

Réservée pour l'effectif total $e_t = 230$ Hommes

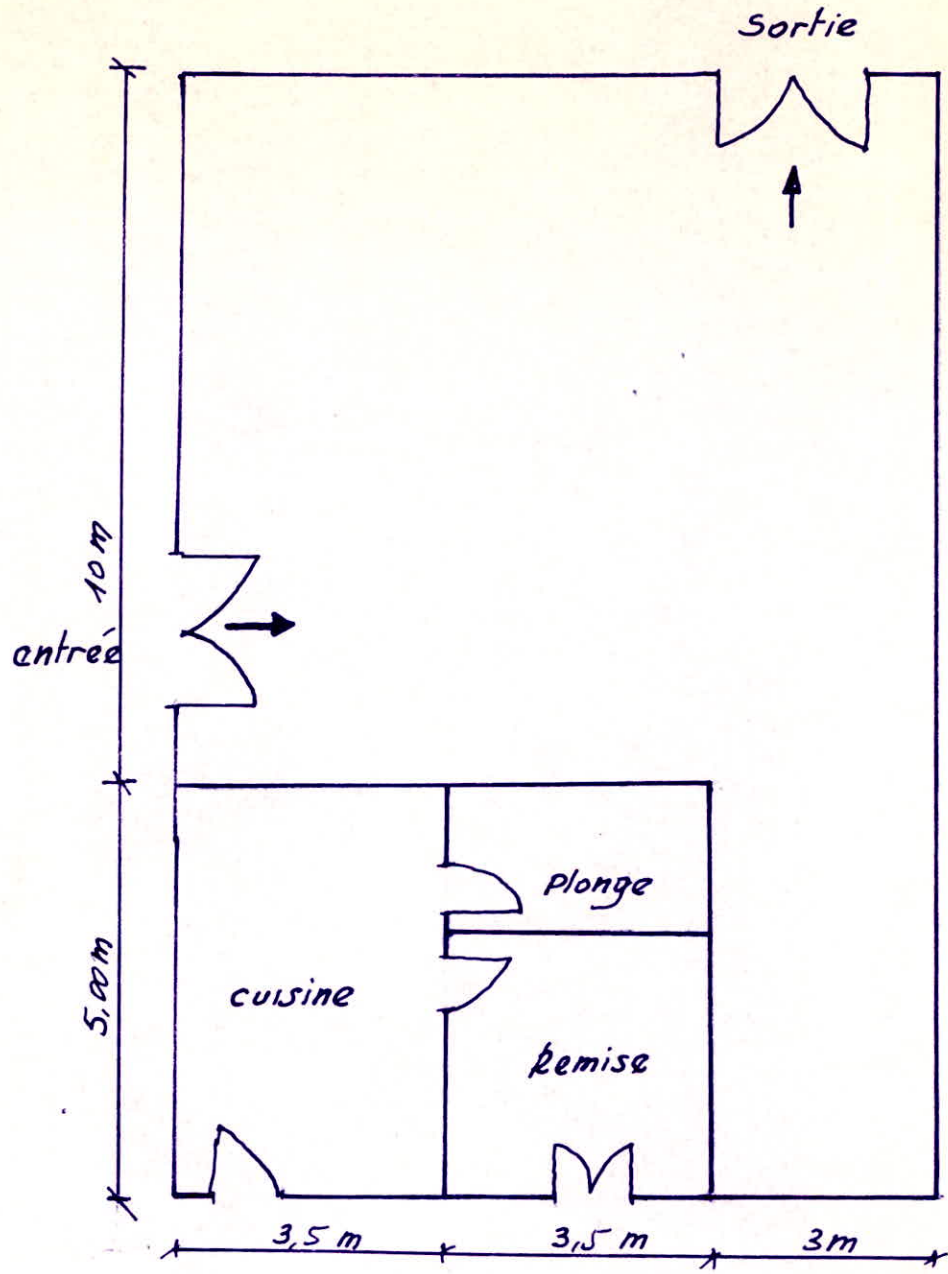
Surface Spécifique $0,2 \text{ m}^2 / \text{personne}$

