

UNIVERSITÉ D'ALGER

7/77

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DÉPARTEMENT GÉNIE-CIVIL

1er

ECOLE NATIONALE POLY-TECHNIQUE

BIBLIOTHÈQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

**ORGANISATION DE L'EXECUTION  
D'UN HALL INDUSTRIEL**

Proposé par :

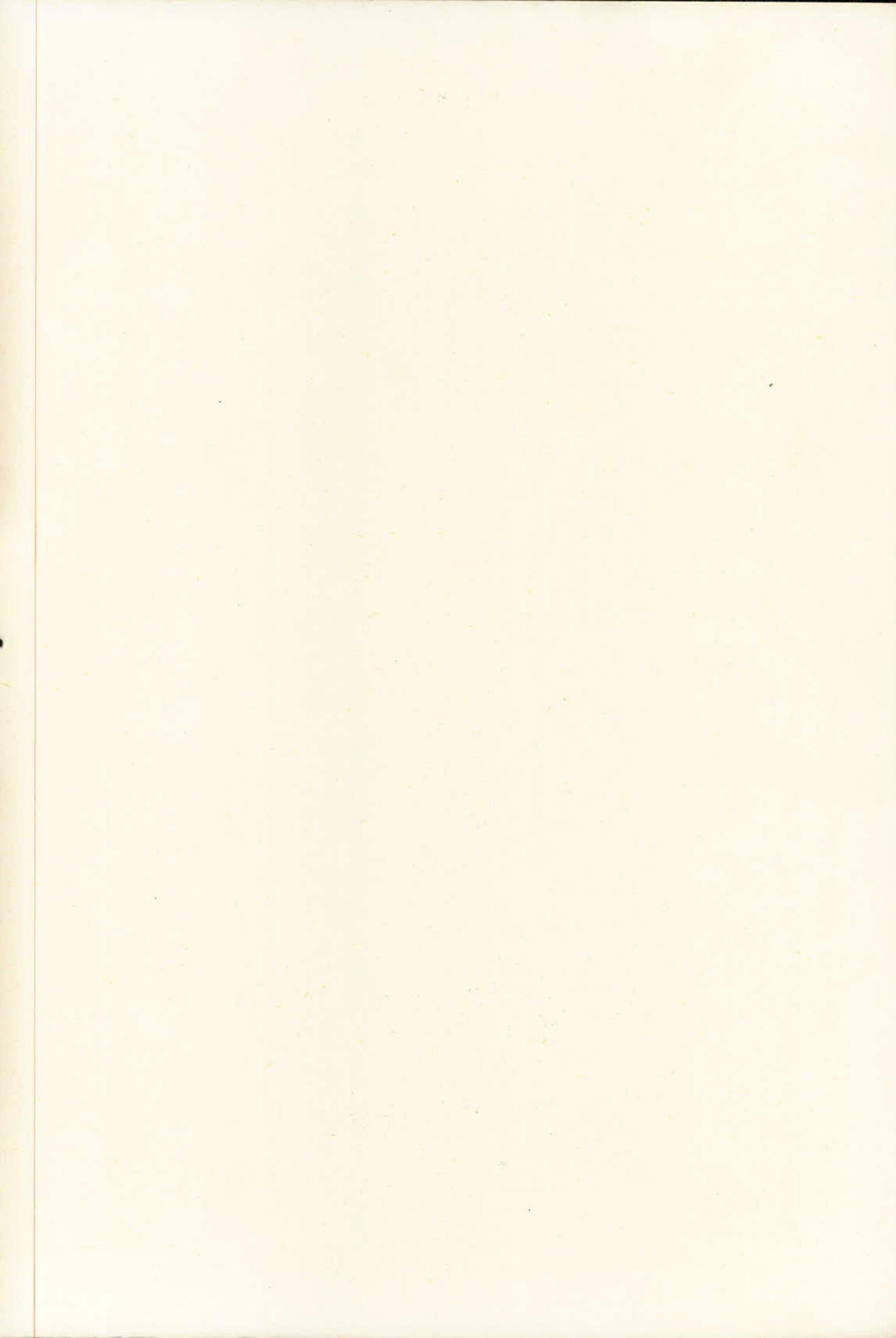
J. CAPATA

Ingénieur Maître Assistant

Etudié par :

BENSAFI M.

Promotion : Juin 1977



UNIVERSITÉ D'ALGER

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DÉPARTEMENT GÉNIE CIVIL

المدرسة لـ العلوم

المهندسية - المكتبة

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

BIBLIOTHÈQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

ORGANISATION DE L'EXECUTION  
D'UN HALL INDUSTRIEL

Proposé par :

J. CAPATA

Ingénieur Maître Assistant

Etudié par :

BENSAFI M.

Promotion : Juin 1977

Je tiens à adresser  
Tous mes remerciements à Monsieur CAPATA.  
Pour ses conseils et sa collaboration fructueuse,  
ainsi qu'à monsieur CIORIOU et tous les  
professeurs qui ont contribué à notre formation.

Je dedie ce travail à mes  
Parents.

## "Sommaire"

- Présentation Générale du Projet.
- INTRODUCTION.
- chapitre I : Eclatement du Projet en activités composantes.
- chapitre II : Etablissement des relations sequentielles.
- chapitre III : Division de l'ouvrage en secteurs de travail.
- chapitre IV : Etablissement des technologies adoptées et leur Description.
- chapitre V : Calcul des Quantités de TRAVAUX par activités composantes
- chapitre VI : CALCUL DES RESSOURCES NECESSAIRES ET Etablissement des durées.
  - main d'œuvre
  - matériels
  - outillage de construction. et Engins de transport.
- chapitre VII : cycloprogramme des travaux de construction selon la méthode à la chaîne pour un objet.
- chapitre VIII : Méthode PERT et l'établissement du Graphique réseau
- chapitre IX : graphique à Barres et diagramme de main d'œuvre.
- chapitre X : Diagrammes de consommation, d'affrachement et différenciation des stocks.
- chapitre XI : organisation d'une cite ouvrière provisoire.

# projet de fin d'étude

Proposé par Mr:

Etudié par :

Monsieur BENSAF; MOHAMMED.

Thème: projet d'organisation de l'exécution d'une ossature en Beton armé  
d'un HALL industriel avec éléments préfabriqués en Beton Armé.

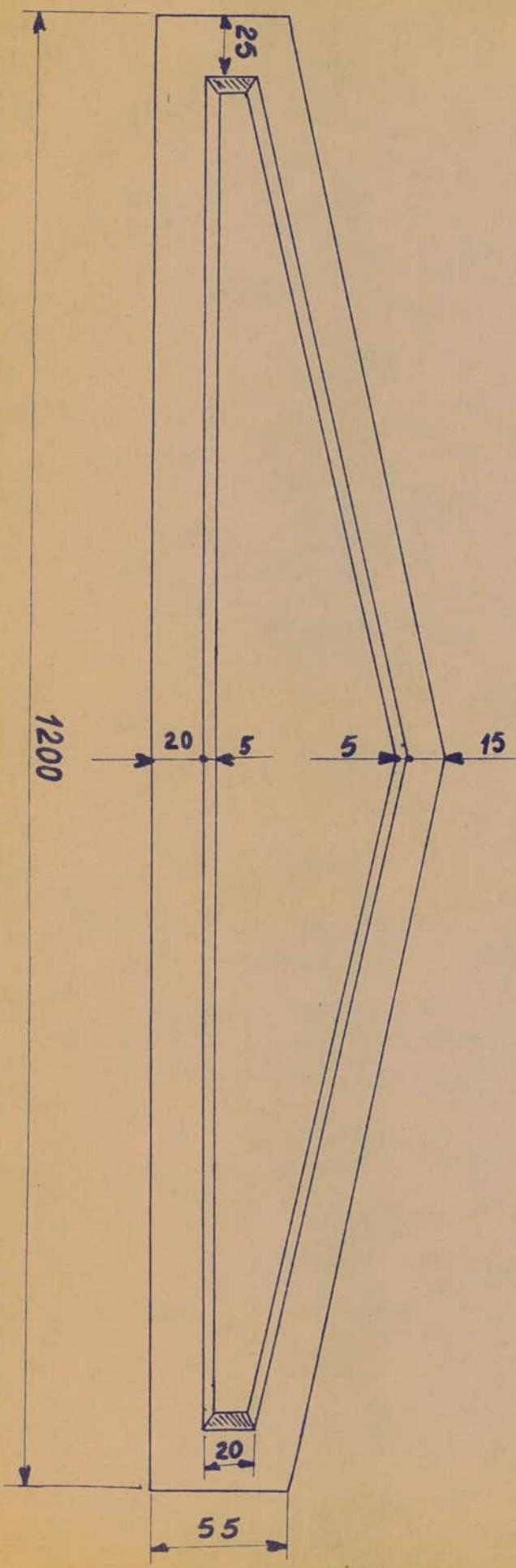
Le Bâtiment se compose d'un Hall central et de deux annexes.

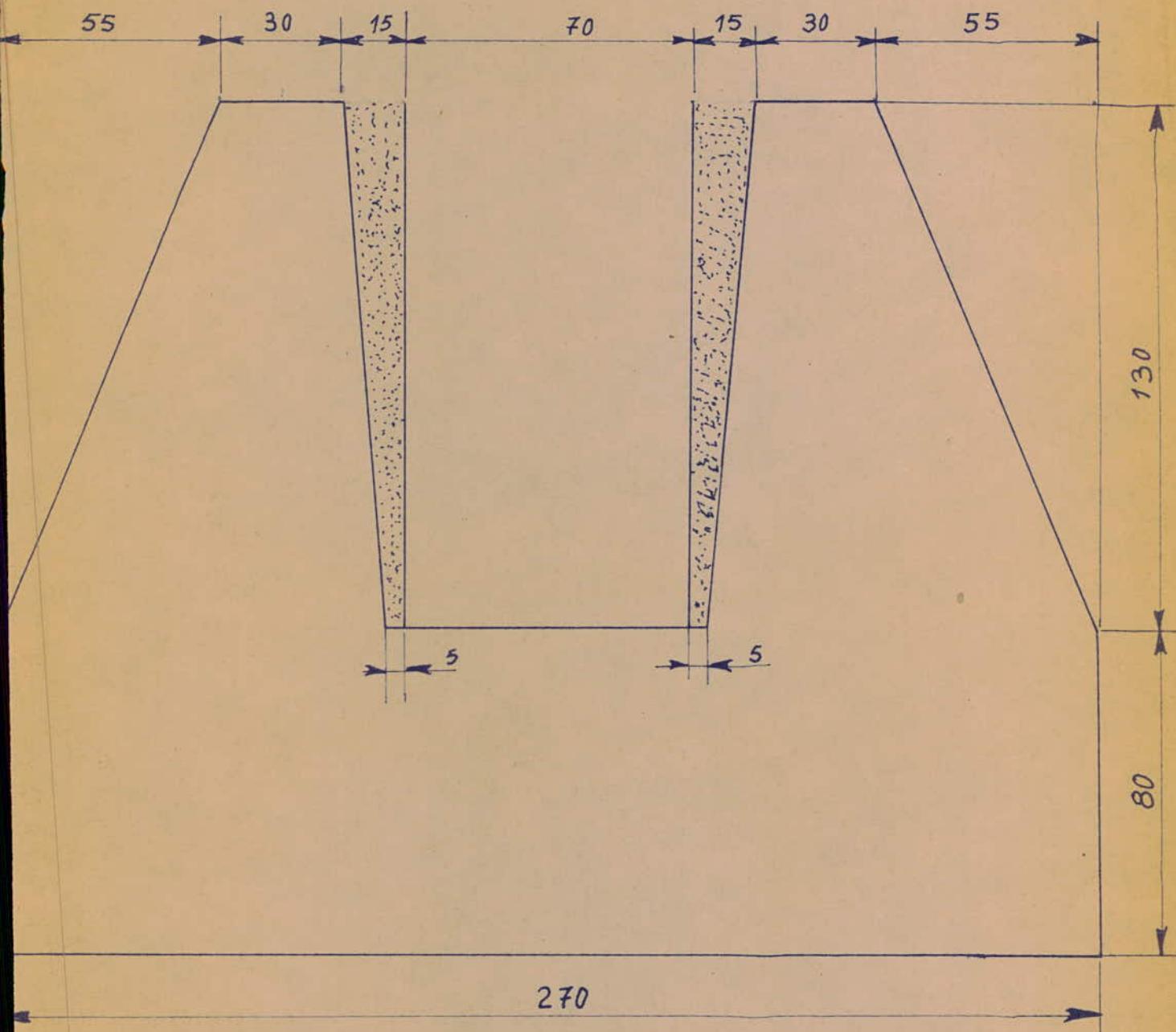
la portée du Hall est égale à 12m et celle des deux annexes est égale à 6m.

Il s'étend sur une longueur de 108 m. avec un joint de dilatation tous les 36 m.

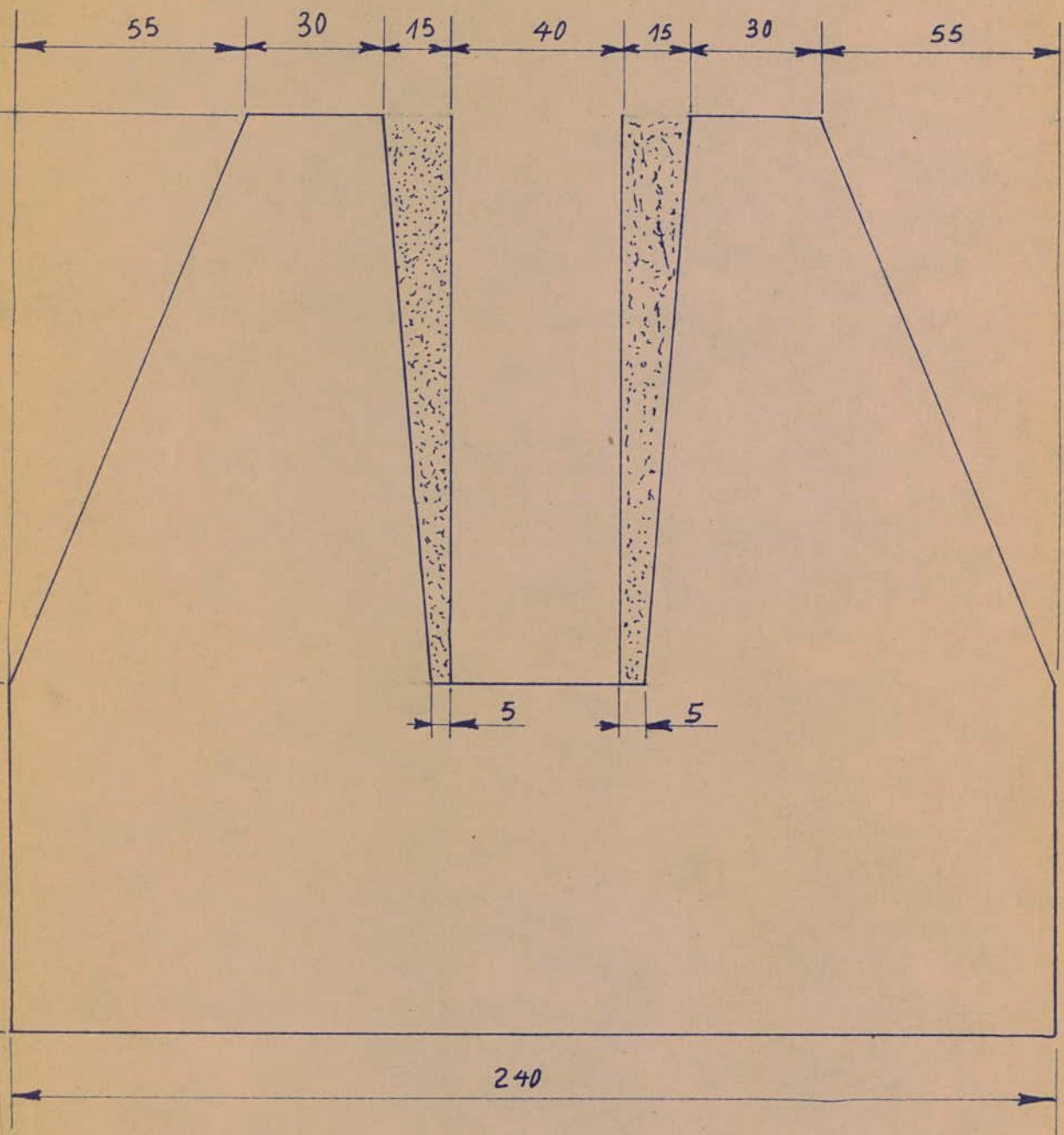
Pour le Hall central les poteaux sont préfabriqué sur place, les portes de portée 12m et les accès de portée 6m ainsi que les caissons qui ont une longueur de 1m et une portée de 6m sont achetés à part des éléments préfabriqués.

Pour les annexes nous avons les poteaux qui on coulé sur place, et les dalles sont monolithes, elles sont coulées sur places.

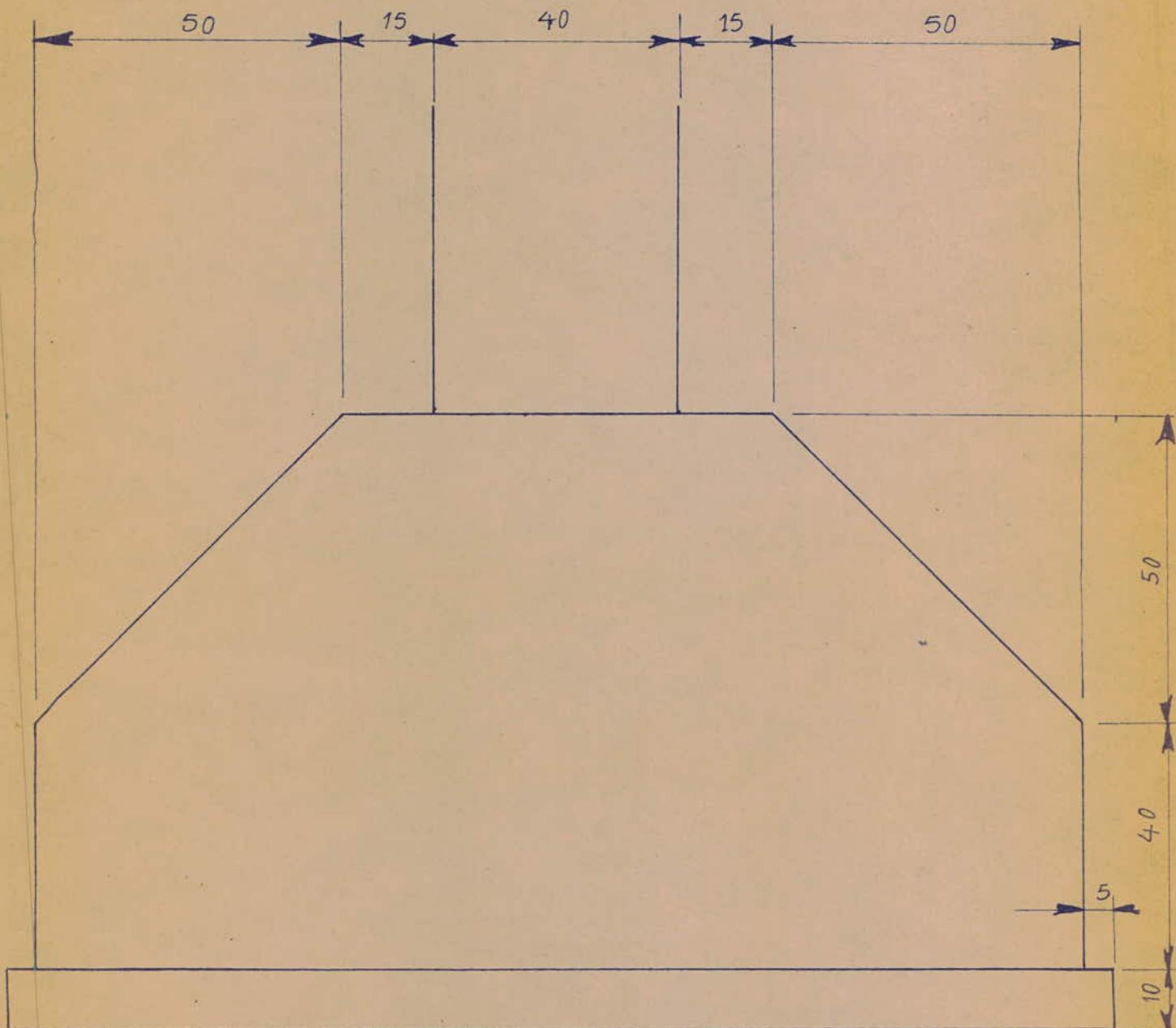




Echelle 1/5



ECHELLE  $\frac{1}{15}$



echelle  $\frac{1}{10}$

# INTRODUCTION

## ORGANISATION DE chantier.

### I) Generalités.

L'organisation d'un chantier est l'ensemble des dispositions envisagées pour l'exécution dans les meilleures délais le travail prévu.

Cette organisation, consiste donc à définir et à coordonner les moyens nécessaires à la réalisation de l'œuvre tout en restant fidèle aux directives générales imposées par le maître de l'ouvrage.

Ces directives générales se résument à certains éléments, qui sont :

la rapidité, l'économie, la qualité.

Bien que liées, dans le cadre de l'organisation rationnelle de certains travaux, l'une ou l'autre de ces trois intentions peut avoir un caractère prédominant.

La rapidité, exigée par le maître de l'œuvre ou par le rendement financier de l'opération, est dans de nombreux cas l'objectif principal recherché. Il est faux de le faire intervenir seul ou lié simplement au facteur économique. On peut y joindre la qualité, lorsque le projet a été suffisamment étudié dans ce but précis. Si la rapidité se traduit par une économie au stade du financement de l'ouvrage, il n'en est pas toujours de même à la réalisation. Une exécution trop rapide exige souvent, en effet, des moyens très importants.

L'économie, est dans une très large mesure, le résultat d'une organisation rationnelle. Elle est garantie par une étude approfondie du projet, et la distribution rapide de plans détaillés aux responsables du chantier.

La qualité est obtenue principalement par une connaissance approfondie des matériaux et de leur mise en œuvre, par le choix de la main d'œuvre et des cadres appelés à collaborer. Le déroulement rationnel des travaux, évitant les déteriorations, les réfections et les retouches, contribue à la qualité du travail fini. La propreté du chantier, l'ordre et la lumière constituent les éléments déterminant l'amélioration de la qualité.

## I] PLANNING D'AVANCEMENT DES TRAVAUX.

Le planning d'avancement des travaux est établi par le maître de l'œuvre afin de coordonner dans le temps les actions des diverses entreprises participant à une construction.

Dans le plus fort des travaux privés, le maître de l'œuvre est un architecte qui reçoit du maître de l'ouvrage mandat de conduire les travaux après avoir conçu le projet et réalisé l'étude.

### II.1] Programme Général.

Pour être réalisable, l'élaboration du programme doit tenir compte des exigences du maître de l'ouvrage et des conditions techniques qui découlent des marchés signés avec les diverses entreprises adjudicataires. Il est évident que, dans les prévisions, seront incluses les périodes d'arrêt due aux intempéries, aussi que les congés légaux. La durée moyenne des jours durant lesquels le travail est rendu impossible par les intempéries défend des corps de métiers intéressés (pluie pour les terrassiers, gel pour les maçons, les plâtriers etc...). et se déduit d'observations réalisées dans la zone climatique du chantier. Cette durée ne sera donc qu'une hypothèse.

## 2] Programme détaillé

L'établissement d'un programme détaillé est l'affaire du technicien, ou éventuellement du conducteur de travaux. Le praticien, lui, doit être en mesure de le lire, et de l'interpréter, comme les plans de construction de l'ouvrage. Pour faciliter l'interprétation d'un programme donné, le contremaître ou le chef de chantier aura intérêt à établir son propre programme de travail.

C'est de l'ensemble du programme que découlé l'importance à donner au chantier et à ses installations ainsi qu'au matériel à employer.

## III] INSTALLATIONS DE CHANTIER

Quelle que soit l'importance du chantier, il est nécessaire d'en prévoir l'installation et l'organisation.

Une installation rationnelle permet, dans une large mesure, de respecter les délais imposés, d'éviter le gaspillage de main d'œuvre, de matériaux et de matériel, et de faciliter une bonne exécution. Cette organisation devra être préparée à l'avance; au bureau d'étude, pour les chantiers importants, ou sur place, mais suffisamment tôt, pour les petits chantiers.

Les installations de chantiers comprennent toutes les constructions auxiliaires et les machines nécessaires à l'exécution d'un ouvrage.

On y trouve par exemple:

- les voies d'accès et les chemins;
- les clôtures et les signalisations;
- les baraqués et ateliers;
- les installations et garages de stockage.

les installations nécessaires à la fabrication du béton;  
les installations utiles au transport et au stockage sur le chantier;  
les installations pour la production d'air comprimé, la ventilation, le pompage;  
les raccordements aux services publics, eau, électricité, eaux usées, téléphone;  
les échafaudages.

Les éléments de coffrage métallique, etc.

D'autre part on peut également considérer comme entourant dans les installations de chantier, le parc des engins mobiles utilisés pour la construction, soit : les camions, les dumpers, les rouleaux compresseurs, les scelles mécaniques, les grues etc..

#### IV] Importance DES INSTALLATIONS, Etude du plan d'aménagement de chantier

Il n'existe pas de modèle type pour aménager un chantier parfait, la disposition des installations dépendant de la situation du chantier, de son emplacement et de l'œuvre à exécuter. D'autre part, la capacité des machines sera fixée par l'importance de la construction et par les disponibilités de l'entreprise, éléments tributaires du flux de financement et du délai d'exécution.

