

UNIVERSITÉ D'ALGER

27/75

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

THÈSE DE FIN D'ÉTUDES



**ORGANISATION DE L'EXECUTION  
D'UNE USINE**

JUIN 1975

Proposée par :  
PR. ING. CIOROIU RADUCAN

Étudiée par :  
L. ZINE

PROMOTION 70 - 75



UNIVERSITÉ D'ALGER

---

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

---

THÈSE DE FIN D'ÉTUDES

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
BIBLIOTHÈQUE

**ORGANISATION DE L'EXECUTION  
D'UNE USINE**

JUIN 1975

Proposée par :  
PR. ING. CIOROIU RADUCAN

Étudiée par :  
L. ZINE

PROMOTION 70 - 75

---

Je dédie cette humble oeuvre

A mes Parents

A tous mes Amis

Au terme de cinq années passées à l'École Nationale Polytechnique, je saisi cette occasion qui m'est offerte pour adresser mes remerciements les plus sincères à tous mes Professeurs et Assistants pour avoir contribué à ma formation .

Mes remerciements vont à mes amis, qui grâce à un esprit de camaraderie ont réussi à introduire une certaine ambiance de gaieté et détente pendant toute cette durée .

Ma reconnaissance va droit à Monsieur le Professeur Ingénieur RADUCAN CIORCIU, pour les conseils et les encouragements prodigués durant toute cette étude . Je tiens aussi à lui dire combien ses conseils et son expérience ont été efficaces .

Je remercie aussi Monsieur GHERNACOUT Mourad pour m'avoir facilité la solution du problème relatif à la frappe . Que Mademoiselle MELK Farida trouve ici l'expression de mes plus vifs remerciements pour les efforts qu'elle a déployés afin de rendre l'étude présentable .

THEME POUR LE PROJET DE FIN D'ÉTUDES  

---

ORGANISATION DE L'EXÉCUTION D'UNE  
USINE

Le projet doit contenir :

- 1°) - L'éclatement du projet en activités composantes
- 2°) - La détermination des technologies d'exécution et leur description
- 3°) - L'établissement des relations séquentielles
- 4°) - La division des objets de construction en secteurs et l'établissement du module de temps
- 5°) - Le calcul des quantités de travaux par activité composantes
- 6°) - Le calcul des nécessaires de :
  - main d'oeuvre
  - matériaux
  - préfabriqués
  - outillages de construction .

L'organisation de l'exécution des travaux étant faite d'après la méthode "travail à la chaîne" ; on demande :

- 7°) - Le cyclogramme des travaux de construction pour un objet
- 8°) - Les graphiques à barres pour chaque objet, l'évaluation des temps et la détermination de la durée d'exécution

THEME POUR LE PROJET DE FIN D'ETUDES  

---

ORGANISATION DE L'EXECUTION D'UNE  
USINE

Le projet doit contenir :

- 1°) - L'éclatement du projet en activités  
composantes
- 2°) - La détermination des technologies  
d'exécution et leur description
- 3°) - L'établissement des relations séques-  
trielles
- 4°) - La division des objets de construction  
en secteurs et l'établissement du  
module de temps
- 5°) - Le calcul des quantités de travaux  
par activité composantes
- 6°) - Le calcul des nécessaires de :
  - main d'oeuvre
  - matériaux
  - préfabriqués
  - outillages de construction .

L'organisation de l'exécution des travaux  
étant faite d'après la méthode "travail à la chaîne" ; on demande :

- 7°) - Le cyclogramme des travaux de cons-  
truction pour un objet
- 8°) - Les graphiques à barres pour chaque  
objet, l'évaluation des temps et la  
détermination de la durée d'exécution

- 9<sup>o</sup>) - Le diagramme de main d'oeuvre
- 10<sup>o</sup>) - Les diagrammes de consommation, d'approvisionnement et différentiel des stocks
- 11<sup>o</sup>) - L'organisation de la production auxiliaire :
- Ateliers
  - Dépôts
- 12<sup>o</sup>) - L'organisation d'une cité provisoire ouvrière
- 13<sup>o</sup>) - Le schéma général de l'organisation du chantier
- 14<sup>o</sup>) - Le programme général de l'exécution
- 15<sup>o</sup>) - A étudier facultativement :
- le graphique réseau
  - le calcul d'optimisation

On considère que les matériaux et les outillages de constructions sont acheminés par train jusqu'à la gare située à 2 Km de l'emplacement du chantier . Ils seront aussi, livrés par les fournisseurs situés jusqu'à une distance de 50 Km .