Surface nécessaire :

$$S_7 = 230 \times 0,2 = 46 \text{ m}^2$$

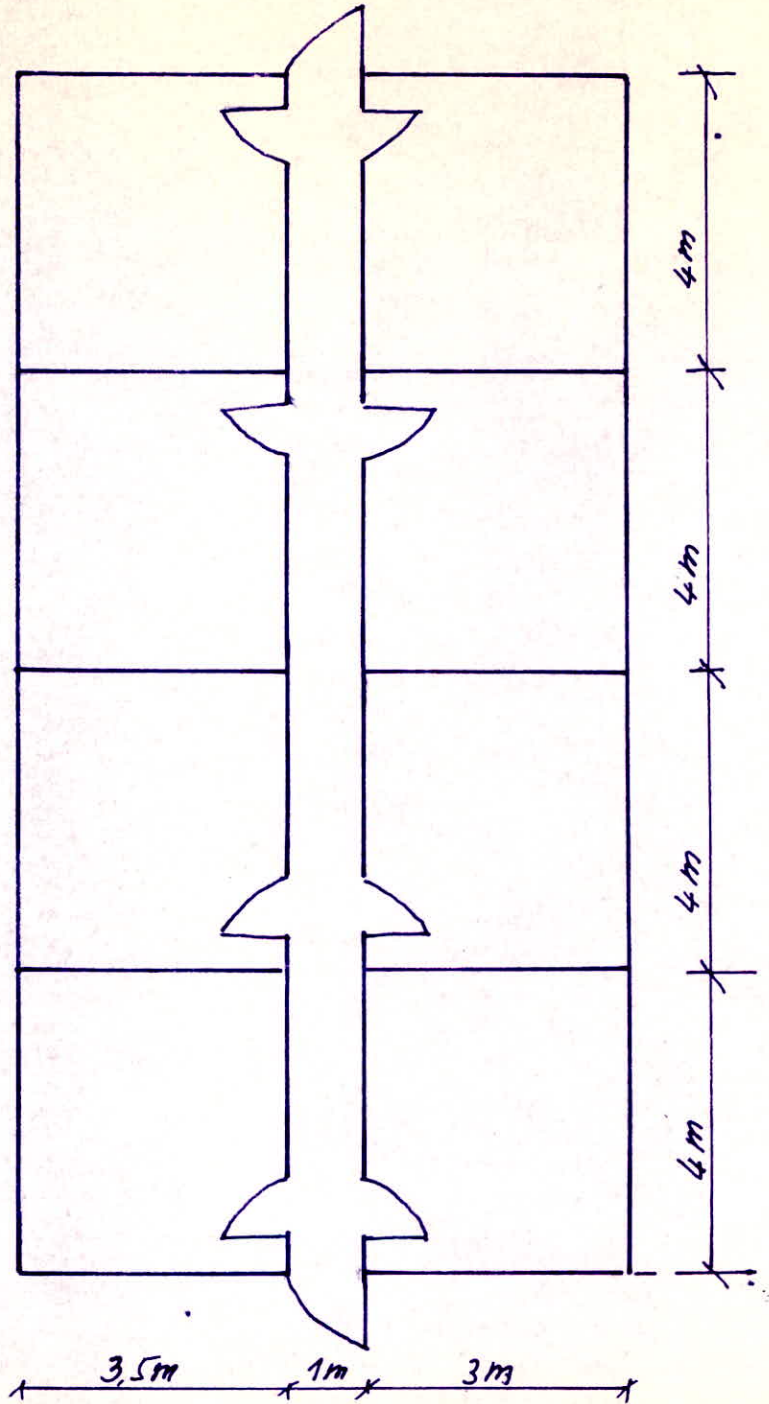
Elle sert à prodiger les premiers soins aux personnes accidentées.