##### Importance des installations.

Pour un chantier dont l'effectif varie de 60 à 200 ouvriers il faut prévoir : un bureau pour le personnel technique avec téléphone, un bureau pour le chef de chantier et les contremaîtres, avec téléphone, un magasin, des vestiaires; un parc de stationnement pour voitures, un garage à 50 bicyclettes; des WC, un atelier mécanique; un atelier de charpenterie, une installation de bétoneuse, installation pour les grues, installation d'air comprimé, installation électrique. etc..

## INVENTAIRE de l'outillage et du materiel indispensables sur un chantier.

La liste préalablement établie par le chef de chantier, en fonction de ses besoins, est remise au siège de l'entreprise; elle comprend, d'une façon générale, le matériel suivant:

coffres à matériel;

pioches, pelle; mottes, mottes; barres à mines, pinces; règles; équerre, niveau à lauette, mire; fils de fer, pointes, vis, marteaux, tenailles, filets, taloches, frottoirs, pinceaux à eau; roulettes (chevillères); bassin à eau, tonneau, brouettes; tuyaux d'arrosage, arrosoirs; ferre-joints, câbles d'amarrages, clameaux; bois de coffrage, perches, plateaux, planches; poulies, caisses à gâche, auges; échelles, clefs anglaises; matériel de pharmacie nécessaire pour les premiers soins.

## ENTRETIEN DU MATERIEL.

L'entretien du matériel se fera périodiquement, le matériel appartenant aux installations de bêtonnage, tiges à béton, bétounières, brouettes, bennes, ... doit être immédiatement lavé ou jeté dès qu'un bêtonnage est terminé.

Le vidage des mokus sera réalisé périodiquement, de manière à éviter toute surprise désagréable lors de l'exécution des travaux.

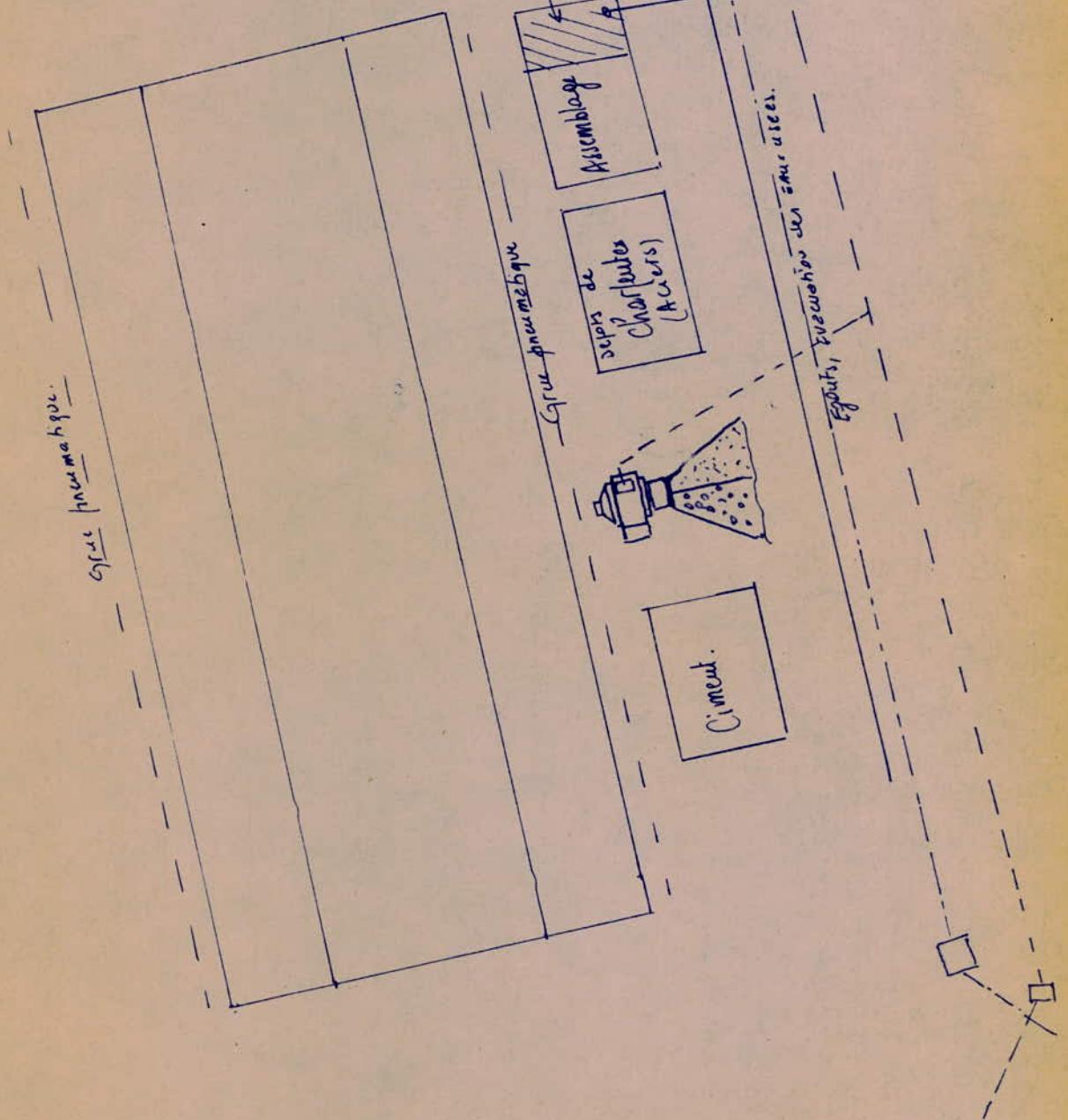
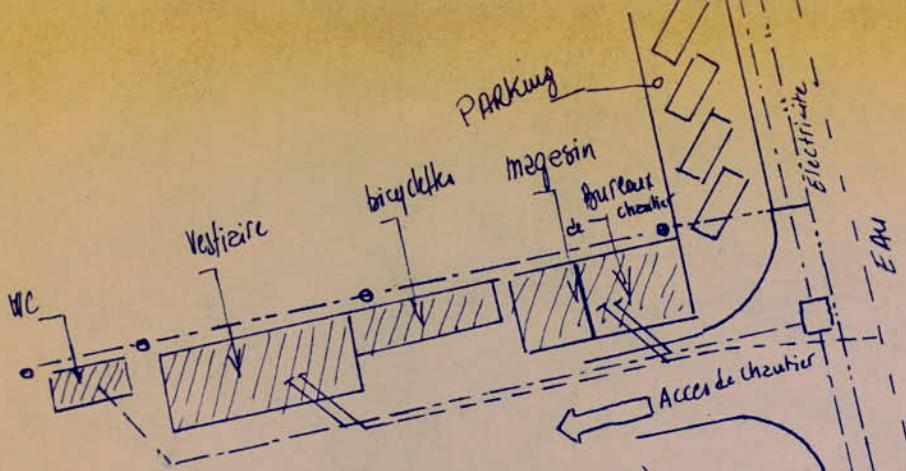
Tout le matériel servant à la construction doit être soigneusement vérifié avant son emploi sur un chantier.

### III] Schema d'installation de chantier.

Connaissant le terrain sur lequel s'édifiera la construction, ainsi que les caractéristiques des machines choisies pour la réalisation d'un ouvrage, il est alors possible de représenter sur le plan de situation de l'ouvrage le schema des installations.

ou représente l'emplacement projeté des machines, leur encombrement, et leur rayon d'action, afin d'avoir une idée claire de l'occupation du Terrain. le tracé des chemins, des raccordements aux différents services publics, de la situation des baraqués, complèteront le Schema Général de l'organisation de l'équipement du chantier.

les nombreuses solutions que l'on peut obtenir autour d'un même ouvrage, avec les mêmes machines, obligent le constructeur à étudier minutieusement son projet.



# chapitre 1

Éclatements du projet en activités  
composantes -

# éclatement du projet en activités composantes.

Dans cette étude on tiendra compte uniquement du gros œuvre.  
d'éclatement de l'installation, en processus simples et complexes permet de calculer les quantités de travaux, les durées de réalisation pour chaque activité.

## Division du projet en activités composantes.

- ① Découpage
- ② Fouilles
- ③ Montage des coffrages et du ferrailage.
- ④ Betonnage
- ⑤ Decoffrage
- ⑥ Moulage des éléments préfabriqués
- ⑦ Herissonnage.
- ⑧ Etancheité.

## chapitre 2

*Etablissement des relations sequentielles*

-8-

## établissement des relations SEQUENTIELLES.

Pour diminuer la durée d'exécution de l'ouvrage, il est nécessaire d'établir la suite optimale des processus afin d'obtenir des successions judicieuses du point de vue technologique, et la superposition de plusieurs processus compatibles en respectant le principe de non chevauchement.

Pour cela il faut se poser les questions suivantes :

Quel est le processus qui peut commencer après qu'un certain processus soit réalisé?

Quel est le processus qui doit être exécuté avant un autre processus?

VOIR TABLEAU DES SEQUENTIALITÉS

n° d'ordre	DESIGNATION des Activites	commence avant le processus n°	commence aps le processus n°	commence en même temps que le processus n°
①	installation de chantier	-	-	-
②	affrisionnement des poutres prefabrig	②		①
③	Terroissement	③	①	-
④	Téfabrications sur place des poteaux 40x70.	③	-	②
⑤	Béton de propreté			
⑥	Moutage coffrage + ferrailage semelle			
⑦	coulage beton foudation.			
⑧	Attente + décoffrage semelle.			
⑨	Moutage des poteaux prefabriques 40x70	⑧	④, ⑥	⑨
⑩	fixation définitive des poteaux 40x70			
⑪	Moutage coff+ ferrailage pot 40x40		⑥	⑦
⑫	coulage poteau 40x40			⑦
⑬	Attente + decoffrage poteau 40x40			
⑭	Moutage poutres prefaboriqués	⑭, ⑯	⑧, ⑩	-
⑮	Moutage caissons	⑯	⑫	
⑯	Moutage coffrage + ferrailage poutre + dalle annexe			
⑰	coulage beton poutre + dalle annexe		⑭	⑯
⑱	Beton de peute.			⑮
⑲	chose sur caisson.	⑯, ⑮	⑬	⑯
⑳	decoffrage annexe.	⑯	-	-

N° d'ordre	DÉSIGNATION des Activités	commence avant le processus n°:	commence après le processus n°:	commence en même temps que le processus n°:
(19)	Herissonnage	-	(12)	-
(20)	Montage ferroviaire JRC	(21)	(19)	
(21)	Couloge JRC	-	(20)	
(22)	Etau cheite	(23)	(17)	
(23)	-protection par gravillon.		(22)	

## chapitre 3

Division de l'ouvrage en secteurs de travail.

## DIVISION DU BATIMENT EN SECTEURS DE TRAVAIL.

L'ouvrage à construire doit être divisé en secteurs suffisamment grands, afin de permettre aux ouvriers d'exécuter leur tâche, sous difficultés, en travaillant simultanément, chacun suivant l'autre, sans perte de temps. Par le <sup>PPRT</sup> chanteur est organisé par la méthode de "travail à la chaîne" qui suppose la formation d'équipes d'ouvriers qualifié pour chaque processus.

L'ossature à les dimensions suivants

$$L = 108 \text{ m.}$$

$$l = 24 \text{ m.}$$

$$H_1 = 8 \text{ m} \quad \text{Hall central.}$$

$$H_2 = 5 \text{ m.} \quad \text{annexes}$$

2 points de dilatation tous les 36 m.

les dimensions d'un secteur seront:  $l = 24 \text{ m}$   $L = 36 \text{ m.}$

Il nous suivront par conséquent 3 secteurs.

## chapitre 4

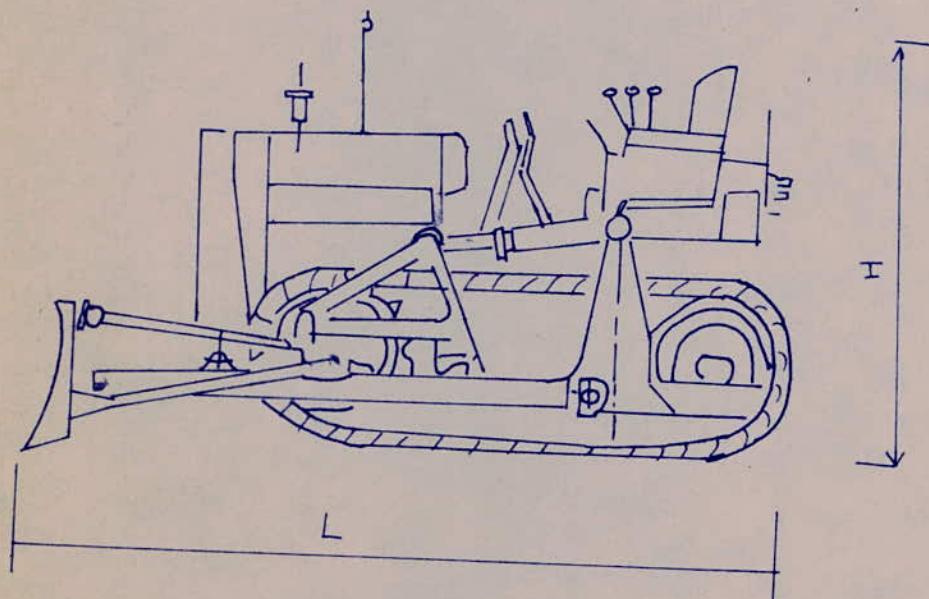
Etablissement des technologies adoptées  
et leur description.

ESTABLISSEMENT  
des technologies  
adoptées et leur  
description.

DECAPAGE.

Le décapage de la couche défectueuse se fait à l'aide d'un bull S. 650.

Caractéristiques techniques du bull utilisé.



puissance: 130 chevaux

vitesse de déplacement à l'avant : 2,40 km/h.  
à l'arrière : 2,84 km/h.

GABARIT:  $L = 3,565 \text{ m.}$

Caractéristique de la lame.

longeur  $l = 3,890 \text{ m.}$

longueur : 3,89m.

Hauteur  $H = 2,505 \text{ m}$

largeur : 0,985m.

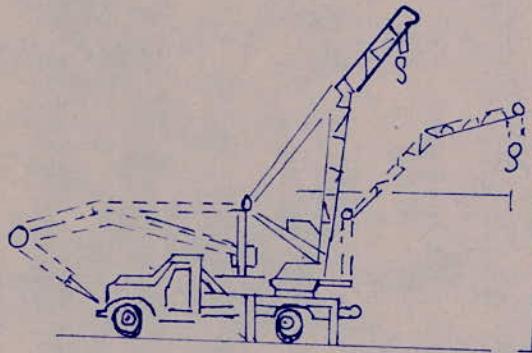
Poids du Bull équipement compris 10tonnes

Poids : 2990 kg.

## Grue utilisée pour le chargement et le déchargement de l'acier

Le chargement et le déchargement de l'acier se fait avec une auto grue de 5t.f.

## Description de l'auto grue utilisée et ses caractéristiques techniques



C'est une grue composée de 2 bras (1 bras court, 1 bras long) qui sont montés sur une plate forme rotative qui repose sur le chassis d'un auto-camion. C'est une grue rotative avec flèche inclinable qui peut se déplacer rapidement au lieu de travail. Sous le cos la charge importante ou dispose de 4 supports de collage. Le déplacement de la grue dans le chantier avec les bras fléés, les collages montés. Pour les transports à grande distance, le bras est couché en arrière et s'appuie sur une remorque monoaxe.

### Caractéristiques techniques

Puissance de l'auto-grue : 140 chevaux.

hauteur maximum de levage:

Fleche bras court = 7,35 m.

bras court = h = 4,5 m.

Fleche bras long = 11,35 m.

bras long = h = 8,5 m.

GABARIT : longueur = 9,70 m  
longueur avec remorque: 11,70 m.

Capacité de levage =

largeur = 2,70 m.

5 t à 3 m.

hauteur = 3,70 m

3 t à 4 m.

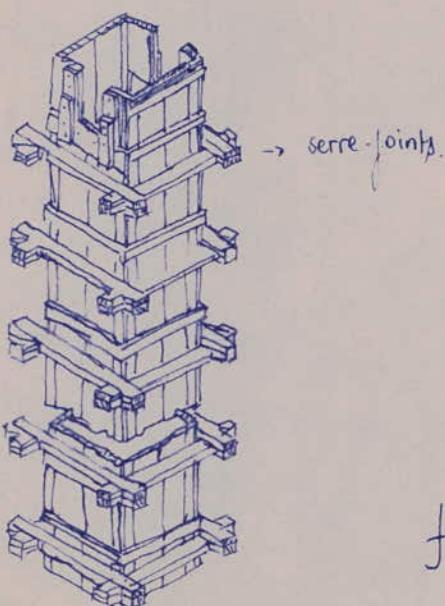
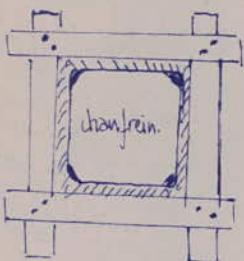
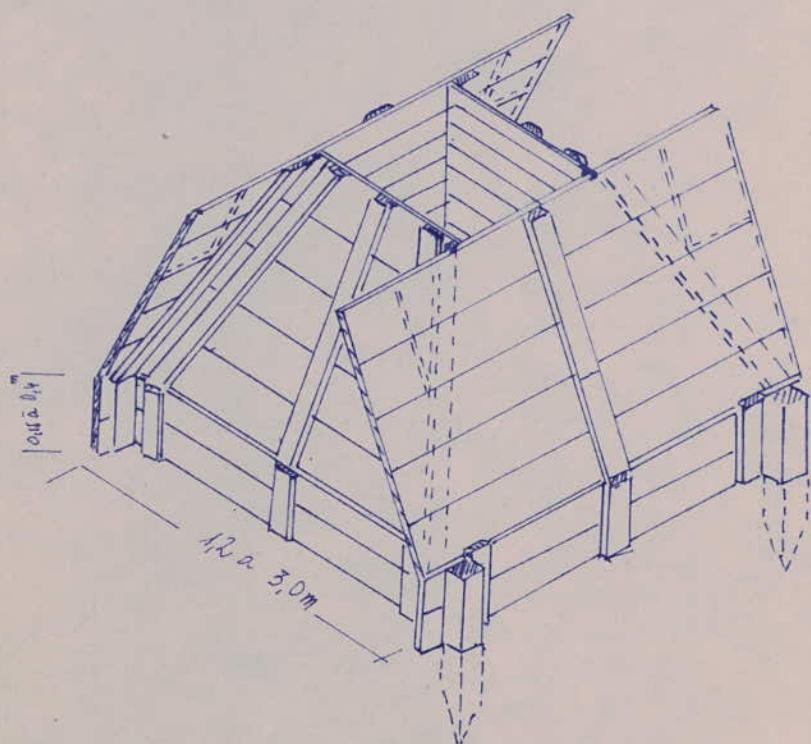


fig 1



## COFFRAGE - DES POTEAUX



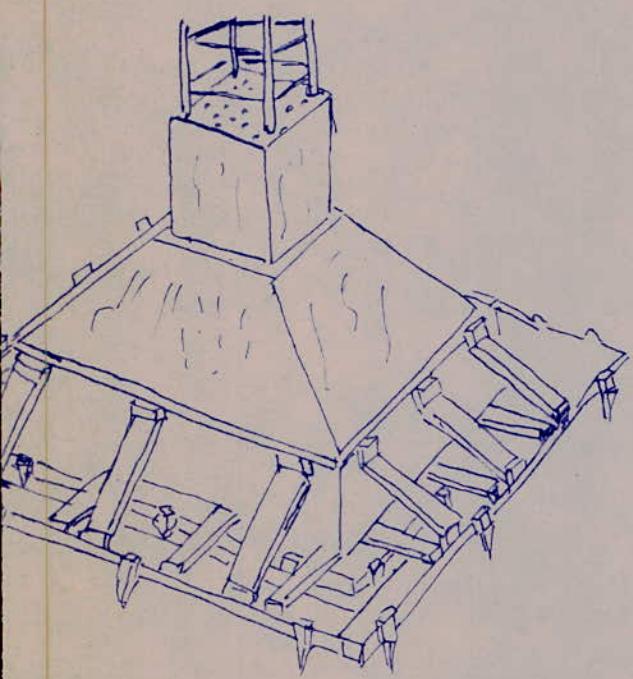


fig 2

coffrage de semelle.

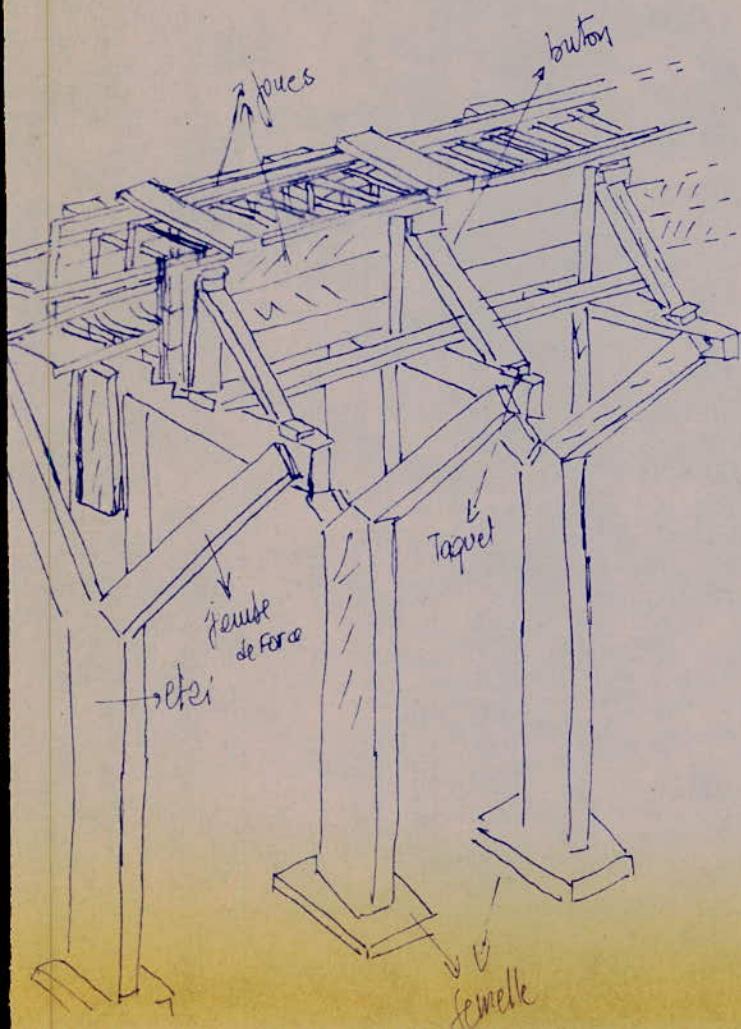


fig 3

COFFRAGE de  
poutre

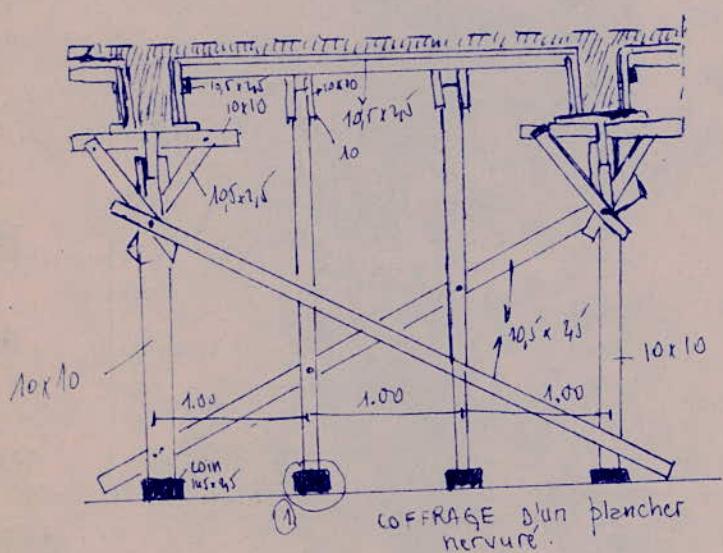


fig 4

Détail (1)

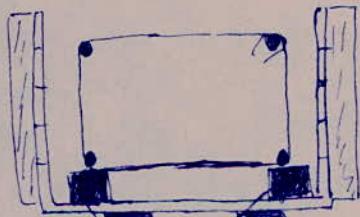
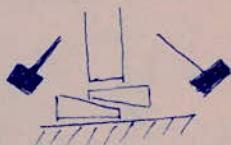


fig 5

Câle pour permettre  
l'enrobage

## COFFRAGE:

Pour les grands ouvrages, le bois a des qualités qui le font souvent retenir, le bois peu fragile se transforme sous sa déformation, il est inattaquable par le béton.

Par sa faible conductivité thermique et son épaisseur, il protège le béton du froid au cours de sa prise et est, de ce fait, presque imposé dans les régions où il faut souvent betonner par grands froids.

Sa porosité permet l'évacuation des bulles d'air libérées pendant la mise en œuvre du béton, ce qui évite le phénomène de "bulbage" qui se produit parfois avec les coffrages métalliques et qui est si nuisible à l'aspect des premiers (petits trous sphérique en surface).

les parements, moins "glaces" que ceux donnés par le métal, sont plus aptes à l'assèchage des enduits.