Le projet sera accompagné d'une mémoire technique de documentation pour toutes les méthodes adoptées et pour tous les calculs élaborés .

Etudiée par :

ZINE Lakhdar

Préparée par le Professeur Ingénieur

CIORCIU RADUCAN



PROBLEMES PRINCIPAUX DE L'EXECUTION DES CONSTRUCTIONS

La première condition pour la réalisation d'une bonne construction est l'existence d'un projet bien étudié, qui en dehors de la justification de fond de l'utilité de l'investissement projeté, synthétise les solutions optimales technico-économiques et exprime clairement les méthodes et les moyens adoptés pour la réalisation, dans le but d'assurer la mise en service à des termes établis par l'état ou par les contrats .

Un projet complexe dont la réalisation nécessite la collaboration de grands spécialistes ainsi qu'une série d'avis préliminaires de la part des autorités techniques et publiques, ne peut être exécuté en une seule phase . Pour trouver une solution optimum qui doit atteindre intégralement tous les buts escomptés ; on a réglementé plusieurs phases d'élaboration du projet . Ainsi, on a :

- une phase initiale "Phase 1ère" ou "Phase d'Etudes technico-économiques"
- une phase finale de projection appelée "2e phase" ou "phase du projet d'exécution" .

A/ - Phase d'Etudes Technico-Economiques :

Cette phase contient en principe :

- la justification de la nécessité et de l'opportunité de l'investissement
- le profil de production et les termes de mise en service
- l'emplacement
- le coût orientatif

- 4
- l'efficience économique (efficacité)
  - les procédés de construction adoptés .

Pour l'élaboration des dates de réalisation, nous faisons appel à des objectifs existants ou projetés semblables .  
Après l'élaboration de cette phase on passe à la suivante .

### 2e Phase :

Elle résout en détail tous les problèmes concernant les solutions techniques et constructions nécessaires à la réalisation d'un investissement . En outre, elle précise la valeur exacte du devis par objet . Les projets réalisés en cette phase, serviront à l'organisation de l'investissement .

O

O

O

A chaque phase projetée, on élabore des documents concernant l'organisation de l'exécution des travaux . Ainsi, la "première phase" contient le schéma général de l'organisation des travaux qui a pour but :

- la justification de la réalisation d'investissements à des dates établies par l'état et par les contrats, les volumes approximatifs pour les principaux travaux, le nécessaire approximatif des ressources (forces de travail; matériaux, équipements, outillages de constructions etc ...)
- l'établissement des méthodes d'exécution
- l'estimation des valeurs des travaux d'organisation

La "2e Phase" quant à elle contient "le projet de l'exécution des travaux" ou "projet d'organisation Phase 2e" . Ce projet contient les détails d'organisation des travaux de construction et traite concrètement, chiffres à l'appui, tous les problèmes établis en ligne générale . On peut ainsi avoir :

- Plan de situation de la région du chantier à l'échelle 1/5000  $\frac{1}{25.000}$  qui contient :
  - L'emplacement du chantier
  - Voies de communication et les voies projetées qui lient le chantier avec l'environnement (chemin de fer, voies fluviales etc ...)
  - L'emplacement des balastières, des carrières, des fabriques de matériaux de construction etc ...
  - Les sources et les cours d'eau
  - Les réseaux techniques (eaux, énergies, réseaux thermiques)
  - Les centres populaires
  - L'emplacement du quartier ouvrier .

Plan général d'organisation du chantier à l'échelle 1/200  $\frac{1}{2000}$  ce plan contient :

- la délimitation du chantier
- les voies de communication à l'intérieur du chantier (provisoires et définitives)
- les réseaux techniques
- les bâtiments existants et projetés
- les unités de production auxiliaire situées sur la base de travail
- l'emplacement des grands équipements, et outillages .

- Désignation des méthodes spéciales : à l'échelle  $1/100$  :  $1/200$  .

- Le plan calendaristique d'échelonnement des travaux :

Ce plan est la pièce la plus importante du projet d'organisation . Ainsi, en établissant sur la base d'une succession technologique rationnelle les dates de réalisation des travaux ainsi que leur corrélation dans le temps on détermine le nécessaire des ressources afin de permettre la réalisation de l'objectif dans les termes établis .

- Plan des forces de travail :

A partir du plan calendaristique, où les travaux seront groupés en cycles ; on détermine le nombre d'ouvriers nécessaires .

- Plan du nécessaire d'équipements :

( Outillage de constructions, moyens de transport ) ce plan aura pour base le plan calendaristique . On pourra déterminer l'échelonnement dans le temps .