RÉFECTOIRE

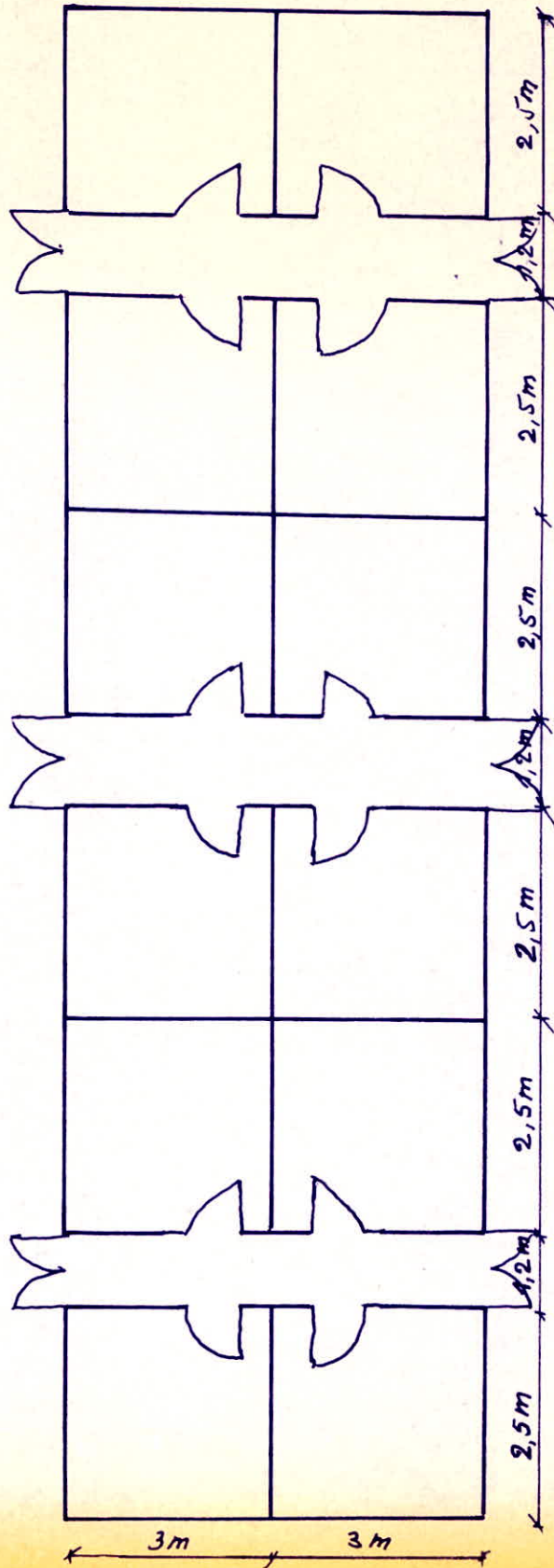


DORTOIRS

On prévoit 2 dortoirs de ce type.



VESTIAIRES



BASE DE PRODUCTION

Pour assurer un bon déroulement des travaux comme prévu dans l'organisation, il est nécessaire de prévoir un parc de stockage pour les différents matériaux.

Afin d'éliminer les déplacements inutiles et les pertes de temps, on doit choisir judicieusement l'emplacement des dépôts.

1- DÉPOT DE CIMENT

Le stock max est de 150t

quantité spécifique $q = 1,3 \text{ t/m}^2$

Surface nécessaire

$$S = \frac{S_t \text{ max} \cdot k}{q} = \frac{150 \times 2}{1,3} = 230 \text{ m}^2$$

k: facteur de correction

k=2 pour le ciment

2- DÉPOT DE SABLE

Le stock max est de 540 m^3

quantité spécifique $q = 2 \text{ m}^3/\text{m}^2$

facteur de correction k=1,4

Surface nécessaire

$$S = \frac{S_t \text{ max} \cdot k}{q} = \frac{540}{2} \times 1,4 = 378 \text{ m}^2$$

3. DÉPÔT D'ACIER

Le stock max est de 40t

quantité spécifique $0,8 \text{ t/m}^2$
facteur de correction $K=1,4$

Surface nécessaire

$$S_4 = \frac{40 \times 1,4}{0,8} = 70 \text{ m}^2$$

4. DÉPÔT DE GRAVIER

Le stock max est de 559 m^3

- quantité spécifique $q = 2 \text{ t/m}^2$
facteur de correction $K=1,4$

Surface nécessaire

$$S = \frac{559 \times 1,4}{2} = 391,3 \text{ m}^2$$

5. DÉPÔT DE BRIQUES

le stock max est de:

- briques 12T: 25 000 pièces
- briques 3T: 50 000 pièces
- briques 9T: 50 000 pièces

Elles seront entassées sur les une sur les autres
sur une hauteur de 3m.

Nombre de pièces dans $1m^2$

briques 12T : dimensions $(0,15 \times 0,3 \times 0,10)cm^3$

$$q_1 = \frac{3 \times 1 \times 3}{0,15 \times 0,3 \times 0,10} = 667 \text{ pièces}$$

briques 9T : dimensions $(0,2 \times 0,1 \times 0,1)cm^3$

$$q_2 = \frac{3 \times 1 \times 1}{0,2 \times 0,1 \times 0,1} = 1500 \text{ pièces}$$

briques 3T dimensions $(0,10 \times 0,05 \times 0,2)cm^3$

$$q_3 = \frac{3 \times 1 \times 1}{0,1 \times 0,05 \times 0,2} = 3000 \text{ pièces}$$

le coefficient de correction $K=1,4$.

Surface nécessaire pour les briques:

$$S = \left(\frac{S_{tmax_1}}{q_1} + \frac{S_{tmax_2}}{q_2} + \frac{S_{tmax_3}}{q_3} \right) \times K =$$
$$= \left(\frac{250000}{667} + \frac{50000}{1500} + \frac{50000}{3000} \right) \times 1,4 = 123 m^2$$

On prend des dépôts éparpillés sur tout l'entourage de la construction.