INCONVENIENT du bois: Ils tiennent sur réemploi, en général limité, à la complication due au nombre élevé de raidisseurs, entretoises moises, au clouage (toujours excessifs) qui entraîne des dégâts au décoffrage.

le nombre de réemplois possibles varie beaucoup avec la conception et l'entretien

les coffrages "artisanaux" à assemblages cloués ne permettent souvent pas plus de cinq réemplois.

Avec les "coffrages-outils", comportant des dispositifs d'assemblage évitant le déclouage, construits avec des bois bien secs et bien entretenus, on peut, pour des parements simples, aller jusqu'à 15 à 20 reutilisations.

Le coffrage revient en général pour 20% dans le prix de la construction. Il sera donc impératif de réutiliser les coffrages aussi longtemps que possible. Ceci impose donc une bon décoffrage et un bon reconditionnement.

ENTRETIEN : le coffrage doit être considéré comme un outil et non comme un matériau consommable.

On aura à chaque emploi les nettoyer et les badigeonner avec un produit assurant leur conservation et facilitant le décoffrage.

On aura en fin de travaux, les nettoyer et les munir d'un enduit protecteur avant de les stocker. et on ne doit en aucun cas jeter les panneaux en vrac, afin d'éviter leur déformation.

#### Décoffrage :

Il ne doit, à quelques zones singulières près n'en y avoir à déclouer ou à démolir. On ne doit avoir qu'à démonter et à minutieusement.

Pour éviter l'adhérence des coffrages au béton, on aura dû, avant mise en place, appliquer un produit de démontage.

Pour les coffrages en bois, l'emploi de savon noir ou d'huiles de vidange filtrées suffit pourvu que ces huiles soient suffisamment

neutris pour ne pas attaquer le béton ou l'acier des coffrages.  
Signalons un procédé assez simple pour décoller les poumons de flouche. Il consiste à laisser de petits trous verticaux dans le béton. Lorsqu'il s'agit de décoller, on injecte par ces trous, soit de l'eau, soit de l'air sous pression.

#### METHODE DE TRAVAIL.

Le coffrage comprend toute une série d'opérations:

##### a) implantation de la pièce à coffrer.

Ceci consiste à estimer les charges, que les lois doivent supporter et déterminer leur sections et leur répartitions en conséquences.

Sur le béton qu'on coule suivent une certaine vitesse et sous une certaine température exerce une certaine pression sur les coffrages. Cette pression atteint par une même vitesse de remplissage et les mêmes conditions de température et de remplissage un maximum pour une certaine hauteur de béton, maximum au-delà duquel toute augmentation de la masse de béton n'augmente plus la pression sur les coffrages. Ce maximum est atteint dans un temps inférieur à celui du début de la prise. La pression décroît dès que la prise s'amorce. (Voir tableau page suivante)

##### b) préparation des poumons et mise au levage.

La mise au levage consiste à régler les éléments verticaux qui tiendront le béton (s'il s'agit des formes) ou des étais (s'ils s'agit des étais qui supportent les coffrages des flouches ou des portes.)

les préparations des poutres comprend 3 opérations:

scissage: découpage des bois en tronçons conforme à celle de l'élément à couper.

assemblage: unir les planches entre elles de façon à obtenir des poutres (d'un certain nombre de planches assemblées par des traverses disposées à des distances convenables).

mise en place des éléments, réglage: fixer les poutres sur une base de départ bien déterminée, (tracé sur sol pour les poteaux et les cloisons, tracé des fonds des portes pour les planches) lorsque les sont bien assises sur cette base, les mettre d'aplomb et les contrebuter.

Pour les dispositions constructives se reporter aux figures.

Poteaux: planches des poutres et des traverses.

longeur des planches 10 à 15 cm, épaisseur des planches 3 cm pour les poutres, épaisseur des planches 5 cm pour les moises et les semelles, les traverses sont espacées de 80 cm.

N.B.: suivant le rythme de coulage et la hauteur du poteau on est amené à raidir les poutres en s'appuyant sur traverses, des cadres métalliques ou en bois pour maintenir le poteau et augmenter par là sa résistance et diminuer le risque de voilement des poutres. (voir figures tableau).

Poutres et Planches: les différents dimensions sont figurées sur les graphes 3 et 4.

Pour les portes de moyenne et grande portée on donne

au fond, une surélevation ou contre flèche déterminé par.

- 1) positionnement freins des appuis ou des étais.
- 2) modification de la forme du coffrage, sous l'effet de la charge qu'il reçoit
- 3) flexion élastique de la poutre en béton sous l'effet de la surcharge maximale.

ÉTAIS: la charge totale sur les étaiis peut être prise égale à 1,5 à 3 fois la charge due au béton seul.

les étaiis sous poutres sont constitués de la manière suivante  
1 seul étai sous poutre voir fig 3.

- a) Ecartement: tous les 60 à 180 cm. suivant les dimensions des poutres et leur hauteur. pour notre cas l'écartement entre étai et de 1m.
- b) Appuis des étaiis: on utilise des semelle en bois (madrins), suffisamment longues pour reporter la pression, sur lesquels les étaiis sont solés au moyen de coins en bois qui permettent l'enlèvement facile voir fig 4: 4.

TABLEAU DONNANT LES PRESSIONS  
EN FONCTION DES VITESSES DE  
REMPLISSAGE ET DES HAUTEURS.

Hauteur de béton dans le coffrage en m.	Pression en kg/m <sup>2</sup> vitesse de remplissage en m/h				
	3m	1,80m	1,20m.	0,60m	0,30m
0,30	750	750	750	750	750
0,60	1500	1500	1500	1500	1500
0,90	2000	2000	2000	2000	2000
1,50	3100	3100	3100	2800	
1,80	3500	3400	3300	2600	
2,10	3700	3600	3200		
2,40	3800	3400	2800		
2,70	3700				
3,00	3500				
3,30	3300				

## ARMATURES.

les aciers à béton sont livrés en rouleaux au chantier donc ils doivent être coupés et façonnés sur site.

Pour cela l'atelier de ferrailage sera établi en bordure de voie pour le déchargement des camions d'aciéries.

### l'Atelier comprendra:

- une aire de stockage des barres offvisionnées, celle-ci étant classées par diamètre et par nuance
- une aire, de préférence abritée des intempéries, où seront coupées, façonnées et assemblées les armatures.
- une aire de stockage des armatures préparées.

les panneaux de treillis soudés pour le ferrailage de planchers seront stockés à la liaison, à proximité du bâtiment, dans le rayon d'action des grues.

### b) Montage des armatures.

Pour la mise en place des aciers, on laissera le point au chef de chantier de s'en charger cependant on lui communiquera quelques prescriptions qu'il doit respecter.

- . l'enrobage de chaque barre doit être au moins égale à son diamètre nominal.

### Crochets :

Le crochet normal une partie en demi-cercle et un retour rectiligne parallèle à la barre d'une longueur égale à deux fois le diamètre de la barre.

on ne doit jamais avoir recours à des courbures d'un rayon inférieur au triple du diamètre de la barre employée, sauf pour les cadres, étriers et les épingle transversaux des poutres fléchies et poteaux.

Barres lisses  $r = 3\phi$

Barres à haute adhérence  $r = 5\phi$  pour  $\phi = 25\text{mm}$ .

les armatures longitudinales (dans les poutres et poteaux) doivent être réparties sur le voisinage des parois de manière à assurer au mieux la résistance à la flexion des pièces dans les directions les plus défavorables. La distance de l'axe d'une armature longitudinale à une paroi ne doit pas être inférieure à  $\frac{3}{2}$  son diamètre.

Pour un poteau soumis uniquement à la flexion, les armatures longitudinales doivent être inférieures ou égales à 4% de la section du béton. Les armatures transversales sont disposées en cours successifs plats et normaux à l'axe longitudinal de la pièce. La distance de deux cours (successifs), consécutifs ne doit pas dépasser 15 fois le diamètre nominal le plus faible des barres employées en armatures longitudinales. Le diamètre nominal des armatures transversales doit être dans tous les cas au moins égal à 5mm.

Dans chaque cours, les armatures transversales doivent former une ceinture continue sur le contour de la pièce, en embrassant les armatures longitudinales et doivent assurer le maintien de chacune de ces dernières vis à vis d'un mouvement vertical vers la ou les parois les plus voisines.

# bétonnage

la mise en œuvre des bétons comprend le transport de la station de fabrication du béton au lieu d'emploi et la mise en place dans l'ouvrage.

## TRANSPORT:

la durée du transport doit être d'autant plus faible que le dosage est plus riche en ciment, que la qualité d'eau de gâchage est plus faible et que la température est plus élevée.

Pour déterminer le mode de transport on s'inspire des données suivants

- de lais d'exécution car la flottille des ciments permettent de s'accommoder sous précaution spéciale d'un délai de 20 minutes environ par temps chaud ( $25\text{ à }30^\circ$ ) et de 40 minutes, en hiver.
- nécessité d'approvisionner le chantier avec le minimum d'engins en se basant sur la quantité maximum qu'on devra couler journalièrement et en déduire le nombre d'engins.
- S'arranger pour faire exécuter au béton le plus petit parcours, car le béton subit une certaine pénétration du fait des trépidations de l'engin de transport.
- quand l'ouvrage est directement accessible on emploie généralement le chariot, qui vide directement le béton sous les formes ou le coffrage où il sera étendu puis vibré, par contre pour le béton en élévation on utilise des grues qui sont munies de bennes avec lesquelles on coule directement sous les coffrages.

### 3) Mise en œuvre du Béton.

Avant de commencer le coulage du béton on devra tout d'abord vérifier le coffrage (dimensions, solidité, étanchéité, propreté, arroser convenablement les coffrages afin de préparer la dilatation du bois)

- Vérifier si les diamètres et la position des aciers dans les coffrages correspondent bien aux données des plans.  
Veiller à ce que la position des aciers ne soit pas modifiée ou cassé du pilonnage et s'assurer d'un bon emboîtement des aciers
- Si les pièces à bétonner ont une hauteur importante il faut prévoir des goulettes permettant de conduire le béton directement jusqu'au fond des moules. Et cela pour éviter la ségrégation du béton.

### c) Serrage du béton

Le serrage du béton avant sa prise est une opération très importante. Il est nécessaire par de sa bonne exécution déconduire une meilleure résistance du béton.

#### Vibration interne ou PERNIBRATION.

La vibration interne ou pernibration s'exerce dans le masse même du béton.

On emploie plus couramment des pernibrateurs à sigillés couchevis par une sigillée vibrante de 40 à 80 cm de long et de 45 à 100 mm de diamètre.

Dans ce tube creux en acier tourne une tige à poids excentré dont la rotation entraîne la vibration.

La mise en rotation rapide de cette tige est obtenue :

soit par une turbine à air comprimé portée par l'appareil ;  
soit par un moteur électrique relié à la tige par un flexible  
soit par un moteur à essence.

Avec de tels appareils, on peut percevoir en une heure un cube de béton variant de 1 à  $4\text{m}^3$  pour les appareils de 45 mm à 20 mm<sup>3</sup> pour l'appareil pneumatique de 100 mm et 50 mm<sup>3</sup> pour l'appareil électrique de 95 mm.

#### Réalisation de la perceibration

Pour bien mettre en œuvre ces perceibrateurs il est recommandé d'opérer comme suit

- a) Introduire et retirer lentement l'aiguille verticalement à vitesse constante de l'ordre de 8 cm dans le béton. Si la construction l'impose, inclina le vibrateur, mais jamais au delà de 45°
- b) Ne pas déplacer l'aiguille horizontalement.
- c) ne pas vibrer une épaisseur de béton de béton supérieure à la longueur de l'aiguille.
- d) ne pas introduire l'aiguille à moins de 10 à 15 cm des coffrages, surtout pour ne pas les dérégler que pour éviter les formations de bulles et de fissure, le long des coffrages.
- e) ne pas vibrer trop longtemps. S'il apparaît plus de 2 mm d'épaisseur

de laitance, ou si le béton se ride en surface, on empêche la ségrégation.

f) Déterminer le rayon d'action du vibrateur. Pour cela plonger le vibrateur au centre de la masse coffrée et poser sur le béton une barre d'acier de 20mm de diamètre et de la longueur de l'aiguille vibrante, à différentes distances du vibrateur, en action.

Cette barre s'enfonce d'autant plus profondément qu'on se rapproche davantage du fer-vibrateur.

Le rayon d'action R du fer-vibrateur est sensiblement égal à la distance à laquelle la barre d'acier s'enfonce totalement en une minute. Ce rayon d'action R étant déterminé, il suffira de plonger le fer-vibrateur à des distances 2R.

### PROTECTION DU BÉTON.

Le béton, après son exécution, exige une certaine surveillance et des soins.

- 1) le froid: Pendant les 48 heures après le coulage, si la couche superficielle de béton a été gelée, il faut l'enlever.
  - 2) la chaleur: Arroser pendant 8 à 14 jours
  - 3) vents, eaux torrentielles
  - 4) chutes de matériaux
  - 5) surcharges trop rapides ou excessives.
- 1) Décoffrage: Si il convient à démonter les éléments utilisés pour le coffrage du béton. Cette opération ne peut être effectuée

qu'après avoir observé les délais moyens suivants:

- les parties latérales du coffrage 50% R.
- les fonds des coffrages pour des portées de 8m 70% R.  
pour des portées de 8m 80% R.

les délais d'obtention de ces résistances est fonction de la qualité du béton et varie de 3 à 18j.

- on doit démouler les éléments latéraux aussi rapidement que possible afin de les réemployer ailleurs et faciliter la prise du ciment

le désenclavement, opération la plus importante du décoffrage, doit être fait progressivement sans coup brusque.

- dédoubler les étais, en commençant par les plus près des appuis, laisser entre chaque période d'enclavement un temps variable avec l'importance des éléments, coffrés.

#### REPRISE de Betonnage:

Il devient impossible de réaliser un ouvrage sans reprise de betonnage. Ces reprises constituent, d'une part une rupture locale d'homogénéité, nuisible à la résistance. Les précautions qu'il faudra prendre pour une reprise sont les suivantes

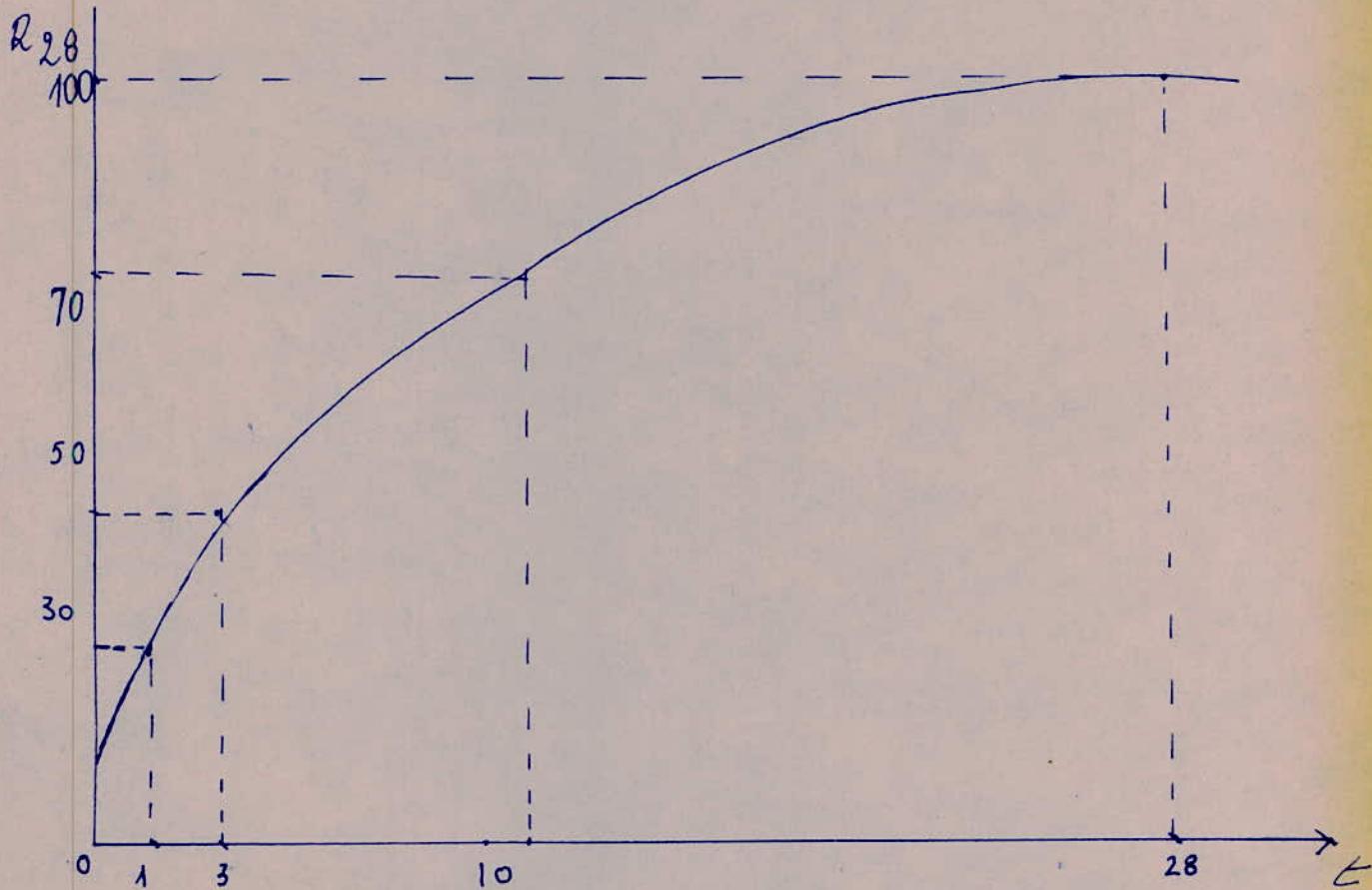
- a) augmenter la surface de reprise par des poillies et des redans.
- b) Mettre partout la surface à l'air, soit à la brosse métallique, soit au jet de pâle.
- c) Arroser pour humidifier à cœur le béton sur lequel la reprise est à faire en évitant de le faire au moment de l'affût du noyau béton.

d) la première gachée de reprise doit se faire avec du béton sec, vibré avec un dosage enrichi, en éléments fins et moyens.

e) on peut à l'arrêt du béton, préparer la reprise en étendant, en surface un enduit contenant un retardateur de prise, acide phosphorique à faible dose par exemple, agissant sur une profondeur de 10 mm environ, cette enduit s'oppose au durcissement du mortier recouvrant les gros agrégats qu'on peut au moment d'effectuer la reprise, éliminer facilement au jet d'eau.

Résistance du béton

C'est l'augmentation progressive de la résistance du béton, on admet que cette résistance est atteinte après 28j.



RESISTANCE du béton en Fonction  
du temps.

## chapitre 5

calcul des quantités de travaux par  
activités composantes.

CALCUL  
DES  
QUANTITES  
DE  
TRAVAUX

## AVANT- METRE

### D E C A P A G E   D E S   T E R R E S

Fouilles en Puits

a) jusqu'à 1,50 m de Profondeur.

b) de 1,50 m à 2,75m de Profondeur.

Transport de Terre à la décharge Public.

Béton de propreté.

Béton armé en fondation.

Coffrage pour béton armé en fondation.

Ferraillage en fondation.

Couche de tout végaut (20 cm).

Dalle armée 15 cm.

Coffrage soigné pour poteaux 40x70 (40x60).

Coffrage ordinaire pour poteaux 40x40.  
- poutres  
- dalles

Béton armé pour poteaux coulés sur place. (40x70).

Béton armé en élévation pour:  
- poteaux 40x40.  
- poutres.  
- Dalles.

Béton armé pour nœud.

Etanchéité sur terrasse.

Chape sur caissons.

herissonnage.

## ) CALCUL PAR SECTEUR.

l'ossature est constituée par 1 hall central de 12m de portée et de deux (2) annexes de 6m de portée la longueur totale du bâtiment est de 108m , c'est à dire  $3 \times 36\text{m}$ .

les éléments du hall central sont préfabriqué par contre pour les deux (2) annexes , les éléments sont coulés sur place.

\* la construction est divisée en 3 secteurs égaux.

les dimensions d'un secteur sont , les suivantes :

Portée : 24 m.

Longueur 36 m.

# Quantité Par Sécteur

Calcul des quantités par secteur

## ① Décapage des terres

$$34 \times 40 = 1360 \text{ m}^2$$

## fouilles en puits

### a) 1,50 m de profondeur

Pour les petits poteaux qui sont au nombre de 14 nous avons des fouilles de 1,50m de profondeur.

$$1,5 \times 1,8 \times 1,8 = 4,86 \text{ m}^3 \text{ par puits}$$

Pour les 14 puits

$$4,86 \times 14 = 68 \text{ m}^3$$

b) Pour les grands poteaux nous avons des  
Puits de 2,75 m de profondeur.

$$2,75 \times 2,50 \times 2,80 = 19,25 \text{ m}^3$$

pour 14 puits :

$$19,25 \times 14 = 269,5 \text{ m}^3.$$

## ② Transport à la décharge publique

$$269,5 \times 3 + 68 \times 3 + 4012 \times 0,2 = 1815 \text{ m}^3$$

## ③ BETON DE PROPRETÉ

pour petit poteau (40x40)

$$1,8 \times 1,8 \times 0,1 = 0,324 \text{ m}^3$$

$$\text{Pour 14 poteaux : } 0,324 \times 14 = 4,54 \text{ m}^3.$$

$$\text{Pour Grand Poteaux : } 2,8 \times 2,5 \times 0,15 = 1,05 \text{ m}^3$$

$$\text{Pour les 14 poteaux } 1,05 \times 14 = 14,7 \text{ m}^3.$$

5) Béton armé en fondation:

a) Petits poteaux:

$$0,4 \times 1,7 \times 1,7 = 1,156 \text{ m}^3.$$

$$0,7 \times 0,5 \times 1,7 = 0,595 \text{ m}^3.$$

$$2 \times \frac{1}{2} \times 0,5 \times 0,5 \times 1,7 = \frac{0,425 \text{ m}^3}{2,176 \text{ m}^3}$$

Pour les 14 poteaux:

$$2,176 \times 14 = 30,464 \text{ m}^3.$$

b) Grand Poteaux:

$$\begin{aligned} & 3,4 \times 2,7 \times 0,8 + 2 \left[ \frac{1}{2} \times 0,55 \times 1,3 \times 2,4 \right] + 2 \left[ \frac{1}{2} \times 0,55 \times 1,3 \times 2,7 \right] \\ & + (0,55\sqrt{2})^2 \times 1,3 + 1,6 \times 1,3 \times 1,3 - \frac{1}{6} \times 1,3 [1 \times 0,7 + [1+0,8][0,7+1,3]+[0,8 \times 1,3]] \\ & = 11,16 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Pour les 14 poteaux:

$$11,16 \times 14 = 156 \text{ m}^3.$$

6) CALCUL DU COFFRAGE pour béton armé en fondation.

a) Pour poteaux (40x40)

$$4 \times 1,7 \times 0,4 = 2,72 \text{ m}^2$$

$$4 \times \frac{1,7+0,7}{2} \times 0,5 = 2,4 \text{ m}^2$$

$$2,72 + 2,4 = 5,12 \text{ m}^2.$$

Pour les 14 poteaux:

$$5,12 \times 14 = 71,68 \text{ m}^2$$

6) Pour les Grands poteaux

$$S_1 = 2,4 \times 0,8 \times 2 = 3,84 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 2,7 \times 0,8 \times 2 = 4,32 \text{ m}^2$$

$$S_3 = \frac{1,6 + 2,7}{2} \times 1,3 \times 2 = 5,59 \text{ m}^2$$

$$S_4 = \frac{1,3 + 2,4}{2} \times 1,3 \times 2 = 4,81 \text{ m}^2$$

$$S_5 = 2 \times \frac{1+0,8}{2} \times 1,3 = 2,34 \text{ m}^2$$

$$S_6 = 2 \times \frac{0,7 + 0,5}{2} \times 1,3 = 1,56 \text{ m}^2$$

$$S = 3,84 + 4,32 + 5,59 + 4,81 + 2,34 + 1,56 = 22,46 \text{ m}^2$$

Pour les 14 poteaux :

$$22,46 \times 14 = 314,5 \text{ m}^2$$

7) Ferrailage en fondation.

grande Semelle pour poteaux (40x70).

$$110 \times 156 = 17160 \text{ kg.}$$

Petites Semelles :

$$90 \times 30,464 = 2742 \text{ kg.}$$

8) couche de tout venant :

$$0,2 \times 108 \times 24 = 518,4 \text{ m}^3.$$

9) Dalle armée (RDC)

$$108 \times 24 = 2592 \text{ m}^2.$$

ferrailage :  $3,95 \times 2592 \times 0,15 = 512 \text{ kg.}$

Coffrage soigné pour poteaux 40x70 (40x60) :

$$6,2 \times 2 \times 0,4 + 7 \times 0,7 + 2 \left[ 0,5 \times 0,3 + [0,3 \times 0,4] + 0,4 \times 0,5 \times 1,414 + \frac{1}{2} \times 2 \times 0,5 \times 0,5 \right] + 0,6 \times 3 \times 1 \\ + 0,4 \times 3 \times 2 = 15,96 \text{ m}^2$$

Pour 14 poteaux on aura:

$$15,96 \times 14 = 223,4 \text{ m}^2$$

b) Coffrage ordinaire pour poteaux 40x40  
 - poutres  
 - dalles.

a) pour poteaux 40x40.

la surface de la nervure calculé précédemment est égale à  $0,95 \text{ m}^2$

surface du poteau:  $2[0,4 + 0,4] \times 5,5 - 0,4 \times 0,8 = 8,8 - 0,32 = 8,48 \text{ m}^2$

Pour 14 poteaux:  $14[8,48 + 0,95] = 132 \text{ m}^2$

b) Poutres:

$$50[0,55 \times 2 + 0,4] \times 5,45 = 408,75 \text{ m}^2$$

c) DALLE:

$$[36 \times 6 - 86 \times 0,4 \times 2 - 13 \times 0,4 \times 5,2] \approx 350 \text{ m}^2$$

d) Béton armé pour poteaux coulo sur place: (40x70 - 40x60)

$$7 \times 0,7 \times 0,4 = 1,96 \text{ m}^3$$

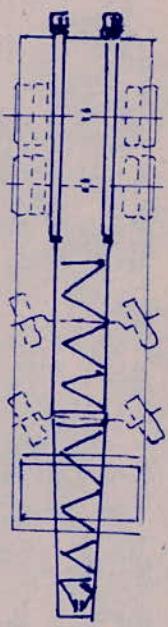
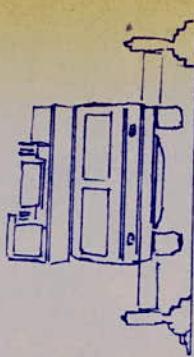
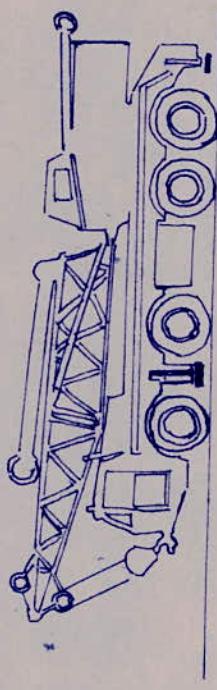
$$0,5 \times 0,4 \times 0,3 = 0,06 \text{ m}^3$$

$$\frac{1}{2} \times 0,5 \times 0,5 \times 0,4 = 0,05 \text{ m}^3$$

$$3 \times 0,4 \times 0,6 = 0,72 \text{ m}^3$$

$$14 \times [1,96 + 0,06 + 0,05 + 0,72] = 40,6 \text{ m}^3$$

Camion - Crue



Béton pour Joints 90x10.