- Plan des constructions provisoires :

Ce plan englobe les constructions sociales et administratives, les magasins, dépôts, ateliers etc ... avec les dessins d'exécution et les schémas technologiques des sections de production auxiliaire .

- Schéma d'organisation administrative du chantier .

- Mémoire justificatif : qui explique et justifie les solutions adoptées et toutes les considérations techniques, et tous les calculs .

## PRESENTATION GENERALE DU PROJET DE LA FILATURE

### ANALYSE DES OBJETS PRINCIPAUX

L'ouvrage intitulé : Nouvelle filature de Constantine est édifié sur un terrain appartenant au complexe textile ; et comprend l'exécution des objets suivants :

- un hall de production à ossature métallique destiné à recevoir des machines et outillages technologiques
- deux annexes techniques latérales
- dépôt de balles de coton
- poste de transformation
- finition englobant routes, trottoirs ainsi que les travaux extérieurs .

#### 1/ - Présentation des objets :

##### 1.1. Hall de production :

La surface occupée par cet objet est :  $77,40 \times 130 = 10062 \text{ m}^2$  .

Ce hall comprend un seul niveau . L'ossature de résistance du hall est constituée par les poteaux et les fermes . On a énuméré 74 poteaux métalliques ayant une hauteur  $H = 6,00 \text{ m}$  et un poids forfaitaire égal à  $0,9 \text{ t}$  . Les fermes sont au nombre de 72 unités et ont des portées égales à  $26 \text{ m}$  . Le poids d'une ferme est égal à  $P = 3,5 \text{ t}$  .

Le contour extérieur du hall est formé par un bardage . A l'intérieur, on a prévu deux murs coupe feu d'une longueur égale à  $77,4 \text{ m}$  et d'une hauteur égale à  $9 \text{ m}$ , dont le rôle est de protéger contre les risques éventuels d'incendie .

Le toit est formé par une pente de 2 % ; et constitué de toiles de zinc d'une épaisseur 0,3 mm . On a prévu sur la face inférieure une couche d'isolation thermique .

Il est à noter que l'ossature du Dépôt de balles est identique à celle du hall et conserve les mêmes caractéristiques précédemment définies sauf en ce qui concerne les murs coupe-feu .

### 1.2. Annexes techniques :

Ce sont les deux bâtiments construits latéralement au Hall . Elles occupent une superficie égale à :  $S = 124,80 \times 2 \times 7,00 = 1\ 747,2\ m^2$  et sont disposées en quatre niveaux (un sous-sol, un rez-de-chaussée et deux étages) .

L'ossature de résistance de ces annexes est constituée par des voiles banchés en béton . On aura une partie de cloisons intérieures en briques .

Le sous-sol est réservé pour les machines tels que compresseurs et aussi pour permettre la visite des caniveaux qui sont situées sous le niveau 0,00 du hall de production . Une partie servira pour les vestiaires et les douches .

Le rez-de-chaussée est réservé pour l'administration du complexe (secrétariat, programmation, laboratoire, divers dépôts) .

Les deux étages sont réservés pour l'installation des transformateurs, ainsi qu'à l'installation du froid . Il y aura aussi des espaces disponibles pour l'administration on a prévu une isolation hydrofuge extérieure sur la terrasse ; ainsi que l'isolation thermique sur la face intérieure .

### 1.3. Poste de transformation :

Il occupe une superficie de :  $7,40 \times 4,40 = 32,56\ m^2$  et destiné à transformer l'énergie électrique .

L'ossature de résistance est constituée par des murs porteurs en béton .

1.4. Mur de soutènement :

Destiné à éviter les mouvements de terre éventuels . Les plans de masse qui suivent indiquent le détail de ce qui a été dit .

Il est à noter que les finitions intérieures et extérieures seront des finitions courantes .

COMPOSANTES

Après une étude détaillée des plans disponibles ; on passe à l'établissement des cycles de travaux où on tient compte des processus principaux déterminants en groupant en même temps, ceux qui sont liés technologiquement ou qui peuvent être exécutés simultanément sur le même secteur .

Pour la réalisation d'une construction ; il est nécessaire d'exécuter l'ensemble des articles prévus dans le devis et dont le nombre varie entre 150 et 200 pour une telle construction industrielle .

Par cycle, on entend un groupe d'articles de travaux dont l'un constitue l'élément principal et qui sont liés entre eux par des processus technologiques voisins . Tous les travaux concernant un cycle doivent être réalisés dans la période choisie ou imposée et le début d'un cycle de travaux n'est possible que si le précédent est achevé, ceci nous permet d'éviter d'avoir un grand nombre d'ouvriers sur le même secteur .