INDICES TECHNICO-ÉCONOMIQUES

A- Détermination de la durée optimale d'un projet:

1. coût direct

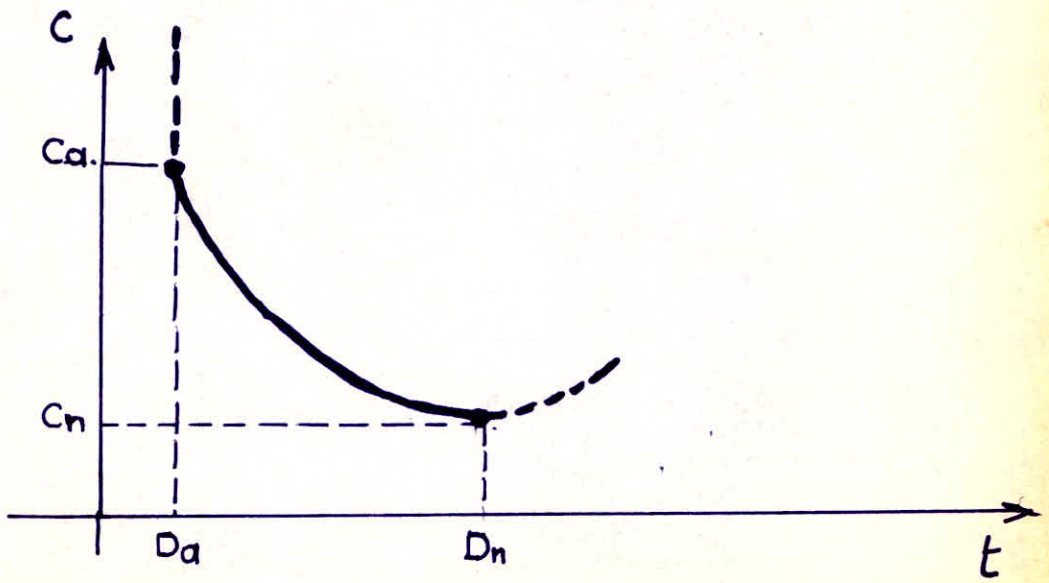
Le coût de réalisation d'un processus de construction croît quand la durée d'exécution décroît.

Cette variation du coût de réalisation en fonction du temps n'est valable que dans un intervalle de temps défini par les paramètres suivants:

- D_n : durée normale ou durée minimale pour réaliser le projet au coût normal C_n qui est le coût minimal du projet.

- D_a : durée accélérée ou durée minimum technique du projet qui demande un coût accéléré C_a

La courbe coût-temps est la suivante



- si $t > D_n \Rightarrow C > C_n$

on a une double perte en temps et en coût (zone à éviter)

- Si $C > C_a \Rightarrow t = D_a$

on a une grande perte en coût (zone interdite).

La durée de réalisation du projet doit être comprise entre D_a et D_n .

Coût par unité de temps gagné :

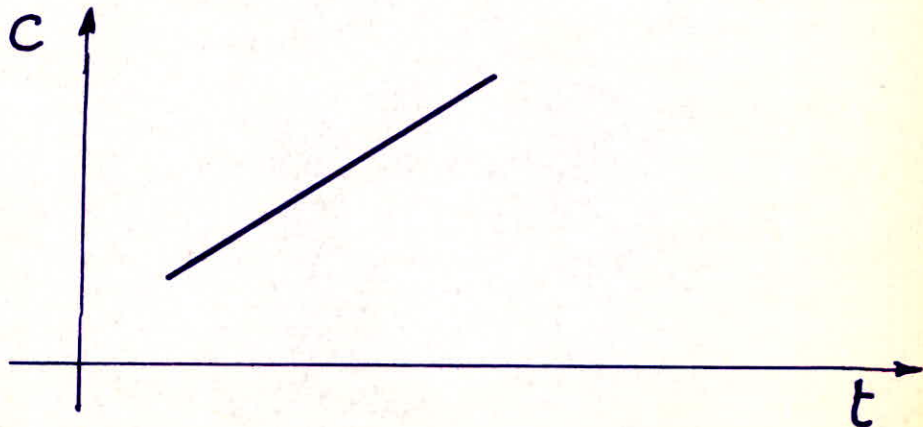
$$C_{utg} = \frac{C_a - C_n}{D_n - D_a}$$

Pour gagner 10% de temps par rapport à D_n il faut dépenser 2 à 20% en plus par rapport à C_n .

D'après l'analyse de la courbe du coût direct-temps on constate que la durée optimale est égale à D_n . Mais dans un projet on a aussi les charges indirectes qui sont inévitables.