- Béton pour semelle

- Béton de propreté

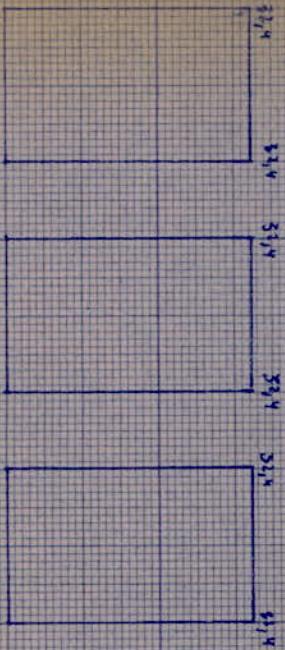
- Béton pour joints 40x40

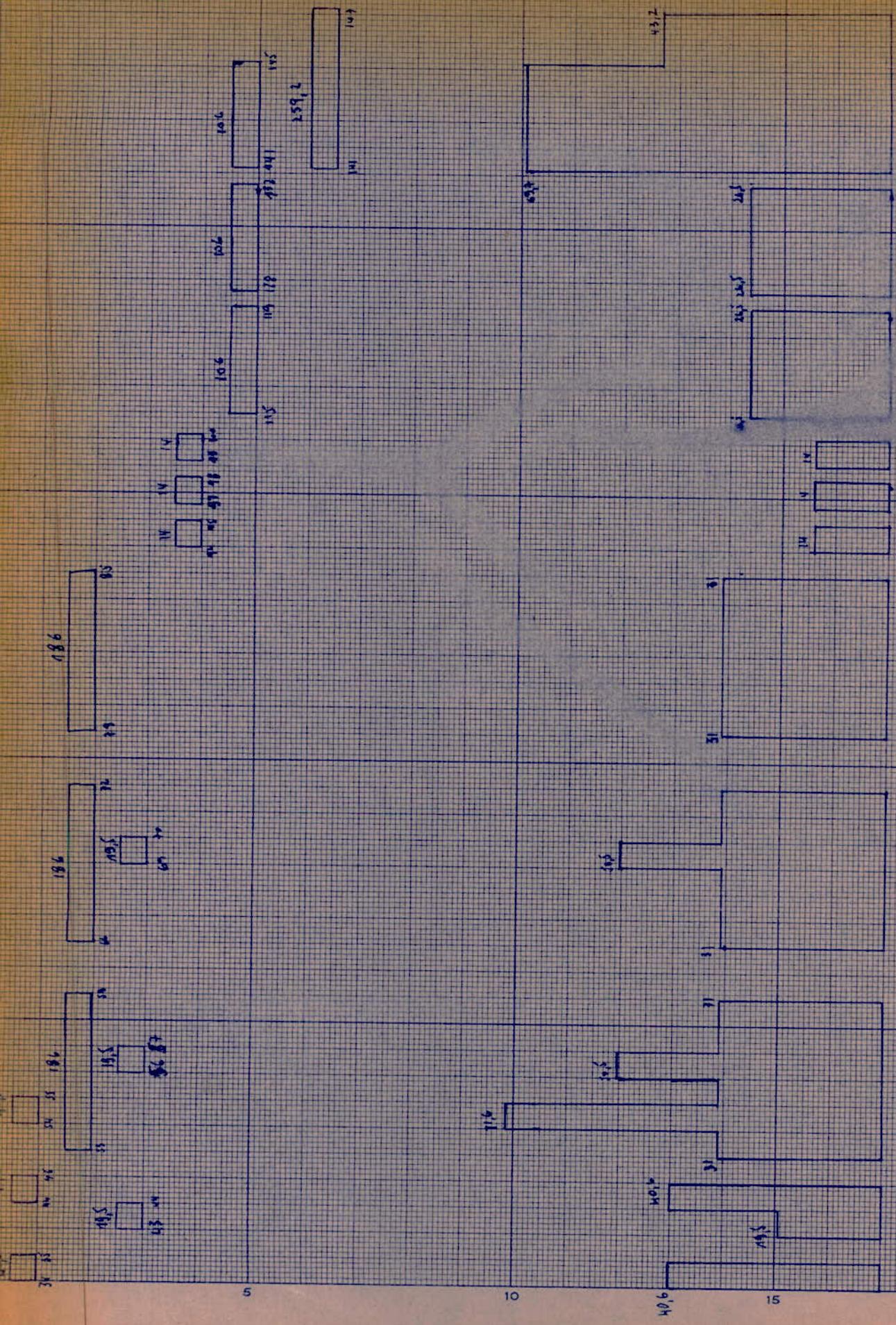
- Béton pour peintre + dalle

- Béton de Pento

- Béton pour dalle sur hérisson.

129,6	129,6	129,6
188	192	196
203	204	208





Béton armé en élévation: pour: poteaux 40x40.  
poutres.  
dalles.

a) poteaux 40x40

$$0,4 \times 0,4 \times 5,5 = 0,88 \text{ m}^3.$$

Pour nervure  $0,11 \text{ m}^3$

$$0,88 + 0,11 = 0,99 \text{ m}^3 = 1 \text{ m}^3$$

Pour 14 poteaux:  $14 \times 1 = 14 \text{ m}^3$

calcul de la quantité d'acier:

$$14 \times 100 = 1400 \text{ kg.}$$

b) Poutre:

$$50 \times 5,85 \times 0,55 \times 0,4 = 64,35 \text{ m}^3$$

Acier:  $100 \times 64,35 = 6435 \text{ kg.}$

c) DALLE:

$$5,85 \times 5,85 \times 0,1 \times 12 = 41 \text{ m}^3.$$

Acier:  $110 \times 41 = 4510 \text{ kg.}$

(14) béton Armé pour nœud

on prend  $0,10 \text{ m}^3$  par nœud:

pour 14 nœuds:  $14 \times 0,10 = 1,4 \text{ m}^3$ .

béton de fixation:

$$0,326 \times 14 = 4,6 \text{ m}^3.$$

(15) Étanchéité sur terrasse: a) (annexe)

$$12 \times 36 = 432 \text{ m}^2$$

5) Etanchéité sur terrasse: pour coissons

$$12 \times 36,6 = 440 \text{ m}^2$$

6) Chape sur coissons

$$12 \times 36,6 = 440 \text{ m}^2.$$

7) hérissonnage:

$$24 \times 36 = 864 \text{ m}^2.$$

# chapitre 6

*calcul des ressources nécessaires.*

CALCUL - DES  
RESSOURCES -  
NECESSAIRES -  
pour l'ossature

a : main d'œuvre -

b : matériaux -

c : outillage

## CALCUL de la Force de Travail

Pour déterminer la Force de travail, on utilise les normes techniques de travail.

Notations :

$N_T$  = la norme de temps.

le volume de travail est exprimé en heures par unité de processus élémentaire (ex:  $N_T$  : .. heure/m<sup>2</sup> de maçonnerie).

$Q_{tot}$ : la quantité totale à exécuter d'un processus de travail.

$S_p$ : indice planifié de réalisation de la norme de travail.  
(on peut supposer  $S_p=1$ .)

$d$ : durée imposée pour l'exécution d'un processus.

$N$ : le nombre total de travailleurs nécessaires pour exécuter la quantité  $Q$  en  $d$  jours.

donc

$$N = \frac{Q \times N_T}{8 \cdot d \cdot S_p}$$

on peut poser le problème d'une autre façon. c'est déterminer la durée d'exécution de la quantité  $Q$  de travaux si on connaît le nombre de travailleurs.

$$d = \frac{Q \times N_T}{8 \times N \cdot S_p}$$

Pour systematiser les calculs en tableau nous prenons les notations suivantes.

$Q \times N_T$  = volume de travail nécessaire, en heures pour exécuter la quantité  $Q$  de travaux d'un processus de construction.

$\frac{Q \times N_T}{8}$  = volume nécessaire de Travaux en Hommes-jours pour exécuter la quantité  $Q$  d'un processus de construction.  
on suppose qu'on travaille 8h par jour.

Pour nos calculs on va imposer la composition des équipes et on va calculer les durées respectives aux différentes activités.  
on va schématiser ces calculs par exemples et on résume tout dans un tableau récapitulatif.

### 1) Béton armé pour fondation:

$$Q = 186 \text{ m}^3 \quad N = 2 \text{ ouvriers qualifiés} + 10 \text{ manœuvres.}$$

$$N_T = 0,5 \text{ Hh/m}^3$$

$$N_{Tm,0} = 2,5 \text{ Hh/m}^3$$

$$d = \frac{186 \times 0,5}{8 \times 2} = 5,81 \approx 6 \text{ jours.}$$

### 2) Ferrailage pour plotteur 40x40.

$$Q = 1400 \text{ kg.} \quad N = 5 \text{ qualifiés et 5 manœuvres.}$$

$$N_T = 0,026 \text{ Hh/kg}$$

$$N_{Tm} = 0,026 \text{ Hh/kg.}$$

$$d = \frac{1400 \times 0,026}{8 \times 5} = 0,91 \approx 1 \text{ jours.}$$

### Ferraillage pour DRC.

$$Q = 512 \text{ kg.}$$

$$N_{TQ} = 0,026 \text{ Hh/kg.}$$

$$NTm = 0,026 \text{ Hh/kg.}$$

$$Nq = 2 \text{ Qualif's.}$$

$$Nm = 2 \text{ manœuvres.}$$

$$d = \frac{512 \times 0,026}{8 \times 2} = 0,83 \approx 1 \text{ jour.}$$

### Coffrage Semelle:

$$Q = 386 \text{ m}^2$$

$$N_{TQ} = 0,44 \text{ Hh/m}^2$$

$$NTm = 0,4 \text{ Hh/m}^2$$

$$Nq = 7 \text{ Qualif's.}$$

$$Nm = 7 \text{ manœuvres.}$$

$$d = \frac{386 \times 0,4}{8 \times 7} = 2,75 \approx 3 \text{ jours.}$$

### Hérissonnage.

$$Q = 864 \text{ m}^2$$

$$N_{TQ} = 0,45 \text{ Hh/m}^2$$

$$NTm = 0,90 \text{ Hh/m}^2$$

$$Nq = 6 \text{ Qualif's.}$$

$$Nm = 12 \text{ manœuvres.}$$

$$d = \frac{864 \times 0,45}{8 \times 6} = 8 \text{ jours.}$$

N°	DÉSIGNATIONS . DES. Articles	Q'TÉ Totale	Q'TÉ par Secteur	Norme unit	Vol. travail. H.P.	Vol. travail. H.J	Équipes	Durée jours	Observations
		m²	m³	Quai	m.0	Quai	m.0	Quai	
①	Déchargage	4080	1360	-	0,012	-	2	-	2.
②	Fouilles	363	123	-	4,10	-	143	-	16.
③	Béton de/interpreté	50,5	19,5	0,5	2	9,75	33	1,2	4,875
④	Coillage Semelle	1158	386	0,4	0,4	154,4	19,3	19,3	2
⑤	béton armé pour fondation	558	186	0,5	2,5	93	465	11,62	58,12
⑥	Feuillage pour fondation	59700	19900	0,026	0,026	517,45	517,45	64,68	2
⑦	Feuillage dalle de RUC	11536	512	0,026	0,026	13,312	13,312	1,664	2
⑧	Béton en élévation								1.
⑨	a) pour plots aux 40x40	42	14	0,5	2,5	7	35	0,875	4,375
⑩	b) pour plots aux 40x10								2.
⑪	c) pour plottres	121,8	40,6	0,5	2,5	20,3	101,5	2,53	12,68
⑫	d) pour dalle	195	65	0,5	2,5	32,5	162,5	4,06	20,3
⑬	e) pour haubard	123	41	0,5	2,5	20,5	102,5	2,56	12,8
⑭	f) pour dalle de RUC.	4,2	1,4	0,5	2,5	0,7	3,5	0,08	0,4375
⑮	g) béton pour dalle d'épaisseur	389,8	129,6	0,5	2,5	64,8	324	8,1	40,5
⑯	h) herissage 20 cm d'épaisseur	2592	864	0,45	0,90	388,8	777,6	48,6	97,2

N°	designation . des . articles	U	QTE' TOT	QTE' par secteur	Norme Unit. Quot/ m <sup>2</sup>	Vol. travail / H <sup>4</sup> m <sup>2</sup> Quot/	Volume . travail/m <sup>3</sup>	Équipes Quot/ m <sup>2</sup>	Durée m.s	observations
(16)	collage pour beton armé en élévation.									
(17)	a) pour poteaux 40x40	m <sup>2</sup>	396	1/32	0,4	52,8	52,8	6,6	3	2
(18)	b) pour poteau 40x70	m <sup>2</sup>	670,2	223,4	0,4	89,37	89,37	11,17	3	4
(19)	c) pour autres	m <sup>2</sup>	1227	409	0,4	163,6	163,6	20,45	3	13
(20)	d) pour dalle	m <sup>2</sup>	1050	350	0,4	140	140	17,5	17,5	-
(21)	e) pour neud	m <sup>2</sup>	42	14	0,8	11,2	11,2	1,4	1,4	-
(22)	Ferillage pour beton en élévation	m <sup>2</sup>								
(23)	a) pour poteaux 40x40	kg	4200	1400	0,026	36,4	36,4	4,55	5	5
(24)	b) pour poteau 40x70	kg	114616	4872	0,026	126,67	126,67	15,83	5	5
(25)	c) pour autres	kg	19305	6435	0,026	167,31	167,31	20,91	5	7
(26)	d) pour dalle	kg	13530	4510	0,026	117,26	117,26	14,65	5	5
(27)	beton pour fixation porte 40x70	m <sup>3</sup>	13,8	4,6	1	5	4,6	2,875	1	1.
(28)	Montage toute préfabrique 12mp	U	4	21	7	117M = 4,00	7	-	0,90	-
(29)	Montage toutre d'acrotère	U	36	12	NUT = 0,66	7,92	-	0,99	-	1j.
(30)	c'toutre d'acrotre préfabriqués 40x70 U	42	14	NUT = 2,00	20,00	-	3,50	-	-	4.
(31)	Montage - clissoirs	U	216	72	NUT = 0,24	17,28	-	2,16	-	2

N°	Désignation des articles	U	Q'tité Tot	Q'tité par secteur	Norme unité	Vol. Travail. Hh.	Vol. Travail. HJ	Équipages	Durée	Observations.
		m²		m²	m²	m.0	m.0	quai	m.0	
32	Chepe sur caissons	m²	1320	440	0,25 0,5	1110	220	13,75	4	8 4
33	Etanchéité multicouche sur caissons	m²	1320	440	0,35 0,70	154	308	19,25	5	10 5
34	Protection d'échelle par grévillons sur caissons	m²	1320	440	0,10 0,10	44	44	5,5	6	6 1
35	Béton de hauteur 10 cm d'épaisseur	m³	129,6	43,2	0,5 2,5	21,6	108	2,7	13,5	2 6 2.
36	Etanchéité multicouche pour les annexes	m²	129,6	43,2	0,35 0,7	151,2	302,4	18,9	37,8	5 10 5.
37	Protection par grévillon de l'échelle des annexes	m²	129,6	43,2	0,10 0,10	4,32	4,32	5,4	5,4	6 6 1

## MATERIAUX:

le béton utilisé pour cette construction est un béton armé dosé à 350 kg /m<sup>3</sup>

les matériaux inertes qui servent de base à la composition du béton sont

le sable et le gravier.

- l'étude de la composition d'un béton, consiste à définir le mélange optimal des différents granulats dont on dispose ainsi que le dosage en ciment et en eau afin de réaliser un béton dont les qualités soient celles recherchées pour la construction de l'ouvrage.

qu'on a nous on va utiliser la composition suivante.

C : ciment : 350 kg./m<sup>3</sup>.

E : eau : 180 litres

G<sub>1</sub> : gravier 5/15 0,300 m<sup>3</sup>

G<sub>2</sub> : gravier 15/25 0,600 m<sup>3</sup>.

S<sub>1</sub> : sable 1/15 0,16 m<sup>3</sup>

S<sub>2</sub> : sable n° 7 0,24 m<sup>3</sup>.

on a calculé les quantités totales des différents matériaux qu'on a récapitulé dans le tableau qui suit.

Remarque : pour le dosage en ciment on a utilisé 300 kg/m<sup>3</sup> pour la dalle sur hérisson et pour le béton de propreté pour les différents dosage de granulats correspondant aux différentes tâches voir Tableau ci-après.

Articles	Unité	Quantité	CONCASSE'			SABLE			CIMENT			Bois			Pointe			Acier TOR		
			m³	t	cs	+	cs	+	cs	+	cs	+	cs	+	cs	+	cs	+	cs	+
Dalle sur terrasseur	m³	388,8	0,300	116,64	0,600	235,50	0,160	62,2	0,240	93,312	0,300	116,64								
Béton n° de préférence	m³	58,5	0,300	17,55	0,600	35,1	0,160	9,36	0,240	14,04	0,300	17,55								
Béton Armé préférable	m³	559,5	0,300	161,85	0,600	336,7	0,160	89,52	0,240	134,28	0,300	161,82								
Océan n°4 pour porteur aille porteur en élévation	m³	485	0,300	145,8	0,600	291,6	0,160	77,76	0,240	116,84	0,300	170								
Océan pour semelle	m²	1158											0,08	92,64	0,14	162,12				
Océan pour porteur autres dalles en élévation.	m²	2745											0,09	244,81	0,16	434,4				
Cier TOR	kg	111357														1,03	114097,7			
Cier doux.	kg	1536															1,03	1582		
Océan soigné porteur	m²	670,1														0,10	67	0,20	134	
Forme de béton par pointe	m³	130	0,300	39	0,600	78	0,160	20,8	0,240	31,2	0,300	39								
Océan de ciment ébauche	m²	1320	0,										0,03	39,6	0,039	4,884				
Béton n°4 pour nord.	m³	4,2	0,300	1,26	0,600	4,52	0,160	0,672	0,240	1,088	0,300	1,47								

ARTICLES	Unité	Quantité	SABLE	Ciment	Tout venant	Bifluide	Pétrolier bitume	Pierre roulée	Gravillon
			m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Herse pour fixation	m <sup>3</sup>	13,8							
épinette	m <sup>3</sup>								
poisson	m <sup>3</sup>								
époché	m <sup>2</sup>	2616	0,02	52,32		16	41856	3,36	6789,76
multicouche									
érosionage	m <sup>3</sup>		519,4					1,05	144,32
bouches c/c	m <sup>2</sup>	2616							
Gravillon	m <sup>2</sup>							1045	117,72

# calcul-des-engins-de-transport

les engins de transport sont, essentiellement les dumper pour le transport à l'intérieur du chantier et les camions pour le transport des matériaux du point d'approvisionnement jusqu'au chantier.

## Calcul du nombre de véhicules

on connaît:

Q: le volume et le type de matériaux à transporter par jour conformément aux diagrammes d'approvisionnement.

D: la distance de transport en Km D = 50 Km.

on cherche à déterminer le nombre de véhicules  $N_v$  nécessaires pour transporter la quantité Q/j.

$$N_v = \frac{Q}{R_v}$$

le type de véhicule qui va être utilisé étant établi on va déterminer  $R_v$ .

$$R_v = n_c \times q_n^v \times k_{cp} \times k_{tp}$$

$k_{cp}$ : coefficient d'utilisation de la capacité du véhicule  $k_{cp} = 1$ .

$k_{tp}$ : coefficient d'utilisation du temps de travail  $k_{tp} = 0,85, \dots, 0,95$ .

$q_n^v$ : la capacité nominale du véhicule en  $m^3$ .

$n_c$ : le nombre de cycles/heures qui peuvent être effectués par le véhicule.

$$n_c = \frac{60}{t_p}$$

$t_p$ : c'est la durée du cycle en minute fait par le véhicule.

$$t_p = t_{it} + \frac{2D \times 60}{Vm} + t_d + 2tm$$

$t_i$ : temps nécessaire pour charger le véhicule.

$\frac{2D \times 60}{V_m}$ : le temps mis par le véhicule pour faire un aller retour.

$t_d$ : temps nécessaire pour décharger le véhicule

$2t_m$ : le temps que met le véhicule pour manœuvrer au point de chargement et au point de déchargement.

$$\text{donc } R_c^P = \frac{60 \times q_n^v \cdot K_{cp} \cdot K_{tp}}{t_i + \frac{2D \cdot 60}{V_m} + t_d + 2t_m} \quad \text{et } N_V = \frac{Q [t_i + \frac{2D \times 60}{V_m} + t_d + 2t_m]}{8 \times 60 \times q_n^v \cdot K_{cp} \cdot K_{tp}}$$

### Détermination du temps nécessaire pour charger un véhicule

$$T_{iv} = \frac{q_n^v}{q_p^i} \times t_p^i$$

avec  $T_{iv}$  = le temps nécessaire pour charger le véhicule

$q_n^v$  = Capacité nominale du véhicule ( $T, m^3$ ).

$q_p^i$  = Capacité planifiée par cycle pour le matériel utilisé pour le chargement des véhicules (ex: Tracs).

$\frac{q_n^v}{q_p^i}$  = nombre de cycles nécessaires qu'effectue le matériel chargeur pour charger le véhicule  
on prend toujours le rapport  $q_n^v/q_p^i$  entier.

$t_p^i$  = la durée planifiée du cycle du matériel utilisé

$$\text{donc } T_{iv} = \frac{q_n^v}{q_p^i} \times t_p^i$$

Etant donné que les quantités ne sont pas trop grande (voir diagramme de consommation) on utilise un camion de 10t ( $6m^3$ ) pour l'approvisionnement du Gravier, pour le transport du sable on utilise un camion de 6t ( $3,5m^3$ ), pour le transport du Ciment on utilise un camion de 3t et pour le transport de l'aciéier

on utilise un camion de 3t.

### Rendement de l'exploitation planifiée des véhicules

Transport du ciment.

- la capacité portante est égale à 3t
- la distance de transport est égale à 50km.
- la vitesse moyenne  $V_m = 40 \text{ km/h}$ .
- Pour charger le véhicule on utilise un chargeur dont la capacité est égale à 500kg/cycle.

La quantité qui pourra être transportée par un camion durant une journée sera égale à:

$$Q_{lj} = 8 R_c^p = 8 n_c \times q_n^r \times K_{cp} \times K_{tp}$$

$$K_{cp} = 1 \quad K_{tp} = 0,9.$$

$$n_c = \frac{60}{E_p}; \quad t_p = t_i + \frac{2D \times 60}{V_m} + t_d + 2t_m.$$

$$t_i = \frac{q_n^r}{q_p^{ch}} \times t_p^{ch} = \frac{3.000}{500} \times 1 = 6'$$

$$\frac{2D \times 60}{V_m} = \frac{2 \times 50 \times 60}{40} = 150.$$

$$t_d = 34'$$

on prend  $t_m = 1 \text{ min.}$

$$t_p = 6' + 150' + 34' + 2' = 192'.$$

$$Q_{lj} = 8 \times \frac{60}{192} \times 3 \times 1 \times 0,9 = 6,75 \text{ t/j}$$

Le camion fera 2 voyages/jour ce qui nous donnerait un affoulement de 6t/jour.