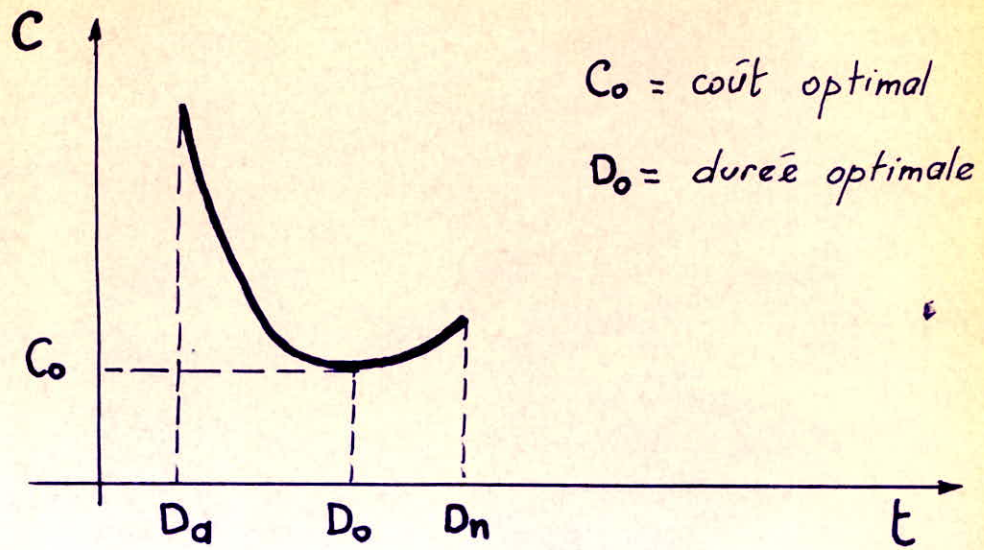
Coût indirect

Il est linéaire et croissant avec le temps.



la superposition du coût direct et du coût indirect nous donne le coût total.

coût total = coût direct + coût indirect

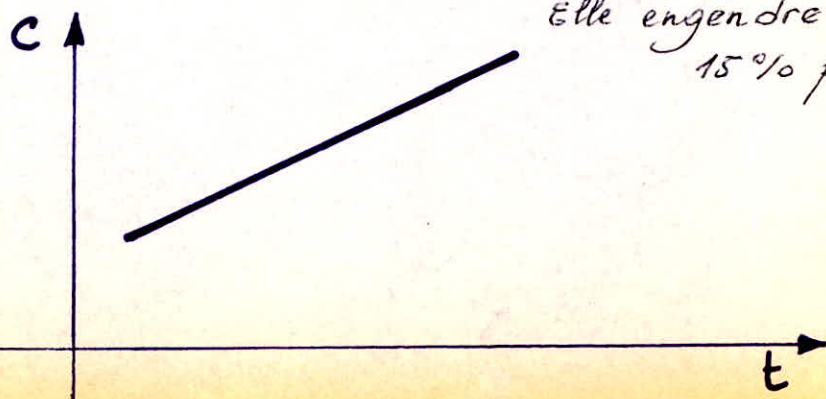


Cette courbe donne la durée optimale et le coût optimal pour l'exécutant.

Les responsables du ministère de l'habitat sont intéressés par la diminution de la durée d'exécution de l'ouvrage car il faut tenir compte de la production ultérieure du projet à réaliser et de l'effet du gain du temps sur l'économie nationale.

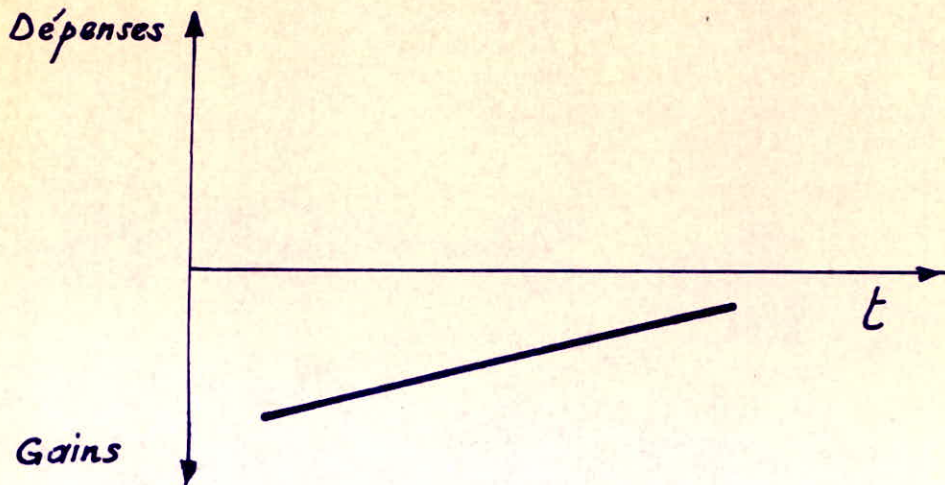
a- Immobilisation des fonds.

Le coût d'immobilisation du fond est linéaire.

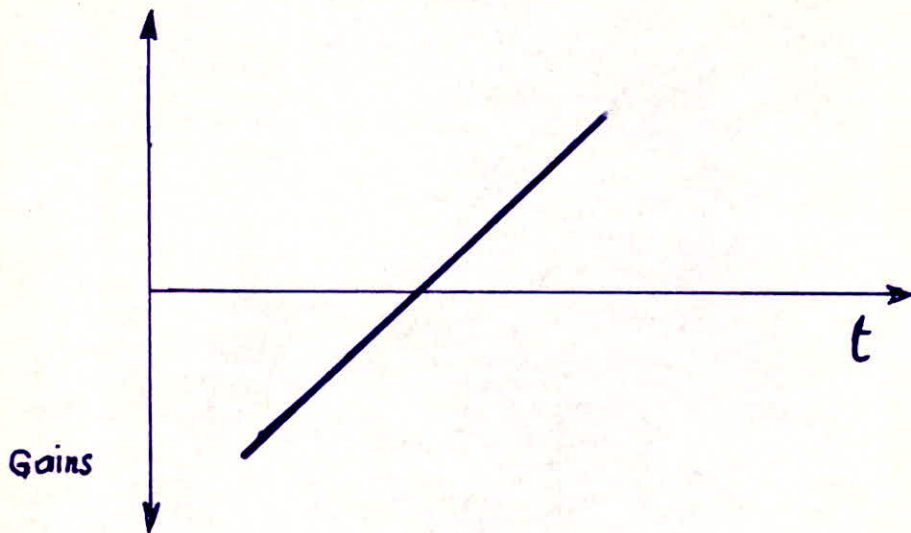


b - Revenu supplémentaire national net:

L'immobilisation des fonds et le revenu supplémentaire donnent un effet total sur l'économie nationale -

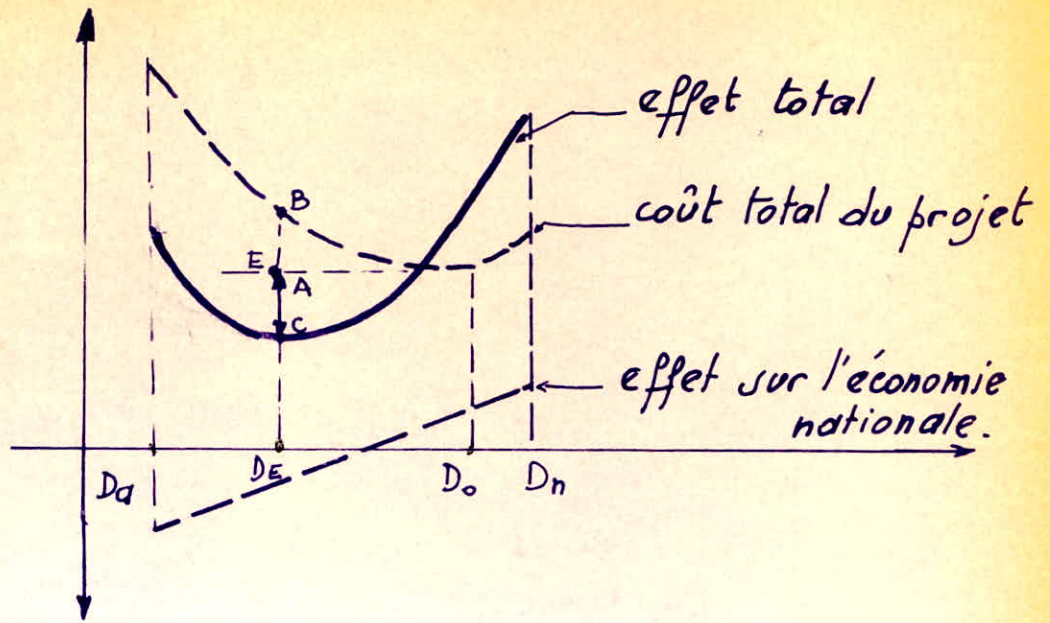


Cet effet se traduit par la courbe suivante -



Si on diminue la durée de 10% par rapport à D_n , on a un gain de 7% pour l'économie nationale.

Pour choisir la durée d'exécution, il faut superposer l'effet total sur l'économie nationale et le coût total du projet.