### Transport du concassé

$$R_c^P = n_c \cdot q_n^V \cdot K_{cp} \times K_{tp}$$

$$n_c = \frac{60}{t_p} \quad t_p = t_i + \frac{20 \times 60}{V_m} + t_d + 2t_m.$$

$$t_i = \frac{q_n^V}{q_p^{FB}} \times t_p^i$$

on chargera le camion avec 1 chargeur dont la capacité sera égale à 1m<sup>3</sup>.

$$t_i = \frac{6}{1} \times 2' = 12'.$$

$$\frac{20 \times 60}{V_m} = \frac{2 \times 50 \times 60}{40} = 150'.$$

$$\text{on prend } t_d = 1' \quad t_m = 1'$$

$$t_p = 12' + 150' + 1' + 2' = 165'.$$

$$R_c^P = 8 \times \frac{60}{165} \times 6 \times 1 \times 0,9 = 15,7 \text{ m}^3/\text{j.}$$

### Transport du sable.

$$D = 50 \text{ Km.} \quad V_m = 40 \text{ Km/h.} \quad K_{cp} = 1 \quad K_{tp} = 0,9.$$

$$n_c = \frac{60}{t_p} \quad t_p = t_i + \frac{20 \times 60}{V_m} + t_d + 2t_m.$$

$t_i = \frac{q_n^V}{q_p^V} \times t_p^i$  le camion sera chargé avec 1 chargeur dont la

capacité sera égale à 1m<sup>3</sup>.

$$t_i = \frac{3,5}{1} \times 2 = 7'.$$

$$\frac{20 \times 60}{V_m} = \frac{2 \times 50 \times 60}{40} = 150'$$

$$t_d = 1' \quad t_m = 1'.$$

$$t_p = 7' + 150' + 1' + 2' = 160'$$

$$R_c^P = 8n_c \times q_n^V \times K_{cp} \times K_{tp} = 8 \times \frac{60}{160} \times 3,5 \times 1 \times 0,9 = 9 \text{ m}^3/\text{j.}$$

### Transport de l'acier

on suppose qu'on utilise une grue sur camion, dont la capacité portante est égale à 5t/f. pour charger l'acier sur le camion.

$$\Delta = 50 \text{ Km.}$$

$$R_e^P = n_c \cdot q_n^v \cdot K_{cp} \cdot K_{tp}.$$

$$n_c = \frac{60}{t_p}$$

$$t_p = t_i + \frac{2D \times 60}{V_m} + t_d + 2t_m.$$

$$t_i = \frac{q_n^v}{q_p^v} \times t_p^i.$$

on suppose que la grue mobile qui charge le camion, prend 2T d'acier par cycle. la durée du cycle étant égale à 5min =  $t_p^i$ .

$$\text{donc } t_i = \frac{3}{2} \times 5 = 8'$$

on suppose aussi qu'au chantier on décharge avec le même type de grue donc  $t_d = t_i = 8'$ .

$$t_p = 8' + \frac{2 \times 50 \times 60}{40} + 8' + 2 \times 1 = 168'$$

$$R_e^P = 8 \times \frac{60}{168} \times 3 \times 1 \times 0,9 = 7,7 \text{ t/fj.}$$

donc JP suffit d'affranchir au maximum de 2 voyages par jour c'est à dire 6t/fj.

# OUTILLAGES DE CONSTRUCTION

## 1) Grues betonnieres.

1) Grues:

on determine le nombre de grues ,en fonction de la charge à lever

2) betonnieres:

on dimensionnera la betonniere ,en fonction de la consommation journaliere de béton .

le nombre de betonnieres necessaires dépendra de la quantité de béton à couler pour l'exécution de la construction.

Principe de calcul permettant de determiner le nombre de grues et de betonnieres.

- ①  $Q =$  volume des travaux qui devront être exécutés par jour  
 $Q/J$  est obtenu en divisant  $Q_{tot}$  par la durée planifiée
- ② le type de matériel étant connu.

$$N = \frac{Q}{B R_e}$$

$R_e$ : rendement de l'exploitation planifiée du matériel.

$$R_e^P = R_t \cdot K_{tp}$$

$R_t^P$  = rendement technique planifié'

$K_t^P$  = le coefficient planifié d'utilisation d'utilisation du temps de travail

$$R_t^P = \frac{K_{CP}}{0,7} P_m.$$

$K_{CP}$  = coefficient planifié d'utilisation de la capacité du matériel.

0,7 = coefficient normé d'utilisation de la capacité du matériel.

$P_m$  = Production moyenne du matériel (pi-heure) donnée par le catalogue du matériel.

Donc  $R_t^P = \frac{K_{CP}}{0,7} \times P_m \times K_t^P$ .

Pour le calcul du matériel on peut utiliser aussi les normes du "temps outillegé" données par le livre Recip pour les normes de temps.

NTU: c'est la norme du temps outillegé (matériel) ou bien le nombre d'heures nécessaires pour exécuter une suite de processus.

## GRUE

(montage d'élément préfabriqué): 1) poteaux 40x70.  
 conformément à la floutification, il résulte qu'on monte  
 4 poteaux par jour. On utilise un camion-grue MODÈLE RICHIER  
 Type TH 75 dont la portée maximum est égale à 9<sup>m</sup> avec une  
 charge de 9t. Sa charge maximale étant égale à 30t et  $H_{max}$   
 est égale à 38m.

le poteau pesé 7,5t.

la norme du temps grue pour monter un poteau  $N\bar{U} = 2h/\text{Unité}$   
 l'équipe de montage se compose de 2 mécaniciens et de 4 monteurs  
 le nombre de grues nécessaires pour monter les 4 poteaux on le  
 détermine avec la relation suivante.

$$N = \frac{Q \times N\bar{U}}{\theta} = \frac{4 \times 2}{8} = 1$$

donc 1 seul grue suffit.

### 2) Montage des poutres 12ml

4 poutres /j = 4 poutres

$N\bar{U} = 1h/U$ .

$$N = \frac{4 \times 1}{8} = 0,5 \rightarrow 1 \text{ grue.}$$

Équipe: 2 mécaniciens

3 monteurs

### 3) Montage caissons

Précisons /j = 36

$N\bar{U} = 0,24h/U$

$$N = \frac{36 \times 0,24}{8} = 1 \text{ grue.}$$

Équipes: 1 mécanicien

3 monteurs.

## Houblage Acroteres

Pacrotors / f = 12

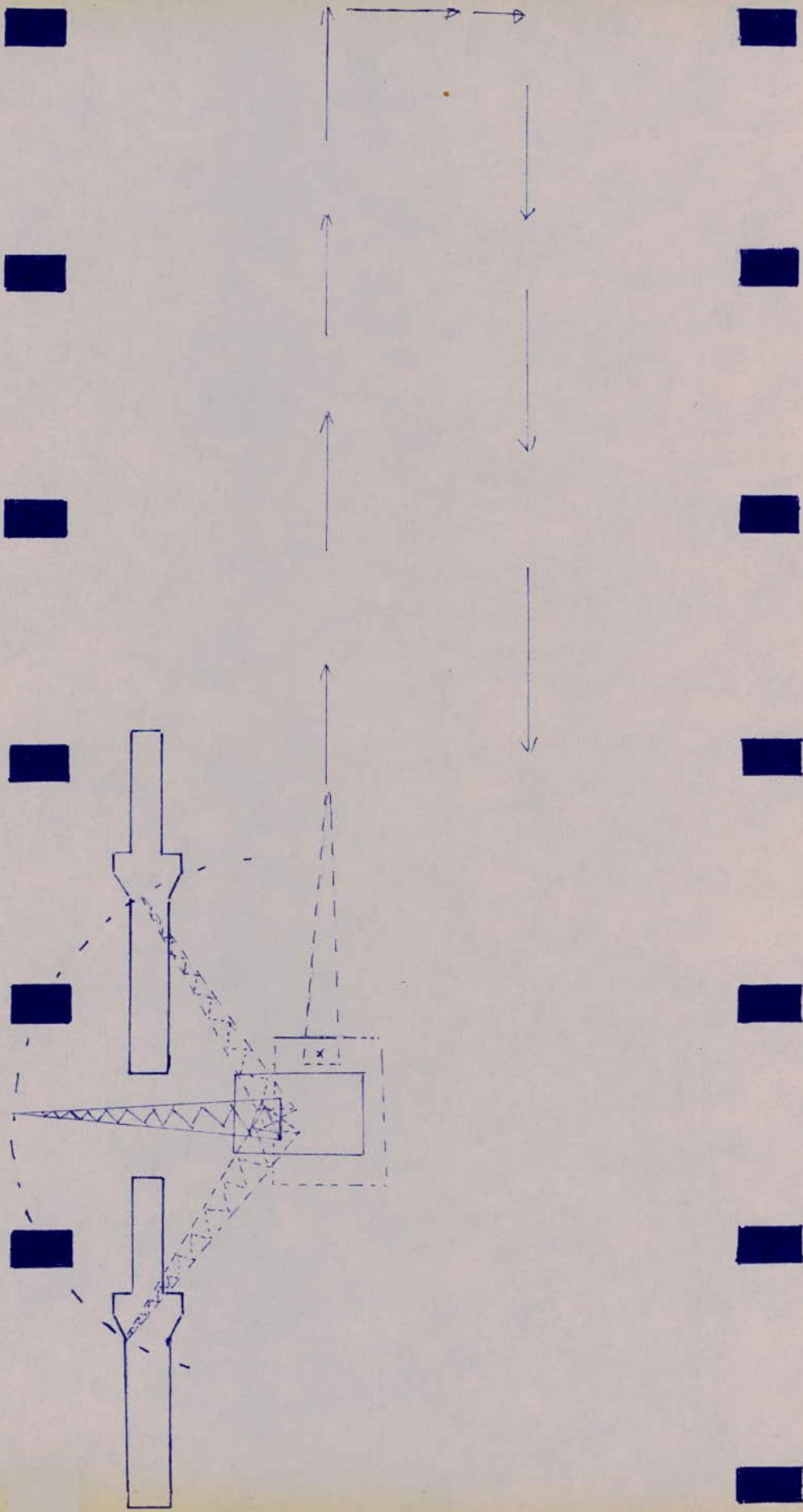
NTU = 0,66

$$N = \frac{12 \times 0,66}{\beta} = 0,99 \rightarrow 1 \text{ grue.}$$

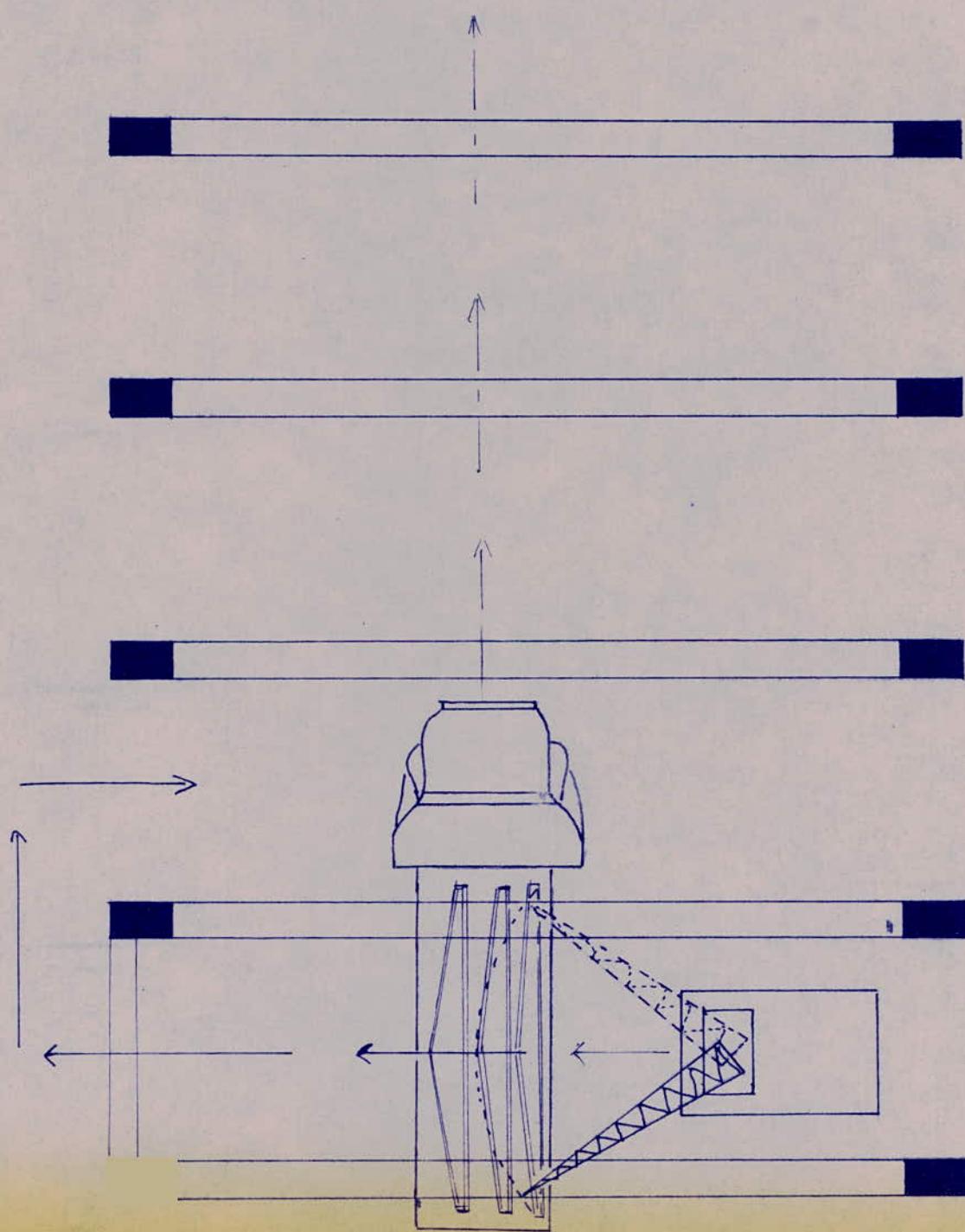
donc 1 seul grue suffira pour le montage des éléments préfabriqué!

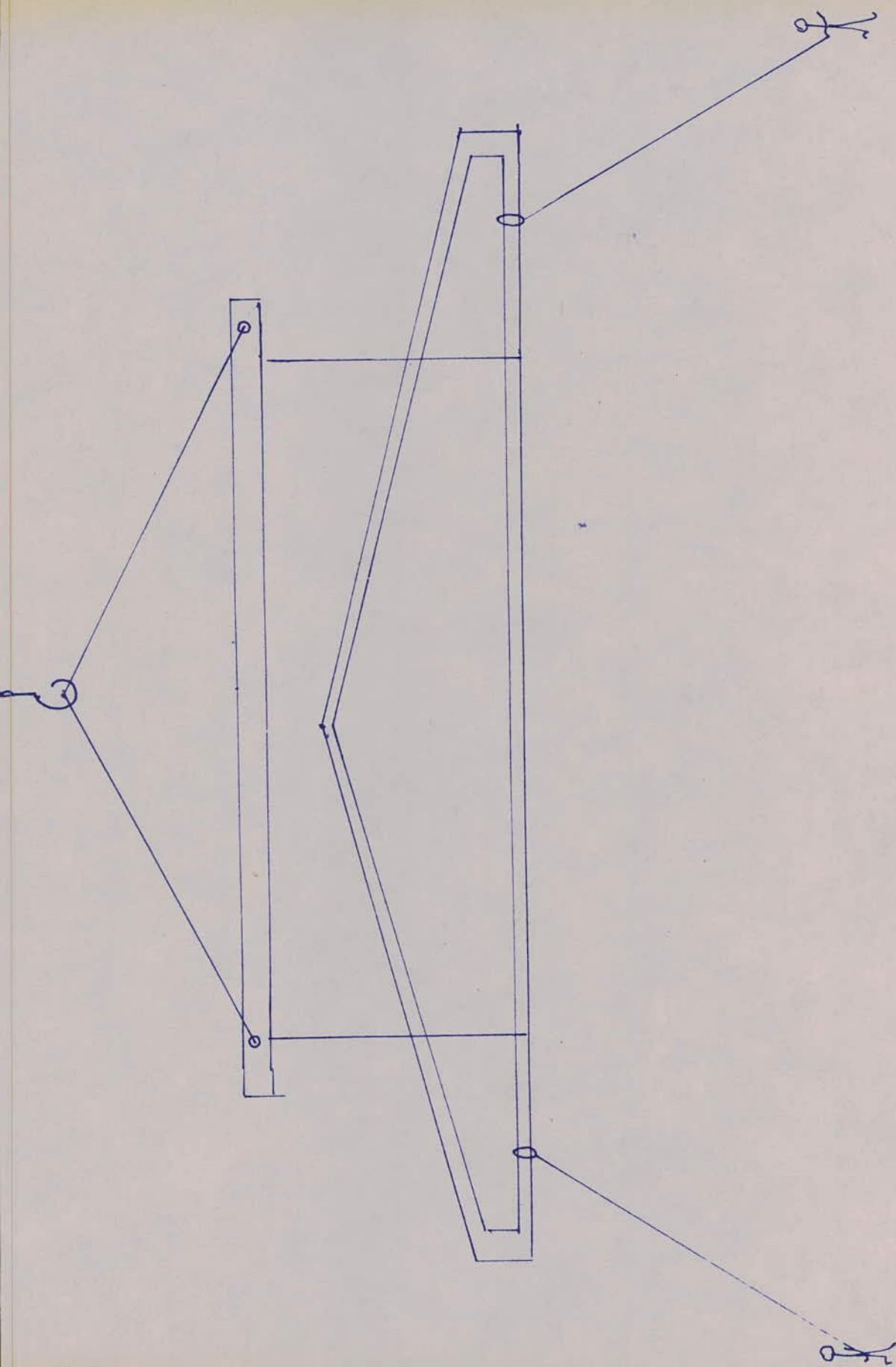
Équipe: 2 mécaniciens 3 monteurs.

Chemin de roulement pour le montage des Poteaux  
Prefabriqués.



CHEMIN DE roulement pour le  
Montage des poutres préfabriquées.





## DÉTERMINATION DE la Capacité de la Grue.

la capacité maximum à lever par jour est celle du béton, elle est égale à  $70 \text{ m}^3$  du 142<sup>ème</sup> jours au 145<sup>ème</sup> jours puis elle diminue.

on détermine le nombre de grue en fonction de la charge à lever.  
dans notre cas le poids qui doit être levé est égal à:

$$2,2 \times 70 = 154 \text{ tonnes.}$$

la production horaire d'une grue est égale à

$$P = Q \times n \times k_j \times k_t.$$

$Q$ : poids qui est levé en moyenne par la grue. on utilise une benne de  $1,5 \text{ m}^3$  soit  $3,5 \text{ t}$ .

$k_j$ : coefficient d'utilisation de la capacité de levage de la grue  $k_j = 0,8$ .

$k_t$ : coefficient d'utilisation en temps de la grue.  $k_t = 0,9$ .

$n$ : nombre de cycles par heure.

on calcule  $n$  par la formule suivante:

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

$t_p$ : temps d'accrochage du poids = 120 s.

$t_d$ : temps d'enlèvement du poids = 120 s

$t_r$ : temps de rotation de la grue = 60 s.

$H$ : 8m. Hauteur de levage = 8m.

$L$ : longueur de défilement de la grue = 0  
(la grue est statique qd elle travaille)

$V_3 \neq 0$

$V_1$ : vitesse de levage du poids  $\frac{50}{60} \text{ m/s.}$

$v_2$  = vitesse de descente du poids  $\frac{50}{60}$  m/s.

$$\text{d'où } \eta = \frac{3600}{120 + \frac{8 \times 60}{50} + \frac{120 + 3 \times 60}{50} + 120} = 9.$$

la production horaire de la grue sera égale à:

$$P/\text{heure} = 3,3 \times 9 \times 0,8 \times 0,9 = 21,38 \text{ t/heure.}$$

la production journalière sera égale à

$$21,38 \times 8 = 171 \text{ t.}$$

le poids à lever étant égal à 154 t il nous faudra alors 1 seul grue.

On choisit une grue du type RICHIER TH50 aux pneus avec une portée maximale de 9m et une charge de 5t. sa charge maximum étant de 2t et sa hauteur maximale de 29m.

## chapitre 7

*Cyclo gramme des travaux de constructions  
selon la méthode à la chaîne*

## BETONNIERES.

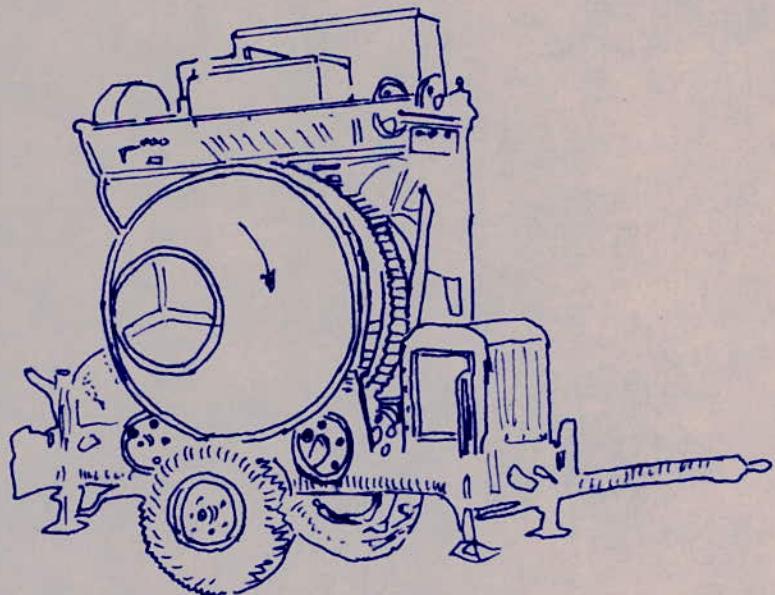
La consommation journalière maximum de béton étant de  $70m^3$ .  
on dimensionnera la betonnierre en fonction de cette consommation.

On choisit 2 betonnieres de 360l dont la production horaire est de  $5m^3/h$ . 10.2 conséquent

avec 2 betonnieres de 360l on arrivera à produire  $80m^3/j$ . ce qui est largement suffisant.

on utilise les 2 betonnieres au 85<sup>e</sup> jour, au 87<sup>e</sup> jour ou 70<sup>eme</sup> et du 142<sup>e</sup> au 145<sup>e</sup> jours où l'on a besoin de couler plus  $40m^3/jour$ . ce qui est supérieur à la production journalière d'une seule betonnierre, après 1 seule betonnierre de 360 litres suffira.

Donc il nous suffira de louer une deuxième betonnierre du 70<sup>eme</sup> au 85<sup>e</sup> jour et du 142<sup>e</sup> au 145<sup>e</sup> jour.



## Méthode à la chaîne.

### Introduction:

Toutes les méthodes d'organisation sont basées sur les principes suivant :

- a) Principe de continuité : Il s'agit d'exécuter les travaux d'une manière continue et sans interruption.
- b) Principe de non chevauchement : Il consiste à la non exécution en parallèle de deux processus susceptible de s'encombrer mutuellement.
- c) Principe d'uniformité : Des équipes doivent être de formation constante dotées de matériels et d'un flux d'approvisionnement en matériaux constant.

### 1) Définition de cycle et de secteur de travail.

Cycle: on appelle cycle : un élément de construction constitué d'une série de processus de construction simples ou complexes liés par des considérations technologiques ou organisationnelles.

### 2) Secteur de travail

on appelle secteur de travail, l'espace de travail établi par une organisation, dans laquelle les équipes attaquent et réalisent les unes après les autres leur cycles respectifs de travail.  
Les secteurs sont délimités par des considérations constructives ou organisationnelles.

Principe de la méthode: la méthode d'organisation à la chaîne de l'exécution d'un processus complet composé de m processus simples, sur n secteurs, consiste dans l'exécution des processus simples, comme des successions non rythmiques, synchronisées entre elles.

chaque processus simple est réalisé par une équipe de formation constante. Cette équipe passe d'une manière continue d'un secteur à l'autre.

les équipes qui travaillent sur 1 même secteur exécutent les travaux en respectant la technologie établie et se suivent sans avoir un décalage organisationnel.