On prend D_E au lieu de D_0 comme durée définitive du projet.

Il bénéficie d'une économie E qu'il distribue sous forme de prime.

Pour que le chantier soit intéressé il doit recevoir :

- les dépenses supplémentaires AB.
- une prime de stimulation de 10% que l'économie nationale peut payer de l'économie totale qu'elle a fait de CB.

CALCUL DU VOLUME TOTAL DE TRAVAIL.

- implantation du chantier :	$V_T = 30 \times 45 = 1350 \text{ JH}$
- Décapage	$V_T = 3 \times 3 = 9 \text{ JH}$
- Terrassement	$V_T = 3 \times 11 = 33 \text{ JH}$
- Routes-parkings	$V_T = 8 \times 4 = 32 \text{ JH}$
- Trottoirs	$V_T = 11 \times 10 = 110 \text{ JH}$
- Fouilles	$V_T = 10 \times 25 = 250 \text{ JH}$
- Béton fondation	$V_T = 19 \times 25 = 475 \text{ JH}$
- Remblayage compactage	$V_T = 5 \times 25 = 125 \text{ JH}$
- Herrissonnage	$V_T = 9 \times 25 = 225 \text{ JH}$
- Dallage sol	$V_T = 13 \times 25 = 325 \text{ JH}$
- Béton élévation	$V_T = 18 \times 25 = 450 \text{ JH}$
- Plancher	$V_T = 22 \times 25 = 550 \text{ JH}$
- Etanchéité	$V_T = 33 \times 25 = 825 \text{ JH}$
- Maçonnerie	$V_T = 47 \times 25 = 1175 \text{ JH}$
- Elect.	$V_T = 21 \times 25 = 525 \text{ JH}$
- Enduit int.	$V_T = 44 \times 25 = 1100 \text{ JH}$
- Plomberie	$V_T = 21 \times 25 = 525 \text{ JH}$
- Chauffage	$V_T = 21 \times 25 = 525 \text{ JH}$
- Revêtements	$V_T = 22 \times 25 = 550 \text{ JH}$
- Menuiserie	$V_T = 6 \times 25 = 120 \text{ JH}$
- Peint. int.	$V_T = 20 \times 25 = 500 \text{ JH}$
- End. ext.	$V_T = 21 \times 25 = 525 \text{ JH}$
- Peint. ext.	$V_T = 6 \times 25 = 120 \text{ JH}$
- Vérif.	$V_T = 8 \times 3 = 24 \text{ JH}$
- Nettoyage	$V_T = 20 \times 7 = 140 \text{ JH}$
- Fab. béton	$V_T = 10 \times 138 = 1380 \text{ JH}$
- atelier coff.	$V_T = 5 \times 68 = 340 \text{ JH}$
- atelier ferrailage	$V_T = 6 \times 77 = 462 \text{ JH}$
- Manipulation	$V_T = 15 \times 168 = 2520 \text{ JH}$
- Divers	$V_T = 10 \times 185 = 1850 \text{ JH}$
	<hr/> $V_{Tt} = 17200 \text{ JH}$

CALCUL DES INDICES

1. Surface habitable (RDC + Etage)

$$S_L = 1800 + 1020 = 2820 \text{ m}^2$$

2. Estimation du coût

en Algérie on a estimé à 2500 D.A le m^2 habitable

$$E = 2500 \times 2820 = 7050000 \text{ D.A}$$

3. Volume total de travail

$$V_T = 137600 \text{ hH} = 17200 \text{ JH}$$

donc on a le volume de travail du m^2 habitable -

$$V_T / \text{m}^2 = \frac{17200}{2820} = 6,1 \text{ JH/m}^2$$

ou $V_T / \text{m}^2 = 48,8 \text{ hH/m}^2$ -

L'année passée en Algérie on a obtenu un volume de travail $V_T = 120 \text{ hH/m}^2$ -

Cependant au ministère de l'habitat on fait des efforts pour diminuer de la moitié le volume de travail et retomber à un $V_T = 60 \text{ hH/m}^2$ -

On remarque que dans notre projet on est retombé à côté du résultat désiré.

L'organisation de la méthode à la chaîne donne des résultats assez satisfaisants -

A titre de comparaison on peut citer 2 chiffres :

en RFA : $V_T / \text{m}^2 = 37 \text{ hH/m}^2$

en USA : $V_T / \text{m}^2 = 20 \text{ hH/m}^2$

4- Effectif

L'Effectif moyen peut être calculé en divisant le volume de travail total par le délai d'exécution, on obtient donc:

$$E_m = \frac{17200}{185} = 93 \text{ Hommes.}$$

l'indice d'uniformité de notre effectif sera calculé:

$$I_u = \frac{E_{moy}}{E_{max}} = \frac{93}{204} = 0,46.$$

Normalement on doit avoir un indice d'uniformité compris entre 65% et 70% mais cela est possible pour les grands chantiers.

5- Productivité

$$P_m = \frac{E_s}{E_m} = \frac{705000}{93} = 75806,5 \text{ DA/Homme pour une durée de 185 Jours ouvrables.}$$

E_s : estimation de la construction

E_m : effectif moyen.

6- Productivité mensuelle

On considère 25 jours ouvrables par mois.

$$P_{ms} = \frac{P_m \times 25}{T_e} = \frac{75806,5 \times 25}{185} = 10244 \text{ DA/mois/Homme}$$

Actuellement en Algérie nous avons une productivité de 7000 DA/mois/Homme.

De cette manière on est encadré dans les dispositions du ministère de l'habitat.

CONSOMMATION PAR m² DE CONSTRUCTION

a. Béton :

$$Q_B = 1854 \text{ m}^3 \quad S_T = 2820 \text{ m}^2$$

$$C_b = \frac{Q_B}{S_T} = \frac{1854}{2820} = 0,65 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

b. Ciment

$$Q_c = 741 \text{ tonnes} \quad S_T = 2820 \text{ m}^2$$

$$C_c = \frac{Q_c}{S_T} = \frac{741}{2820} = 0,26 \text{ t/m}^2$$

c. Sable

$$Q_s = 1164,5 \text{ m}^3 \quad S_T = 2820 \text{ m}^2$$

$$C_s = \frac{Q_s}{S_T} = \frac{1164,5}{2820} = 0,41 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

d. Gravier

$$Q_G = 1668,9 \text{ m}^3 \quad S_T = 2820 \text{ m}^2$$

$$C_G = \frac{1668,9}{2820} = 0,59 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

e. Mortier

$$Q_m = 484 \text{ m}^3 \quad S_T = 2820 \text{ m}^2$$

$$C_m = \frac{Q_m}{S_T} = \frac{484}{2820} = 0,17 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

f. Maçonnerie

$$Q_M = 5728 \text{ m}^2 \quad S_T = 2820 \text{ m}^2$$

$$C_M = \frac{Q_M}{S_T} = \frac{5728}{2820} = 2,1 \text{ m}^2/\text{m}^2$$

g - Acier

$$Q_A = 98450 \text{ Kg} \quad S_T = 2820 \text{ m}^2$$

$$C_A = \frac{Q_A}{S_T} = \frac{98450}{2820} = 34,9 \text{ Kg/m}^2$$

CONSUMMATION DES MATÉRIAUX PAR MILLIONS DE D.A.

coût de la construction s'évalue à 7,05 millions de D.A.

a - Béton.

$$E_B = \frac{Q_B}{E} = \frac{1854}{7,05} = 264,86 \text{ m}^3/\text{million de D.A.}$$

b - Ciment

$$E_c = \frac{Q_c}{E} = \frac{741}{7,05} = 105,85 \text{ t/million de D.A.}$$

c - Sable

$$E_S = \frac{Q_s}{E} = \frac{1165}{7,05} = 166,42 \text{ m}^3/\text{million de D.A.}$$

d - Gravier

$$E_G = \frac{Q_g}{E} = \frac{1168,9}{7,05} = 166,8 \text{ m}^3/\text{million de D.A.}$$

e - Mortier

$$E_m = \frac{Q_m}{E} = \frac{484}{7,05} = 69,14 \text{ m}^3/\text{million de D.A.}$$

f - Acier

$$E_a = \frac{Q_a}{E} = \frac{98,5}{7,05} = 14 \text{ t/million de D.A.}$$

g - Maçonnerie

$$E_M = \frac{Q_M}{E} = \frac{5728}{7,05} = 818,3 \text{ m}^2/\text{million de D.A.}$$

CONCLUSION

Tous ces paramètres montrent l'efficacité de la méthode à la chaîne et justifie notre choix.

Avec la construction de 100 000 logements par année, une bonne organisation entraîne une économie considérable pour le pays.

SOMMAIRE

Chapitre I : A. introduction
 B. description de l'ouvrage
 C. méthodes d'organisation

Chapitre II : Subdivision en secteurs de travail
 - secteur général
 - ouvrages sectorisés

Chapitre III : Calcul des effectifs

Chapitre IV : Calcul des ressources
 - Production auxiliaires
 - Besoins en matériaux et matériels
 - Gestion des stocks

Chapitre V.
 - Base de vie
 - Base de production
 - Indices technico-économiques.

Chapitre VI.
 Conclusion