#### Définition de la synchronisation:

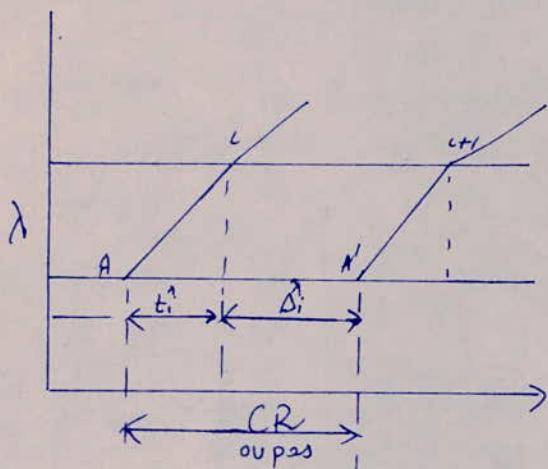
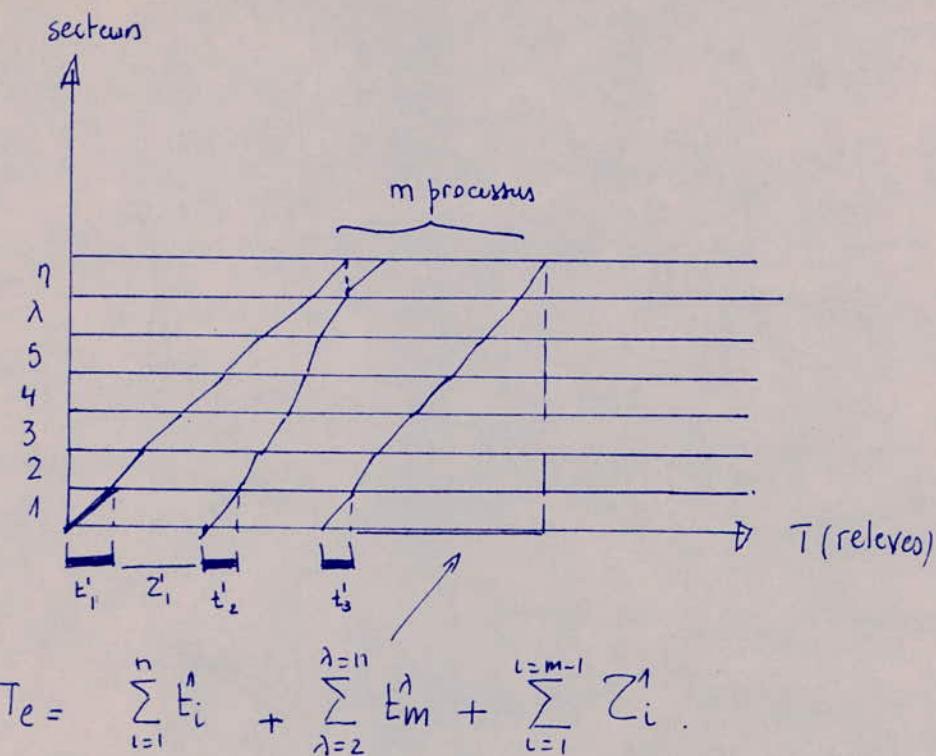
la synchronisation entre deux activités se produit par la coïncidence entre la fin et le début de deux processus successifs réalisés sur 1 même secteur.

la méthode à la chaîne est illustrée par un cycloogramme. Il consiste à tracer un repère orthonormé où l'axe des abscisses représente le temps ou relevés (jours ouvrables) et en ordonnées les secteurs par ordre chronologiques.

#### Règle de synchronisation:

- Soit  $t_i$  le temps d'exécution du processus  $i$
  - Soit  $t_{i+1}$  le temps d'exécution des processus  $i+1$  sur le même secteur
- $t_i > t_{i+1}$  : la synchronisation se réalise sur le dernier secteur
- $t_i < t_{i+1}$  : la synchronisation se réalise sur le premier secteur

## Etude de l'évolution de m processus sur n secteur:



CR: contrainte résultante ou pas

$\Delta_i^j$ : décalage technologique ou  
contrainte organisationnelle  
imposé par le postulat de continuité  
et de non chevauchement.

$$CR = \begin{cases} t_i^j + \Delta_i^j & : \text{avec décalage technologique ou organisationnel} \\ t_i^j & : \text{synchronisé} \\ t_i^j - \Delta_i^j & : \text{chevauchement} \end{cases}$$

Le principe de la méthode à la chaîne, est basé sur deux principes "CONTINUITÉ" et "UNIFORMITÉ".

### EQUATION UNIVERSELLE.

Les volumes de travaux de constructions, le nombre d'ouvriers qui réalisent ces travaux, le module de temps, les quantités de matériaux consommés et l'outillage de construction utilisé sur 1 secteur sont reliés par la relation suivante.

$$T_i = \frac{P_i}{N_{p_i} W_i}$$

$W_i$  = quantité de ressources (main d'œuvre, matériel, flux des matériaux/h).

$P_i$  = quantité de travaux pour une étape  $i$  sur un secteur.

$T_i$  = Module de temps (relevé) c'est la durée de réalisation des  $P_i$  sur un secteur.

$p_i$  = c'est la norme de production unitaire.

Ainsi de cette formule, on calcule en général le nombre d'ouvriers.

Remarque: Si le module de temps est choisi assez petit, on aura  $W_i$  assez grand et par conséquent il faudrait vérifier si les ouvriers ont assez d'espace sur le secteur de travail considéré.

Car pour travailler sous des conditions favorables, la surface varie de 1 à 10m<sup>2</sup> suivant la taille de l'équipe.

La surface spécifique de travail pour chaque ouvrier est donnée par la formule

$$S = \frac{S}{W_i}$$

S: surface totale

W<sub>i</sub>: quantité de main d'œuvre.

### INTERPRETATION PRATIQUE du cyclogramme :

comme nous l'avons signalé précédemment, la méthode à la chaîne est basée sur deux principes fondamentaux qui sont les principes de continuité et d'uniformité. Cependant, un chantier est toujours soumis à des problèmes aléatoires, par conséquent imprévisibles, qui peuvent entraîner son arriement, à la suite de quoi le délai final se trouvera inévitablement augmenté, relativement à celui prévu dans le planning.

Parmi ces problèmes, citons les intempéries qui sont les plus fréquentes.

on peut prendre en considération les intempéries suivant plusieurs méthodes.

Annelation pur et simple : de certaines périodes du calendrier et considérer qu'il n'y a pas de travaux ou cours de ces périodes. Cette façon de faire ne peut s'utiliser que pour un climat régulier, pour lequel les périodes pluvieuses sont assez bien déterminées.

Seulement cette méthode conduit à un calendrier comportant des périodes non travaillées d'une part assez longues, et d'autre part peu précises (même si le climat est régulier, il est toujours hasardeux), ce qui a pour conséquence une fluctuation de la main d'œuvre, et une perte de virtuosité des ouvriers.

Méthode de simulation: Elle consiste à prendre toutes les périodes d'uitempéries correspondant à plusieurs années qui ont précédées, et de prendre la valeur moyenne de ces calendriers retrospectifs. Ceci revient à considérer comme des journées d'uitempéries non plus une période bloquée, mais un ensemble de jours répartis à l'intérieur d'un interval assez large, ce qui est beaucoup plus réaliste. Ces journées sont alors fixées, en compte de la même façon que les jours de vacances.

- 3) on peut fixer les périodes d'uitempéries, en se basant sur les conditions météorologiques.
- 4) on peut faire pour les différents corps d'état, plusieurs calendrier d'intervention, en faisant varier à chaque fois la période d'uitempérie.
- 1o. La méthode consiste alors à adopter le calendrier le plus proche de la réalité -

# chapitre 8

Méthode et établissement du graphique réseau

## Méthode des Antécédents.

Cette méthode a commencé à être utilisée à partir de 1958, le schéma des antériorités est représenté par des cercles, des rectangles etc...

C'est un schéma dans lequel les activités fictives n'existent pas, les relations séquentielles sont représentées par des flèches. C'est cette méthode qui sera la base de l'organisation de notre projet, le symbole qui représente les activités sera un rectangle

Date de début au plus tôt	Durée	Date de Fin au plus tôt
Marge libre	Symbol de l'activité	Marge totale
Date de Fin au plus tôt		Date de Fin au plus tard.

## MÉTHODE-PERT

Introduction: la méthode pert a pour objectif la planification et le suivi de la réalisation de projets quelles qu'en soit la nature et l'importance la planification comporte deux phases.

- a) la Programmation: c'est à dire l'analyse du projet en ses éléments et l'explication de l'ordre dans lequel il doivent ou peuvent être exécutés.
- b) la définition d'un calendrier de réalisation de ces éléments, qui respectent l'ordre établi par la programmation et satisfait aux contraints de délai pesant sur le projet.

La caractéristique fondamentale de la méthode Pert est de traiter séparément ces deux phases puis d'en faire la synthèse, en mesurant constamment les relations et les conséquences de l'une et l'autre sur le planning produit.

Les principes de la méthode sont se présentent de la manière suivante :

- I) la Structure d'un programme et sa représentation par un réseau.
- II) l'introduction du temps dans le réseau et le calcul du calendrier de réalisation.

## STRUCTURE D'UN Programme et sa représentation. par le réseau.

### 1) Description du réseau :

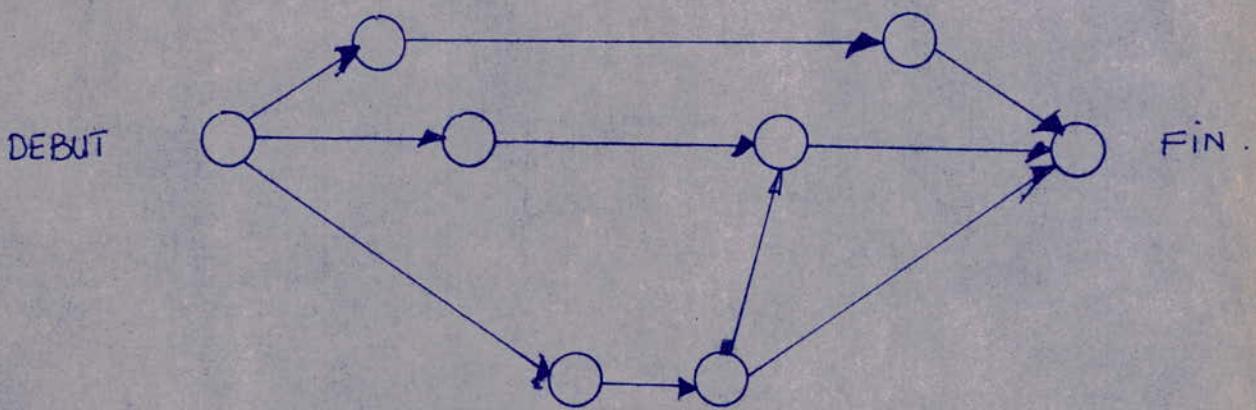
Le réseau ou dit aussi graphe ou diagramme à flèches est un modèle mathématiques, constitué d'arcs et de nœuds. Les nœuds marquent le point de départ ou d'aboutissement d'un ou plusieurs arcs. Les arcs peuvent être parcourus, dans n'importe quel sens mais ne passent pas par les nœuds.

Pour les besoins de la méthode pert, ce modèle général est simplifié par les restrictions suivantes.

- a) Il est choisi pour les arcs un sens unique de circulation, et ce sens correspond à l'écoulement du temps. Nous considérerons que ce sens va grossièrement de la gauche vers la droite
- b) Si le flux qui circule le long des arcs représente l'écoulement du temps, il doit être impossible de remonter le cours du temps; par conséquent il est interdit de dessiner dans un réseau pert des boucles. (une boucle est constituée par un arc qui aboutit à son nœud de départ).
- c) Un réseau qui respecte les conditions précédentes a nécessairement un nœud "début" et un nœud "fin". Il peut toutefois y avoir plusieurs origines et plusieurs fin.

Il n'y a aucun rapport entre la longueur de l'arc et la durée. (quantité de temps) qui s'écoule entre son noeud origin et son noeud terminal.

### Représentation d'un réseau



### 2) STRUCTURE D'UN PROGRAMME.

Tout projet se traduit par un ensemble ordonné d'actions qui tendent à la réalisation d'un certain objectif. Un projet comporte donc un début (commande, ordre de service, ...) et une fin (réalisation, mise en service, ...) qui est atteinte lorsque toutes toutes les actions constitutives ont été accomplies. L'ordre dans lequel doivent être exécutées les opérations est radicalement indifférent; les relations entre les opérations sont désignées par le mot de "CONTRAINTES".

Le programme exprimera que certaines opérations peuvent se dérouler simultanément (en parallèle) mais que d'autres doivent se succéder. (en série).

Le Réseau Pert tel qu'il a été défini précédemment, est donc

particulièrement adaptée à la représentation du déroulement d'un programme. des arcs ou les flèches du réseau représentent les opérations du programme ou "tâches".

les nœuds marquent la réalisation d'objectifs partiels ou intermédiaires du programme, d'où le nom "d'étapes" que nous leur donnerons.

les contraintes sont traduites par la mise en parallèle ou en série des flèches, la convergence ou la divergence des flèches sur les étapes.

### 3) tâche,

chaque tâche retenue par le programme sera figuré par une flèche sur le réseau.

Doit être considéré comme une tâche, tout élément ou action nécessaire à la réalisation du projet et qui consomme des temps. la durée d'une tâche est calculée à partir des cadences de réalisation et des quantités obtenues par le metteur.

une tâche est identifiable par son début (lancement de travail) et une fin (achèvement de travail). Entre ces deux bornes il est souhaitable que le travail s'effectue d'une manière continue. S'il existe des discontinuités importantes il est préférable de scinder le travail en plusieurs tâches séparées, car les flèches correspondent aux discontinuités. Ainsi on aura 2 genres d'activités à considérer.

- Tâches n'engendrant que des défenses de temps (ex succissement)

- Tâches engendrant une dépense de temps et de matériau ex (bétonnage, maçonnerie etc...).

#### 4) Etape ou Événement.

L'étape est un jalou ou un point de contrôle dans le programme. Elle occupe seulement un instant dans le déroulement de la réalisation, et décrit le commencement ou l'achèvement d'une tâche ou d'un groupe de tâche.

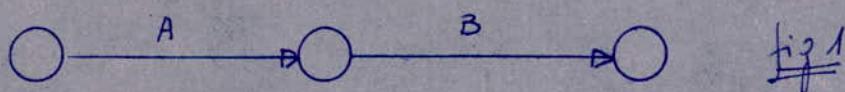
L'étape ne consomme ni temps ni argent ni moyens. Elle est représentée sur le réseau par une figure fermée : cercle rectangle

#### 5) les CONTRAINTES.

##### a) Règle de dépendance:

c'est l'unique règle de la représentation Pert.

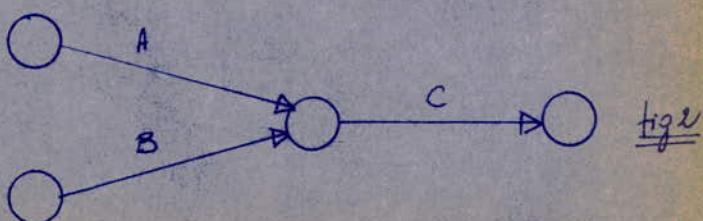
Voir exemple figure ①



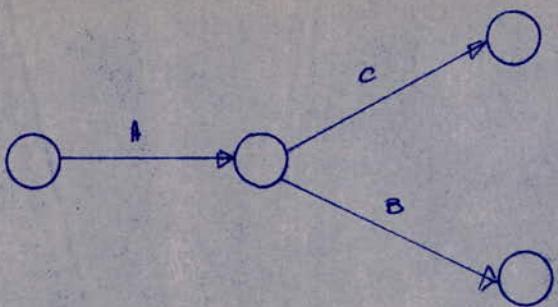
la tâche B ne peut commencer que si la tâche A est achevée.

##### b) Règle de convergence:

une tâche ne peut commencer que si toutes celles qui la précédent sont achevées. voir fig ②



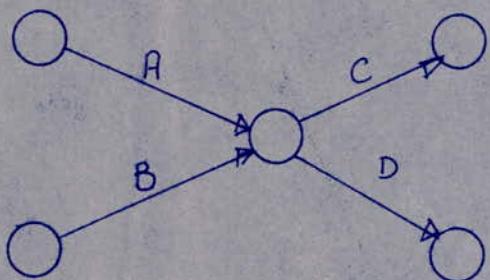
## 1) Règle De Divergence.



les débuts des Activités B et C sont conditionnées par l'achèvement de l'activité A.

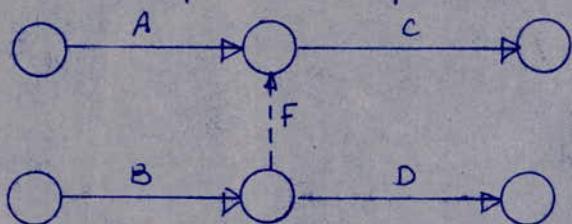
toute fois il est dit que B et C peuvent et non doivent commencer en même temps dès que A est achevée.

## 1) liaison logique (tâche fictive)



now avons C suit A et B, D suit A et B.

maintenant si nous voulons que C dépend de A et B et D dépend seulement de B on introduit une flèche F en pointillés qui exprime la liaison logique existent.

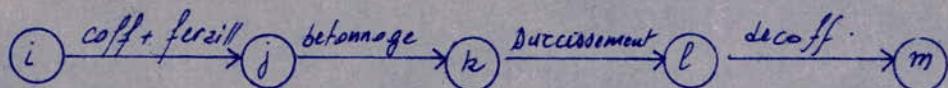


Entre l'étape finale de B et l'étape initiale de C Elle ne représente aucun travail, ni aucune durée d'où le nom de tâche fictive.

## 6) Désignation des activités et des événements (tâches et étapes)

les activités sont désignées par leur nom respectif les événements sont désignés par des numéros qui respectent l'ordre chronologique.

Exemple :



## 7) Méthode de dessin du réseau : deux principes permettent de dessiner d'embâle le réseau correspondant à un projet.

### A) Dessin direct :

le premier principe consiste à dessiner le réseau à rebours, à partir de l'étape finale, en posant à chaque étape la question : quelles tâches doit-on accomplir immédiatement avant cette étape.  
L'autre principe est de partir de l'origine du projet, et de progresser en posant à chaque étape la question quelles tâches faut-on entreprendre immédiatement après cette étape.

L'emploi conjoint de ces règles d'analyse permet d'obtenir très vite un réseau réalisable. La démarche a l'avantage de visualiser immédiatement les tâches et les contraintes qui les limitent.

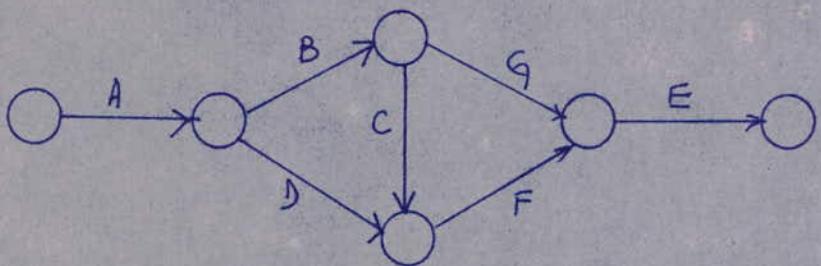
### B) Liste des tâches et des encluchements

Elle consiste au premier lieu à établir une liste des activités rangées dans l'ordre frére de leur exécution, et, au deuxième lieu préciser les encluchements entre les activités par un tableau carré où l'on marque par un repère à la croisée d'une ligne et d'une colonne que la tâche citée sur la ligne

Suit celle ci-dessous la colonne le démontrément de cette matrice permet de dessiner le réseau.

exemple :

	A	B	C	D	E	F	G
A							
B	X						
C		X					
D	X						
E					X	X	
F			X	X			
G	X						



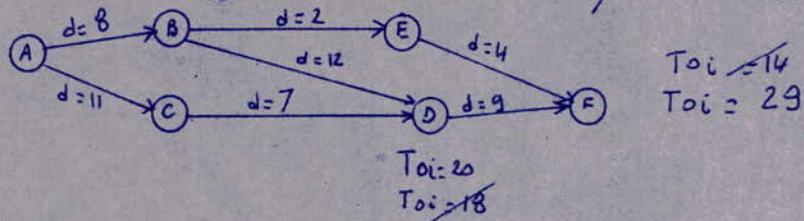
## II] introduction du temps dans le réseau et le calcul du calendrier de réalisation.

toutes les données nécessaires (réseau logique et durée probable des tâches) étant réunis, il est alors possible d'établir le planning ou calendrier de réalisation.

En fait, l'originalité de la méthode Pert est de définir non pas un, mais deux calendriers : celui des dates de réalisation au plus tôt, et celui des dates de réalisation au plus tard des étapes.

### a) Dates de réalisation au plus tôt $T_{oi}$

Ce calendrier détermine, en fonction de l'accomplissement des tâches, la date la plus proche de l'origine à laquelle on peut espérer atteindre l'acme des étapes du réseau.



Pour notre exemple le calcul par de l'origine ④. Pour l'étape D, nous obtenons deux valeurs, car deux tâches (B.D) et (C.D) convergent vers cette étape, ces deux valeurs sont  $8+12=20$  et  $7+11=18$  pour que D soit réalisé il faut que les tâches B.D et C.D soient toutes deux achevées nous prendrons alors comme date au plus tôt la plus grande des deux valeurs.

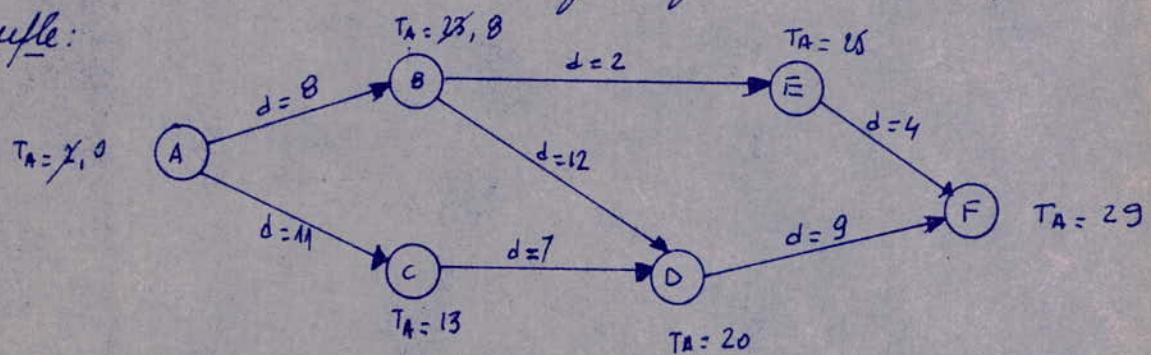
Règle: la date de réalisation au plus tôt d'une tâche est obtenue par le plus long chemin.

### b) Date de réalisation au plus tard $T_A$ .

cette fois le calcul va définir pour chaque étape la date la plus tardive à laquelle celle-ci peut encore être atteinte, sans que cela modifie la date de l'étape finale du projet.

Le principe consiste à partir de la fin et remonter jusqu'au début tout en tenant compte de : pour chaque événement où partent plusieurs activités il faut garder le plus petit nombre.

Exemple :



Règle : La DATE de réalisation au plus tard d'une tâche est obtenue par le plus court chemin.

### 2) CHEMINS CRITIQUES ET MARGES.

a) Quand il y a plus d'un chemin (c'est à dire une suite de tâche) entre son étape début et son étape fin un réseau présente presque toujours de la marge.

on appelle marge le mouton de battement dont on dispose en plus de la durée propre de l'activité.

c'est la différence entre le temps dont on dispose pour accomplir la tâche et la durée véritable de celle-ci. La durée que l'on peut affecter à une activité dépend des dates prises pour limites, à savoir les dates au plus

tôt ou au plus tard, des événements précédents et suivants. L'un et l'autre pourraient avoir des dates au plus tôt et au plus tard différents. L'existence de la marge signifie que la date de réalisation de l'activité peut se déplacer dans cette intervalle sans compromettre la date d'achèvement de ce projet.

### i) Chemins Critiques

la suite des tâches reliant les étapes de marge la plus faible détermine le chemin critique.

le chemin critique est déterminé par les étapes de marge libres et toutes nulles.

le chemin critique part de l'étape origine et aboutit à l'étape finale du réseau. Ce chemin peut ne pas être unique.

Une activité appartenant à un chemin critique est tenue à respecter les dates de début et de fin.

car 1 simple retard accumulé sur une tâche qui appartient à un chemin critique peut se répercuter sur toute les activités qui peuvent et par conséquent modifier la date de fin du projet.

C'est pourquoi : il faut effectuer au mieux les moyens nécessaires aux activités appartenant aux chemins critiques afin de ne pas accuser de retard lors de la réalisation de ces activités.

### c) DATES DES ACTIVITÉS.

on définit 4 dates pour chaque activité.

## Soit l'ACTIVITE i.j

- a) DATE DE DEBUT Au plus Tôt de l'activité ij  $T_0^i$
- b) DATE de FIN Au plus Tôt de l'activité ij  $T_0^j$
- c) DATE de Fin Au plus Tard de l'activité ij  $T_2^j$
- d) DATE de DEBUT Au plus Tard de l'activité ij  $T_2^i$

Si on appelle  $dij$  la durée de l'activité ij

$$\text{on aura } T_0^j = T_0^i + dij.$$

$$T_2^i = T_2^j + dij.$$

## MARGES DES ACTIVITES

La marge sur les tâches peut s'exprimer de quatre façons différentes. Toutes ont leur utilité et se calculent comme suit.

$$\underline{\text{Marge Totale}}: \quad MT = T_2^j - (T_0^i + dij)$$

$$\underline{\text{Marge Libre}}: \quad ML = T_0^j - (T_0^i + dij)$$

$T_0^i$ : date ou plus tôt de début de l'étape suivante.

$T_0^j$ : date ou plus tôt de début de l'étape précédente.

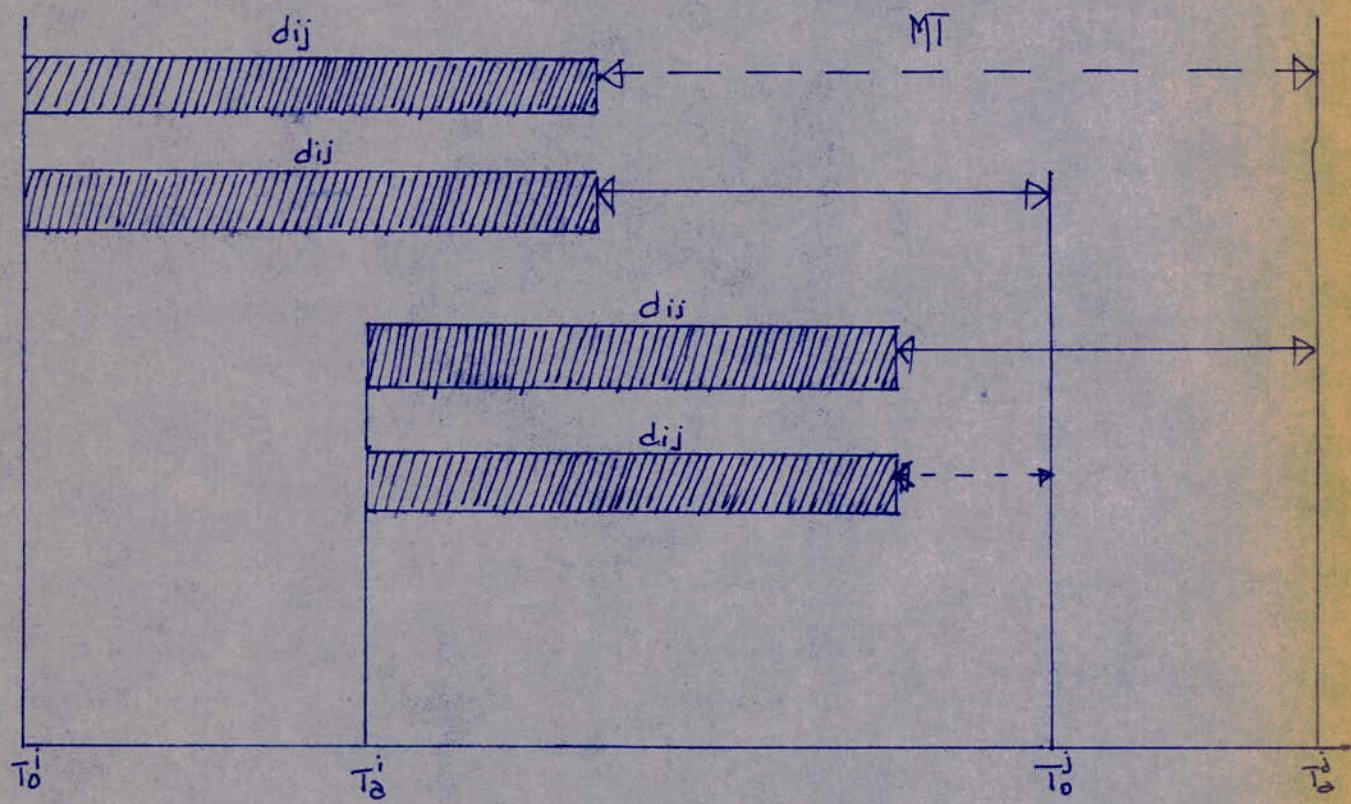
$$\underline{\text{MARGE Conditionnelle}} = MC$$

$$MC = T_2^j - T_2^i - dij$$

$$\underline{\text{MARGE INDEPENDANTE}} = MI$$

$$MI = T_0^j - T_2^i - dij.$$

EXEMPLE:



numéros d'ordre	DESIGNATION DES ACTIVITES	Durée jours de 8h	DATES des Activités					MARGES		OBSERVATIONS
			au plus tôt		au plus tard		Toj	libre	Total	
			Daij	Faij	Daij	Faij				
2S <sub>1</sub>	Terrassement	13	30	43	30	43	43	0	0	critique
2S <sub>2</sub>	Terrassement	13	43	56	43	56	56	0	0	critique
2S <sub>3</sub>	Terrassement	13	56	69	56	69	69	0	0	critique
3S <sub>1</sub>	Beton de profete	1	43	44	51	52	44	0	8	
3S <sub>2</sub>	Beton de profete	1	56	57	60	61	57	0	4	
3S <sub>3</sub>	Beton de profete	1	69	70	69	70	70	0	0	critique
4S <sub>1</sub>	Mont coff + ferrailage semelle	9	44	53	52	61	53	0	8	
4S <sub>2</sub>	" " "	9	57	66	61	70	66	0	4	
4S <sub>3</sub>	" " "	9	70	79	70	79	79	0	0	critique
5S <sub>1</sub>	coulage beton fondation	6	53	59	67	73	59	7	14	
5S <sub>2</sub>	" " "	6	66	72	73	79	72	7	7	
5S <sub>3</sub>	" " "	6	79	85	79	85	85	0	0	critique
6S <sub>1</sub> -S <sub>3</sub>	Afleute + decoff semolle.	8	85	93	85	93	93	0	0	critique
7S <sub>1</sub>	Montage off + ferr pot 40x40	2	93	95	95	97	95	0	2	
7S <sub>2</sub>	" " "	2	95	97	108	110	97	0	13	
7S <sub>3</sub>	" " "	2	97	99	121	123	99	0	24	
8S <sub>1</sub>	coulage joteour 40x40	1	95	96	97	98	96	0	2	
8S <sub>2</sub>	" " "	1	97	98	110	111	98	1	13	
8S <sub>3</sub>	" " "	1	99	100	123	124	100	4	24	
9S <sub>1</sub>	aflente + decoff	4	96	100	98	102	100	0	2	
9S <sub>2</sub>	" " "	4	100	104	111	115	104	0	11	
9S <sub>3</sub>	" " "	4	104	108	124	128	108	7	20	

N° d'ordre	DÉSIGNATION DES ACTIVITÉS	DURÉE en jours	DATES DES Activités				TOJ	MARGES		OBSERVATIONS		
			au plus tôt		au plus tard			TOTAL MT	libre ML			
			Doij	Foij	Auj	Faj						
10S <sub>1</sub>	préfabrication sur place des poteaux 40x70	30	30	60	83	93	60	33	0			
10S <sub>2</sub>	u u u	10	60	70	96	106	70	36	0			
10S <sub>2</sub>	u u u	10	70	80	109	119	80	39	91			
12S <sub>1</sub>	Montage poteaux 40x70 fixation provisoire	4	93	97	93	97	97	0	0	critique		
12S <sub>2</sub>	u u u	4	97	107	106	110	107	9	0			
12S <sub>3</sub>	u u u	4	101	105	119	123	105	18	0			
13S <sub>1</sub>	fixation définitive	1	97	98	97	98	98	0	0	critique		
13S <sub>2</sub>	u u	1	101	102	110	111	102	9	0			
13S <sub>3</sub>	u u	1	105	106	123	124	106	18	0			
14S <sub>1</sub>	Montage coff + ferr autre + dalle annexes	13	102	115	102	115	115	0	0	critique		
14S <sub>2</sub>	u u u	13	115	128	115	128	128	0	0	critique		
14S <sub>3</sub>	u u u	13	128	141	128	141	141	0	0	critique		
15S <sub>1</sub>	coulage beton autre + dalle annexes.	4	115	119	133	137	119	18	9			
15S <sub>2</sub>	u u -	4	128	132	137	141	132	9	9			
15S <sub>3</sub>	u u u	4	141	145	141	145	145	0	0	critique		
16	Période d'attente	28	145	173	145	173	173	0	0	critique		
17S <sub>1</sub>	décoffrage annexes	6	173	179	173	179	179	0	0	critique		
18S <sub>1</sub>	beton de fente	2	141	143	186	188	143	45	0			
18S <sub>2</sub>	u u -	2	143	145	188	190	145	45	0			
18S <sub>3</sub>	u u u	2	145	147	190	192	147	45	0			
19	durcissement.	6	147	153	192	198	153	45	0			

NUMÉRO d'ordre	DESIGNATION DES ACTIVITÉS	DUREE jours de 8h	DATES des ACTIVITÉS					MARGES		OBSERVATIONS
			au plus tôt		au plus tard		Toij	Total	libre	
			Daij	Faij	Daij	Faij		MT	ML	
205 <sub>1</sub>	Montage poutre pref et coulage des Acier pt fts	2	98	100	98	100	100	0	0	critique
205 <sub>2</sub>	u u u	2	102	104	111	113	104	9	0	
205 <sub>3</sub>	u u u.	2	106	108	124	126	108	18	0	
215 <sub>1</sub>	Montage caissons	2	100	102	100	102	102	0	0	critique
215 <sub>2</sub>	u u	2	104	106	113	115	106	9	2	
215 <sub>3</sub>	u u	2	108	110	126	128	110	18	18	
225 <sub>1</sub>	Clapet sur caissons et coulage beton pour noeud	4	102	106	186	190	106	84	0	
225 <sub>2</sub>	u u u	4	106	110	190	194	110	84	0	
225 <sub>3</sub>	u u u	4	110	114	194	198	114	84	0	
235 <sub>1</sub>	parcourslement de la clape.	6	106	112	192	198	112	86	0	
235 <sub>2</sub>	u u u	6	110	116	195	201	116	85	0	
235 <sub>3</sub>	u u u	6	114	120	198	204	120	84	0	
245 <sub>1</sub>	herissou usage	8	179	187	179	187	187	0	0	critique
245 <sub>2</sub>	u	8	187	195	187	195	195	0	0	critique
245 <sub>3</sub>	u	8	195	203	195	203	203	0	0	critique
255 <sub>1</sub>	Montage ferrailage valle de RSC	1	187	188	195	196	188	8	0	
255 <sub>2</sub>	u u	1	195	196	199	200	196	4	0	
255 <sub>3</sub>	u u	1	203	204	203	204	204	0	0	critique
265 <sub>1</sub>	coulage de la balle de RSC	4	188	192	196	200	192	8	4	
265 <sub>2</sub>	u u	4	196	200	200	204	200	4	4	
265 <sub>3</sub>	u u	4	204	208	204	208	208	0	0	critique



# chapitre 9

Graphique à Barres et diagrammes de  
main d'œuvre.

## DIAGRAMME À BARRES OU GRAPHIQUE GANTT

1) Le cycloogramme des travaux de construction est du point de vue théorique très explicite, mais il demeure difficilement interprétable du point de vue pratique. C'est pourquoi on a recours au diagrammes à Barres ou graphique Gantt, dont la représentation est plus simple, et dont l'utilisation est plus pratique.

### 2) Principe et représentation:

Le diagramme à barres est un tableau à double entrée.

a) Verticalement: on représente les activités suivant l'ordre chronologique établi.

b) horizontalement: on représente les différents travaux par des rectangles dont la longueur est proportionnel au temps d'exécution. Par les traits en pointille, on représente la marge totale et par les traits ondulés on représente la marge libre qu'on peut utiliser pour influencer la fin des travaux.

### 3) AVANTAGES DU GRAPHIQUE GANTT

a) Il nous permet d'avoir un contrôle journalier des travaux, et par conséquent un référaige visé du retard ou de l'avance par rapport au planning initial.

b) La connaissance des cycles de travaux qui sont en cours de réalisation, le nombre d'équipes mises en place,

les engins utilisés pour les différentes opérations.

4) Inconvénient du Graphique GANTT.

Le Gantt ne permet pas une analyse systématique des liaisons logiques exprimant des contraintes technologiques ou organisationnelles existant entre les différentes phases de travail. Ceci peut conduire dans certains cas à des contradictions dans le planning, certaines tâches représentées comme devant se dérouler simultanément doivent en fait nécessairement se succéder.

Au cours du déroulement de tout chantier se produisent des imprévus d'origines très divers (intempéries, modification apportée à certains plans, retard de livraison) qui ayant pour conséquence des retards ou des avances dans l'exécution d'une partie des travaux rendent caduc le planning initialement établi. Le planning doit pouvoir permettre de suivre l'évolution réelle des travaux, il doit être un outil "vivant" fournissant à chaque instant une image aussi fidèle que possible de la réalité, il est donc nécessaire de pouvoir introduire facilement dans le planning des informations nouvelles. Le diagramme à barres en raison de sa rigidité graphique ne peut que difficilement jouer ce rôle d'outil simple, bientôt adopté ou suivi de l'évolution des chantiers.

5) Diagramme de l'effectif =

Il se déduit directement du graphique Gantt puisqu'il suffit de prendre pour chaque intervalle de temps le nombre d'ouvriers en activités sur le chantier.

## indice de stabilité

Td: période de développement de la chaîne.

Ts: période de stabilité.

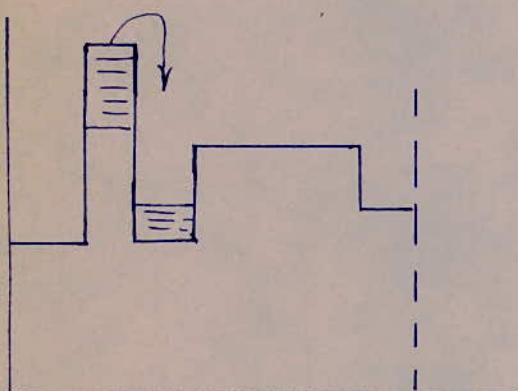
Tr: période de restriction des ressources.

INDICE DE STABILITÉ:  $I_s = \frac{T_s}{T_e}$

## Amélioration de la stabilité d'un chantier

Ceci consiste à faire, dans une première étape le diagramme d'effectif à partir du graphique Gantt.

on aura 1 diagramme comme suit



dans une deuxième étape on essaie de glisser certaines activités sur leur marges respectives de façon à avoir un abaissement de crêtes et rehausser un peu les intervalles présentant un défaut d'effectif.

# chapitre 10

Diagrammes de consommation, d'affrovisionnement  
et différentiels des stocks.

# consommation journalière de sable - de gravier - et de ciment

## DAGRAMMES - de consommation et approvisionnement - différentiel

### I) Méthode :

#### 1.1) Diagramme de consommation:

Il est obtenu à partir du diagramme Gantt général. Connaissant l'échelonnement des cycles et leur durée tels qu'ils sont indiqués dans le diagramme Gantt, connaissant les consommations en matériaux de chacun des cycles, il suffit de faire la somme des quantités de matériaux consommés journalièrement par l'ensemble des cycles qui s'exécutent dans le même temps, pour savoir au fur et à mesure que la construction avance les quantités consommées journalièrement. En représentant ces quantités en fonction de l'avancement en temps de la construction, on obtient le diagramme de la consommation journalière pour chacun des matériaux.

#### 1.2) Diagramme d'approvisionnement

C'est le diagramme qui montre la quantité approvisionnée quotidiennement pour chacun des matériaux. Il est tracé à partir du diagramme de consommation en tenant compte des possibilités d'approvisionnement et des possibilités de stockage du chantier. Le diagramme d'approvisionnement nous permettra d'avoir

un stock suffisant à la consommation journalière. du choutier représenté par le diagramme de consommation.

en aucun cas le choutier ne doit tomber en zone de stockage. Pour notre cas les consommations journalières n'étant pas trop grande on va considérer un approvisionnement par bolier.

### 3) - Diagramme différentiel de stock :

c'est le diagramme qui représente la différence entre la quantité approvisionnée et la quantité consommée, c'est à dire le stock en fonction de l'échelonnement, en temps.

le stock doit être nul dès que la consommation des matériaux est nul puisqu'on fait du principe que le choutier est approvisionné en une quantité égale à la consommation totale. le diagramme différentiel de stock permet de connaître le stock prévisionnel du choutier à chaque moment.

### 4) Diagramme intégral.

Il représente le bilan des consommations et des approvisionnements et permet l'évaluation du stock.

- ou représente deux courbes de consommations et d'approvisionnements cumulées en fonction du temps.

etant donné que l'approvisionnement est calculé tel que l'on soit toujours un stock prévisionnel la courbe des approvisionnements annuels restera toujours supérieur à la courbe de consommation et ne doit en aucun cas le couper. le cas contraire signifierait que le choutier, consomme une quantité supérieure à celle dont il dispose ce qui est matériellement impossible. et se traduirait par un arrêt éventuel des travaux.

CONSOMMATION JOURNALIÈRE  
DE CIMENT.

ACTIVITÉS	QUANTITÉ T-TAL T	DATE DEBUT → DATE FIN Durée: jours	CONSOMMATION JOURNALIÈRE T/J
DALLE SUR HERISSON	116,64	188 → 192. 196 → 200. 204 → 208	9,72
BÉTON DE PROPRETÉ	17,55	43 → 44 56 → 57 69 → 70	5,85
BÉTON ARMÉ POUR SEMENCE	195,22	53 → 59 66 → 72 79 → 85	10,9
BÉTON POUR PIÈTEAUX 40x70	42,63	34 → 35 44 → 45 54 → 55	14,2
BÉTON POUR PIÈTEAUX 40x40.	14,7	95 → 96 97 → 98 99 → 100.	4,9
BÉTON POUR POUTRE + CLAIE.	111,3	115 → 119 128 → 132 141 → 145	9,3
FORME DE BÉTON POUR PENTE	39	141 → 143 143 → 145 145 → 147.	6,5.
CHAPE DE CIMENT ET BÉTON POUR NŒUD	6,354	102 → 106 106 → 110 110 → 114.	0,53
MORTIER POUR FIXATION.	3,45	.97 → 98 .101 → 102 .105 → 106	1,15.

CONSOMMATION journaliere  
de sable 1-15 et Sable n°7.

ACTIVITES	QUANTITE TOTALE $m^3$	DATE DEBUT → DATE FIN Durée: jour	CONSOMMATION journaliere $m^3/j$
DALLE SUR herisson	156	188 → 192 196 → 200 204 → 208	13
BETON DE proprete	23,36	43 → 44 56 → 57 69 → 70	7,8
Beton armee pour Semelle	225	53 → 59 66 → 72 79 → 85	12,5
Beton pour poteaux 40x70	48,7	34 → 35 44 → 45 54 → 55	16,2
Beton pour poteaux 40x40	16,8	95 → 96 97 → 98 99 → 100	5,6
Beton pour butret + DALLE	127,2	115 → 119. 128 → 132 141 → 145	10,6
Forme de beton pour jante	52	141 → 143 143 → 145 145 → 147	8,7

CONSOMMATION JOURNALIÈRE  
de concasse 15/05 et 5/15.

Activités	Quantité Tot m <sup>3</sup>	DATE DÉBUT → DATE FIN	Durée Jours	consommation journalière m <sup>3</sup> /j
DALLE sur herisson	350,64.	188 → 192 196 → 200 204 → 208		29,22
BETON de propreté	52,55	43 → 44 56 → 57 69 → 70		17,5
Beton armé pour Scelle	503,85	53 → 59 66 → 72 79 → 85		28
Beton pour poteaux 40x70	109,54	34 → 35 44 → 45 54 → 55		36,5
Beton pour poteaux 40x40	37,8	95 → 96 97 → 98 99 → 100		12,6
Beton pour poutre + dalle	288	115 → 119 128 → 132 141 → 145		24
Forme de Beton pour PENTE	117	141 → 143 143 → 145 145 → 147		19,5

CONSOMMATION JOURNALIÈRE  
D'ACIER.

Activités	Quantité Tot Kg	DATE DEBUT → DATE FIN Durée j	CONSOMMATION JOURNALIÈRE kg/j
Fertilisation pour semelle	61491	44 → 53 57 → 66 70 → 79	2277,5
Fertilisation DRC	1582	187 → 188 195 → 196 203 → 204	527,3
Fertilisation pour poteaux 40x70	15054,5	31 → 34 41 → 44 51 → 54	1672,7
Fertilisation poteaux 40x40	4326	94 → 95 96 → 97 98 → 99	1442
Fertilisation poutre + dalle	33820	108 → 115 121 → 128 134 → 141	1610,5

- 97 -

ENVOYANT LES STOCKS DES MATERIAUX EXPRESSES EN

JOURS DE CONSOMMATION.

DESIGNATION	les moyens de transport	
Aciers, bois	25 - 35	15 - 20
ciment, chaux bitume, papier bitume	20 - 25	15 - 20
briques, concasse' sable	15 - 20	10 - 15
		5 - 10

Pour tracer le diagramme d'approvisionnement on calcule la quantité moyenne des matériaux consommés par jour

$$q_m = \frac{Q_f}{D_f - D_{oubt}}$$

puis on calcule le stock maximum  $Q_{max} = (25 \text{ à } 30) q_m$ .

le stock minimum  $Q_{min} = (5 \text{ à } 6) q_m$ .

on approvisionne 5 à 20 jours avant suivant la nature des matériaux et de la distance qui sépare le chantier du point d'approvisionnement. Ensuite on commence à approvisionner en suite l'approvisionnement des qu'on atteint  $Q_{max}$  puis on reprend l'approvisionnement des qu'on atteint  $Q_{min}$ . on commence à zéro et on s'arrête à zéro c'est à dire la quantité approvisionnée les derniers jours devra suffire à terminer les travaux.

### approvisionnement du concasseur

en se référant au tableau concernant les stocks de matériaux on constate que l'approvisionnement commence 5 à 10 jours avant.

la quantité totale :  $Q_f = 1459,38 \text{ m}^3$ .

on commence à consommer à partir du 34<sup>e</sup> jour et on finit le 208<sup>ème</sup> jour.

$$q_m = \frac{1459,38}{174} = 8,38 \text{ m}^3/j$$

avec notre camion on peut avoir  $15,7 \text{ m}^3/j$   $Q_{eff} = 15,7 \text{ m}^3/j$

le stock max  $Q_{max} = 25 \times 8,38 = 209,5 \text{ m}^3 \approx 210 \text{ m}^3$

le stock min  $Q_{min} = 5 \times 8,38 = 41 \text{ m}^3$ .

l'approvisionnement commence au 28<sup>e</sup> jour il s'arrête au 34<sup>e</sup> jour, il reprend au 47<sup>ème</sup> jour puis il s'arrête au 85<sup>e</sup> jour, ensuite il reprend

au 108<sup>e</sup> jours il s'arrête au 119 jours, puis du 133<sup>e</sup> jours et il s'arrête au 147<sup>e</sup> jours, enfin il reprend du 180<sup>e</sup> jours puis s'arrête au 198 jours avec au dernier jour un approvisionnement de 13,06 m<sup>3</sup>.

### Approvisionnement du Sable:

la quantité totale  $Q_T = 650 \text{ m}^3$

$$q_m = \frac{650}{174} = 3,73 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$q_{aff} = q_m^3/\text{j}$$

stock max  $Q_{max} = 25 \times 3,73 = 93,25 \text{ m}^3 \approx 94 \text{ m}^3$

stock min  $Q_{min} = 5 \times 3,73 = 18,65 \approx 20 \text{ m}^3$

L'approvisionnement commence 10 jours avant conformément au Tableau concernant les stocks de matériaux.

Donc on commence à approvisionner à partir du 24<sup>e</sup> jours et l'on s'arrête au 34<sup>e</sup> jours ; puis on reprend au 51<sup>e</sup> jours et l'on s'arrête au 76<sup>e</sup> jour, puis du 84<sup>e</sup> jour jusqu'au 92<sup>e</sup> jour, du 119<sup>e</sup> jour au 126<sup>e</sup> jour, du 137<sup>e</sup> jour au 147<sup>e</sup> jour, enfin du 189<sup>e</sup> jour au 202<sup>e</sup> jour. Le dernier jour l'approvisionnement sera de 0 t.

### Approvisionnement du Ciment:

La quantité totale est égale à:  $Q_T = 546,844 \text{ t}$

$$q_m = \frac{546,844}{174} = 3,142 \text{ t/j}$$

stock max  $Q_{max} = 3,142 \times 25 = 78,55 \approx 80 \text{ t}$

stock min  $Q_{min} = 3,142 \times 5 = 15,71 \approx 16 \text{ t}$

$$q_{aff} = 6 \text{ t/j}$$

L'approvisionnement commencera 13 jours avant, on commence

à approvisionner à partir du 21 jours on s'arrête au 34<sup>eme</sup> jour, on descend au 48<sup>eme</sup> jour on s'arrête au 92 jours, puis du 119<sup>eme</sup> jours jusqu'au 128 jours, puis du 144<sup>e</sup> jours jusqu'au 157 jours, enfin les derniers jours du 189<sup>eme</sup> jours jusqu'au 196 jours avec au dernier jour un approvisionnement de 3,24t.

#### Approvisionnement de l'acier.

la quantité totale 116273,5 Kg. on commence à consommer à partir du 31<sup>eme</sup> jour et l'on s'arrête au 204<sup>eme</sup> jours. donc durant une durée totale de 173 jours.

$$q_{\text{m}} = \frac{116273,5}{173} = 672,1 \text{ kg/j}$$

stock max :  $Q_{\text{max}} = 672,1 \times 25 = 16,802 \text{ t} \approx 17 \text{ t}$

stock min :  $Q_{\text{min}} = 672,1 \times 5 = 3,36 \approx 3,5 \text{ t}$ .

Pour l'approvisionnement comme on utilise un camion de 3t il suffit de faire 2 voyages par jour d'où  $q_{\text{aff}} = 6t/j$ .

L'approvisionnement commence au 29<sup>e</sup> jours et s'arrête au 31<sup>e</sup> jours avec 1 seul voyage au 31<sup>e</sup> jours. puis du 43<sup>eme</sup> jours au 46<sup>e</sup> jours, du 51<sup>eme</sup> jours au 54<sup>eme</sup> jours, du 61<sup>e</sup> jours au 64<sup>e</sup> jours, du 72<sup>e</sup> jours au 75<sup>e</sup> jours, du 97<sup>e</sup> ou 99<sup>eme</sup> jours, du 115 ou 117<sup>e</sup> jours, enfin du 128<sup>e</sup> jour au 130<sup>e</sup> jours avec 1 approvisionnement de 3100 kg le dernier jour.

DIAGRAMME DIFFÉRENTIELS DU SABLE

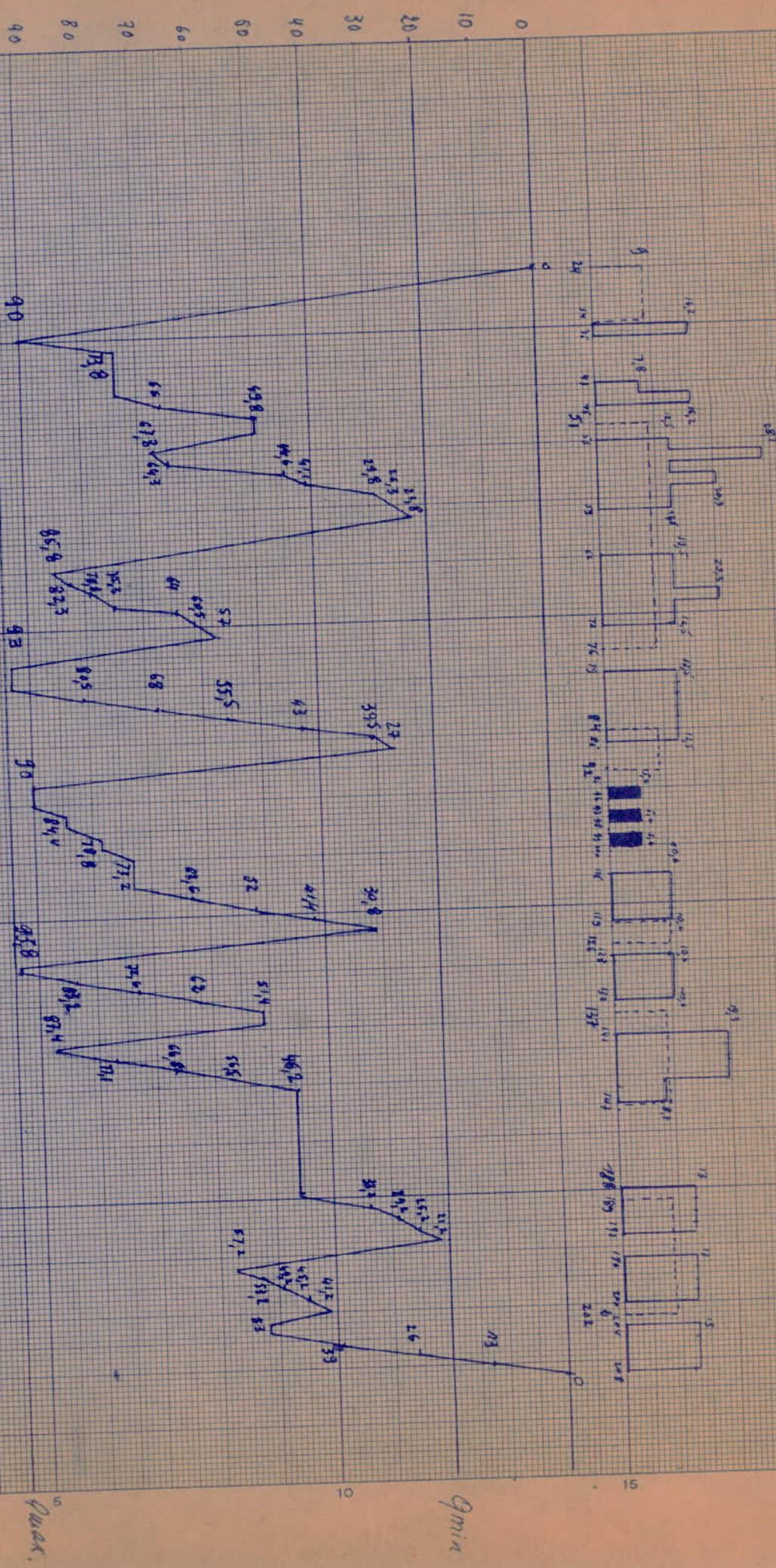
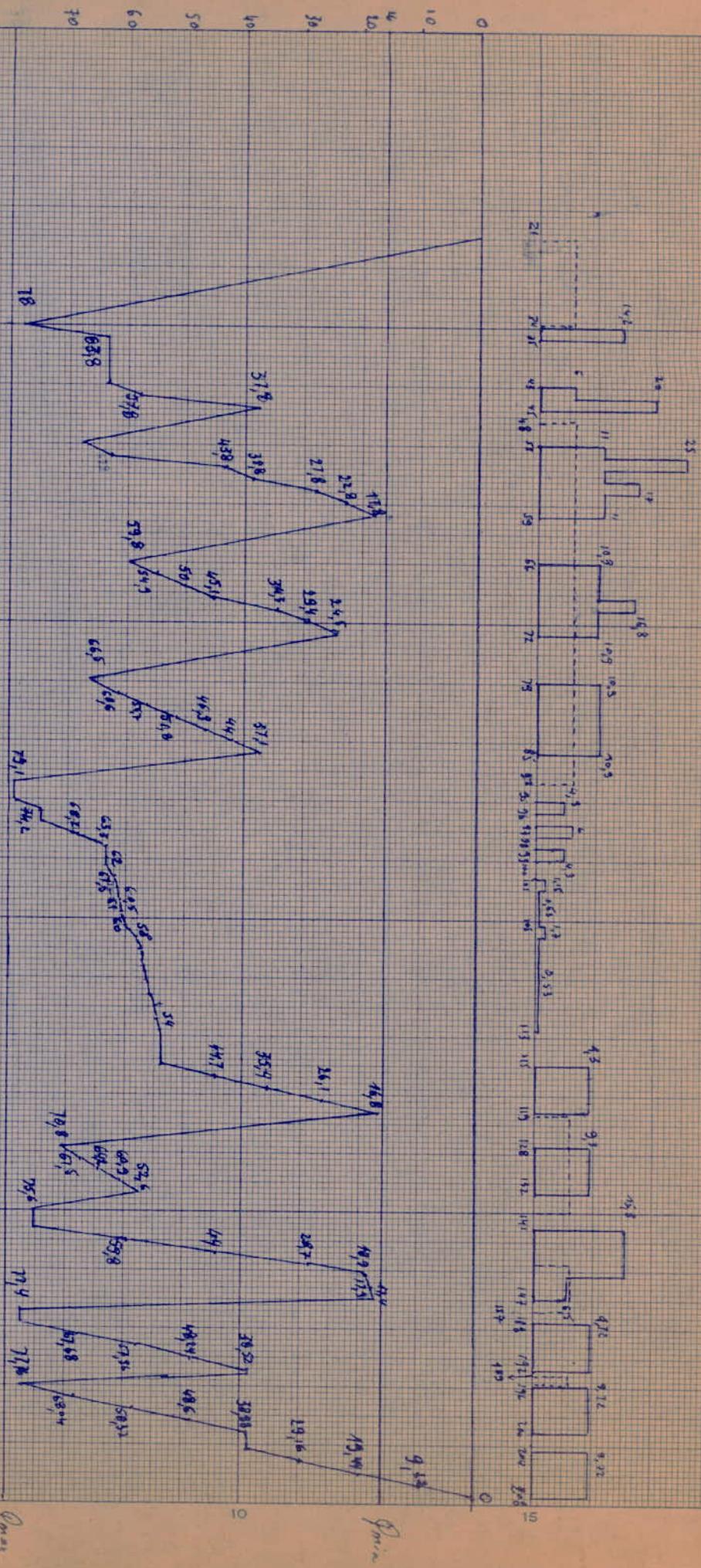
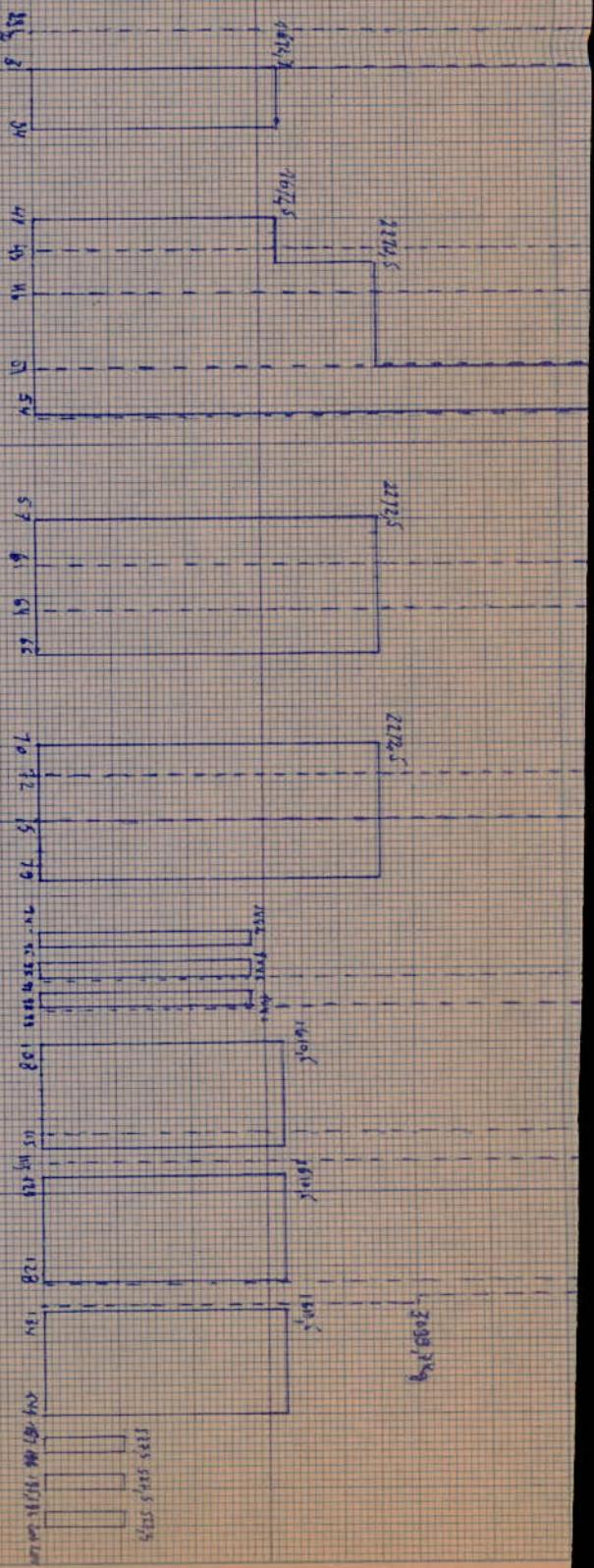
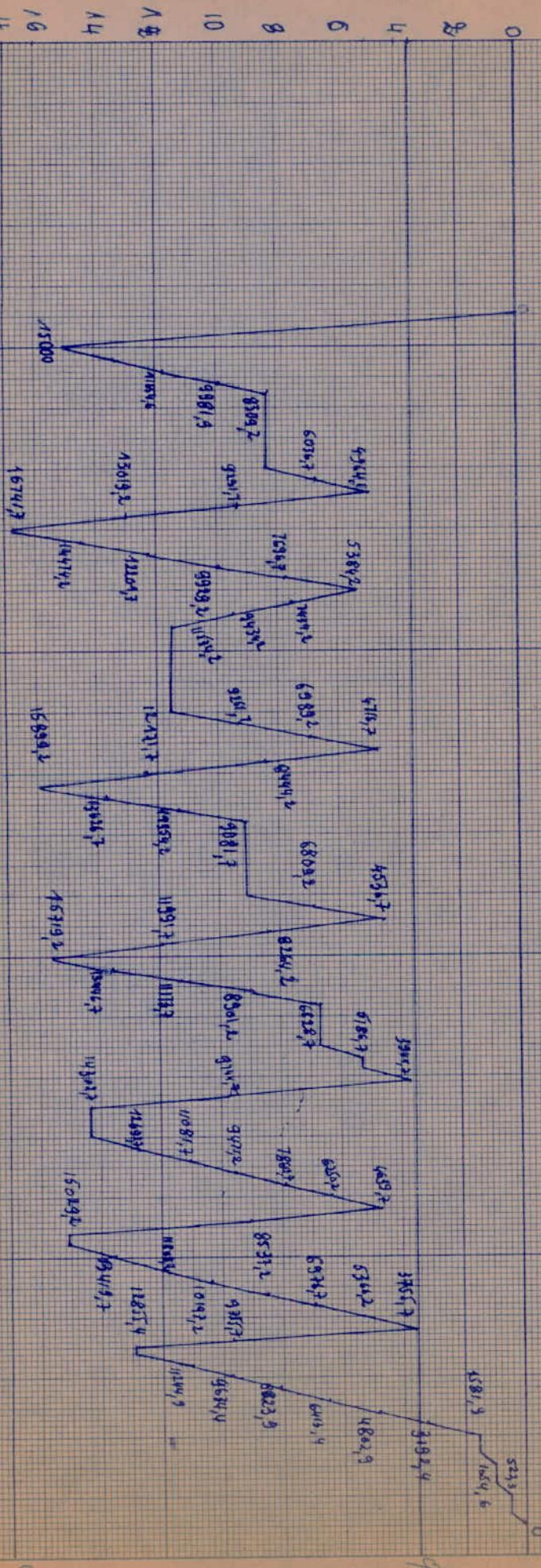


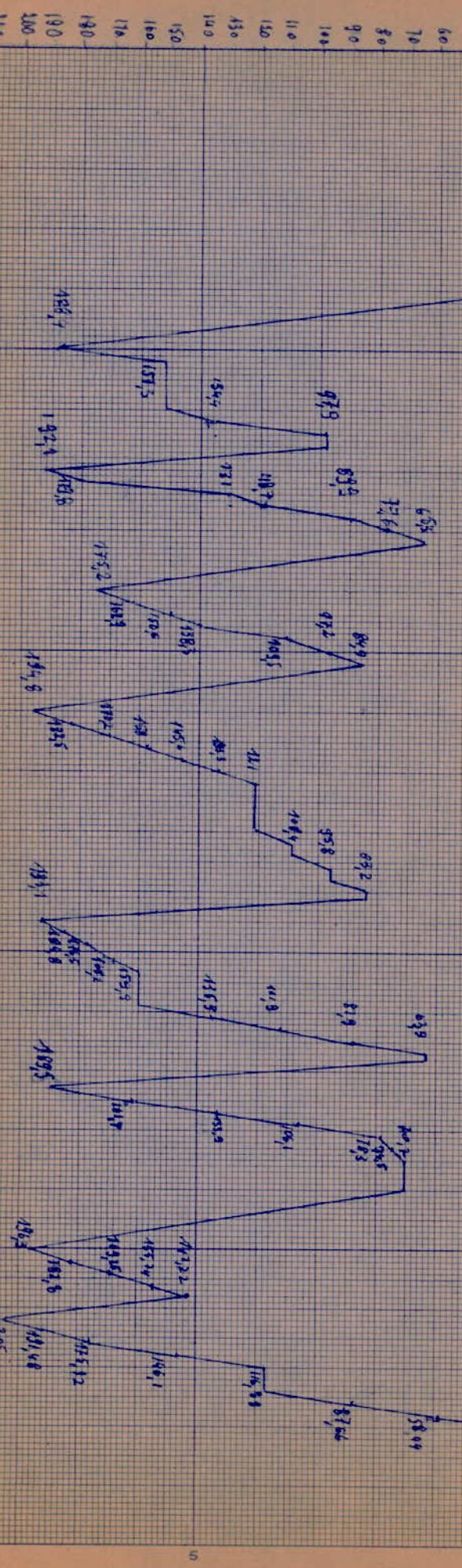
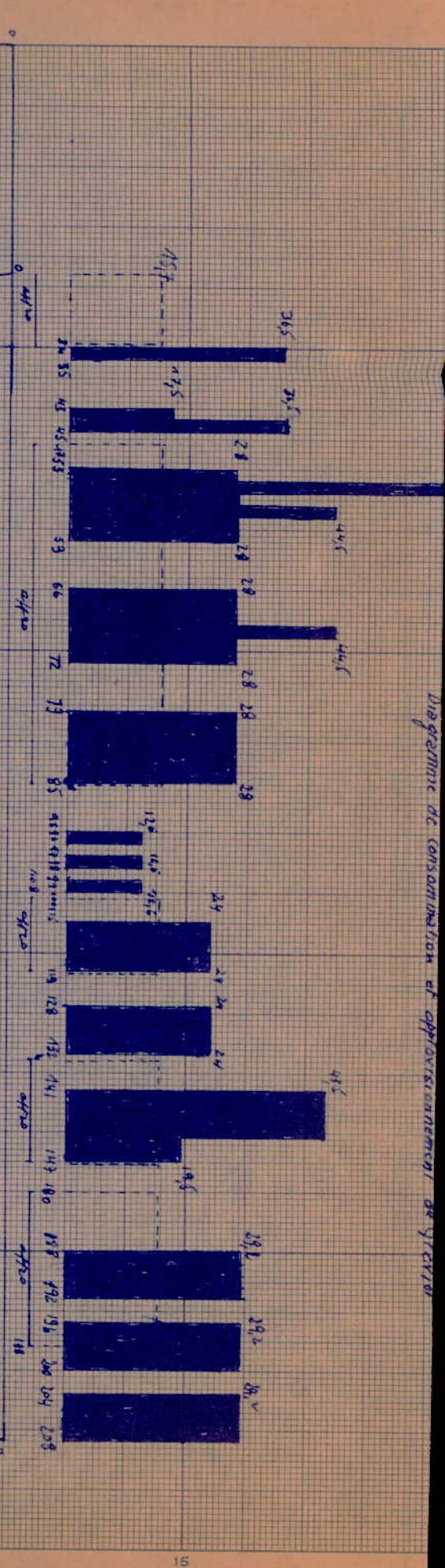
Diagramme d'analyse de ciment



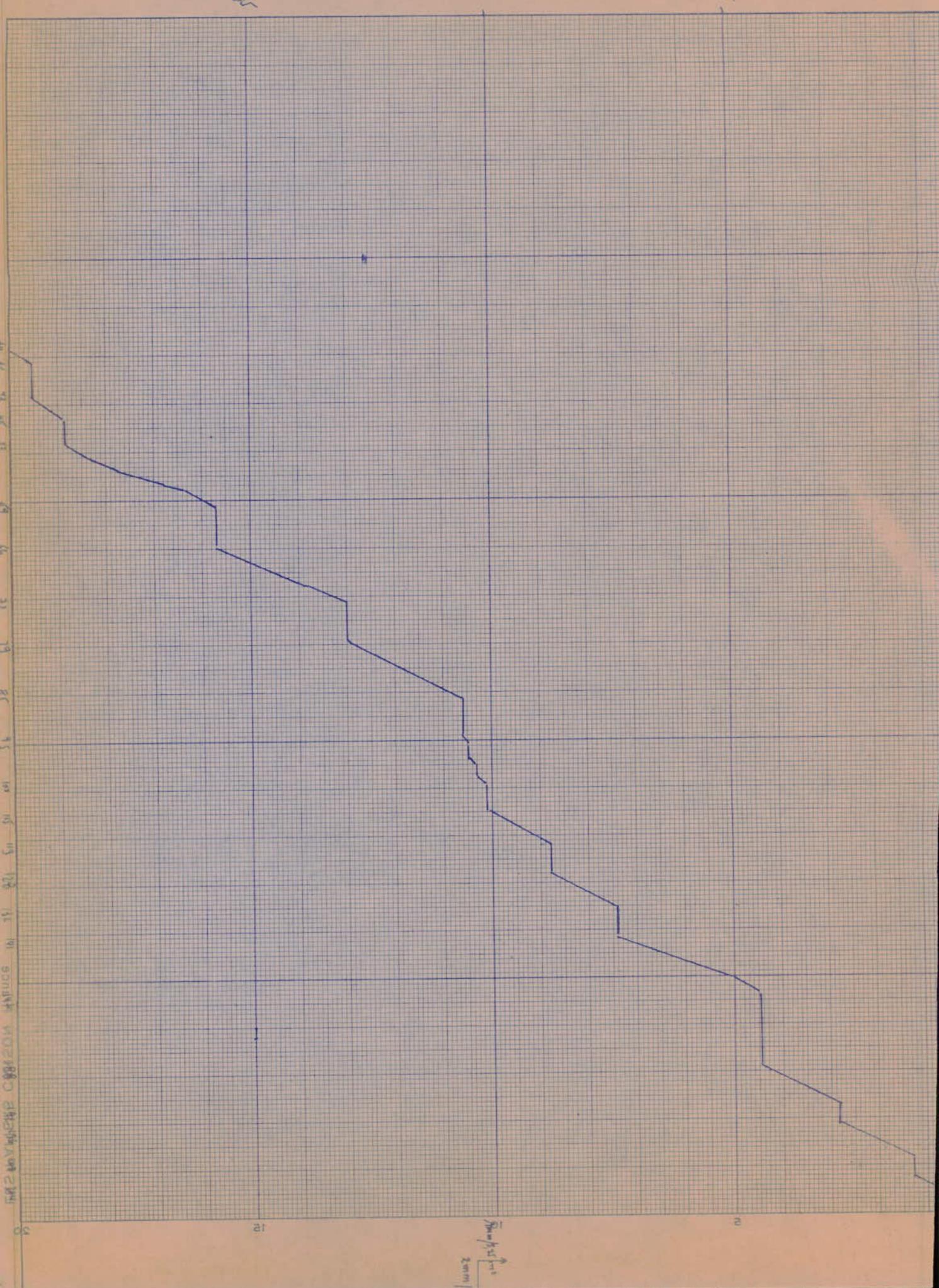
Détermination du rapport de l'ascension



Dégramme de consommation et approvisionnement de l'entre



Dégramme différenciel du specie



## calcul des aires de stockage

on se réfère au diagramme d'effoulement du gravier Sable, ciment, et Acier.

on voit la quantité maximum qui puisse être stocké et on détermine la surface de stockage

$$\text{surface utile } S_u = \frac{P}{\alpha} \Rightarrow S_u = \text{m}^2$$

P: volume des matériaux à déposer

$\alpha$ : volume des matériaux déposé sur 1m<sup>2</sup>

$$\text{Surface Totale } S_t = \frac{S_u}{\alpha}$$

$\alpha = 0,4$  dépôts universels

$\alpha = 0,7$  dépôt en silos

$\alpha = 0,4 - 0,7$  dépôts à l'air libre

	Sable en m <sup>3</sup>	Gravier en m <sup>3</sup>	Ciment en t	Acier en t
P	93,8	205	79,1	16,741.
$\alpha$	3m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	3m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	1,3t/m <sup>2</sup>	3,7 à 4,2t/m <sup>2</sup>
h	5 - 6m	5 - 6m	$h_1 = 2m$	$h_1 = 1,2m$

dépot de Sable:

$$S_U = \frac{93,8}{3} = 31,26 m^2$$

$$S_T = \frac{31,26}{0,5} = 62,5 m^2$$

dépot de Gravier:

$$S_U = \frac{205}{3} = 68,33 m^2$$

$$S_T = \frac{68,33}{0,7} = 97,62 m^2$$

dépot de Ciment:

$$S_U = \frac{79,1}{1,3} = 60,84 m^2$$

$$S_T = \frac{60,84}{0,6} = 101,4 m^2$$

dépot d'Acier

$$S_U = \frac{16,741}{3,7} = 4,52 m^2$$

$$S_T = \frac{4,52}{0,5} = 9 m^2$$

# chapitre 11

*organisation d'une cité ouvrière provisoire.*

# organisation d'une cite ouvrière provisoire.

Afin d'avoir un bon déroulement des activités dans le chantier les ouvriers doivent bénéficier d'un certain nombre de construction provisoires (vestiaires, dortoirs, douches...)

comme nous avons un diagramme d'effectif très irregulier on va se baser sur un effectif moyen afin de fairevoir les constructions provisoires. Toutefois lorsqu'on aura une augmentation de l'effectif on utilisera des roulettes ou des tentes ; en ce qui concerne le Dortoir la cantine les vestiaires, les toilettes etc. on prendra des coefficients maximum afin de faire face au manque de place du à l'augmentation de l'effectif.

$$N_0 = \frac{2063}{117} \approx 25 \quad \text{nbre d'ouvriers pour la production de base}$$

$$N_1: \text{nbre d'ouvriers pour la production auxiliaire } 20\% = 5$$

$$N_2: \text{nbre du personnel technique } 10\% = 3$$

$$N_3: \text{nbre du personnel administratif } 5\% = 1$$

$$N_4: \text{nbre du personnel de service } 3\% = 1$$

$$N = N_0 + N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 35.$$

Construction Socio - Administratives.

Bureaux	6 m <sup>2</sup> pour 1 cadre technique
Vestieires	0,7 m <sup>2</sup> pour 1 ouvrier
Cantines	0,5 m <sup>2</sup> pour une personne
Salle de lavage	0,1 m <sup>2</sup> pour une personne
Toilettes	2 m <sup>2</sup> pour 30 personnes
Dortoirs	6 m <sup>2</sup> pour 1 cadre technique 4,5 m <sup>2</sup> pour 1 ouvrier

Calcul des superficies.

1) Dortoirs:

a) Cadres  $S_1 = 6m^2 \times [3+1] = 24m^2$

b) Ouvriers  $S_2 = 4,5m^2 [31] = 139,5m^2$

2) Bureaux:  $6 \times 4 = 24m^2$

3) Vestieires:  $0,7 \times 31 = 22m^2$

4) Cantine:  $0,5 \times 35 = 17,5m^2$

5) Salle de lavage:  $0,125 \times 35 \approx 4,5m^2$

6) Toilettes:  $0,05 \times 35 = 1,75m^2$

## Conclusion

ce projet m'a été bénéfique à plus d'un titre dans la mesure où il m'a permis de compléter ma formation et d'acquérir à la veille de ma sortie de l'école un équilibre entre ma formation qui a concerné en premier lieu l'étude technique des Ouvrages, et en second lieu l'organisation de l'exécution des travaux.

Mais cette deuxième formation fut hélas assez courte, et c'est ce qui m'a poussé à choisir un sujet d'organisation de chantier afin d'acquérir un maximum de connaissance dans ce domaine.