Sur cette base, la présente construction a été divisée comme suit :

- Sous-sol :  
contient :

- les fouilles
- les fondations
- voiries et réseaux divers
- murs en élévation
- planches
- dalles
- cloisons
- finitions intérieures etc ...



- Etage :

- Murs en élévation
- planches
- cloisons
- installations technico-sanitaires
- enduits etc ...

- Hall :

- Murs coupe feu
- canivaux
- canalisations intérieures
- montage poteaux
- montage fermes ect ...

- Toits (terrasses)

- Béton d'uniformité
- isolation hydrofuge
- isolation thermique etc ...

Tout le détail, sera indiqué dans le tableau récapitulatif du métré .

## CHAPITRE II - DETERMINATION DES TECHNOLOGIES

### D' EXECUTION

Pour ce projet ; on a choisi les méthodes de travail correspondant à un niveau moyen de l'industrialisation des activités de construction , Ceci se traduit par les considérations suivantes :

#### 1 - Terrassements Généraux :

Ces travaux seront exécutés suivant le cas :

- a) pour les terrassements dans les espaces larges ; on utilise les engins tels que scraper, excavateur
- b) pour les finitions et les feuilles dans les espaces réduits (canivaux, VRD), on a recours à la main d'oeuvre .

Le transport sera effectué à l'ai de de camions bennes d'une capacité égale à 10 t . Les terres seront déchargées en un dépôt et compactées .

#### 2 - Béton :

##### 2.1. Préparation et transport

Les bétons et mortiers seront fournis à partir d'une section centrale dont les caractéristiques seront données une fois le programme de réalisation adopté . Le transport s'effectuera à l'aide de dumpers jusqu'au rayon d'action de la grue qui fera le transport vertical et horizontal .

##### 2.2. Mise en oeuvre :

Le béton est coulé sur place et vibré à l'aide de vibrateurs à plaques ayant une fréquence de l'ordre de 3000 cycles/ . La hauteur de coulage ne doit pas excéder 3.000 m pour

éviter le phénomène de désagrégation . La protection du béton contre les intempéries se fait à l'aide de toiles bachées .

### 3. Acier :

On prévoit un atelier de ferrailage apte à satisfaire les besoins de consommation et qui sera partie intégrante des unités de production auxiliaire .

### 4. Fermes et poteaux :

Les fermes seront peintes au sol ; éliminant ainsi l'échafaudage indispensable dans le cas contraire, et réduisant le coût .

Le montage est fait avec soin à l'aide de grues automotrices .

On considère que le présent chantier dispose de la main d'oeuvre qualifiée et non qualifiée, nécessaire aux travaux dans les limites admissibles . Le programme de travail étant de 8 heures par jour ; sauf pour certains processus (terrassements) où il est de 16 heures .

En tenant compte que le chantier est un peu isolé, la base de production sera dimensionnée en conséquence . Elle sera située dans le voisinage immédiat des ouvrages à construire .

Pour assurer la stabilité des forces de travail sur le chantier, et pour éliminer les fluctuations ; il est nécessaire de créer des conditions de vie décentes pour les ouvriers en installant des constructions provisoires (dortoirs, cantines etc ...) .

On considère qu'il n'y a pas de restriction spéciale concernant l'approvisionnement en matériaux (sable, ciment, gravier, briques) et en préfabriqués . On pourra disposer de ces matériaux sur un rayon de 50 km par rapport à l'emplacement du chantier .

SEQUENTIELLES

On cherche à obtenir des successions judicieuses du point de vue technologique concernant l'exécution des processus ou des cycles de travaux . On cherchera aussi la superposition de plusieurs processus, dans le but de diminuer la durée d'exécution .

L'exécution des éléments de résistance se fait de bas en haut dans l'ordre d'appuis : fondations, murs, planchers etc . . . .

Les cloisons en briques ne peuvent pas être exécutées simultanément avec les murs porteurs à cause du manque de front de travail . Cette exécution devient possible seulement après le décoffrage de planchers et à la condition que deux planchers supérieurs aient été coulés au dessus du secteur où se développe l'activité des ouvriers .

Le décoffrage des planchers ne peut être fait qu'à la condition que le béton soit arrivé à 50 % + 70 % de sa résistance totale (23 jours) . Ces proportions varient selon le cas :

- 50 % pour les portées jusqu'à 2 m
- 70 % pour les portées allant jusqu'à 8 m
- 100 % pour les portées supérieures .

Le délai d'obtention de ces résistances est fonction de la qualité du béton et varie de 2 jours jusqu'à 10 . Les parties latérales peuvent être décoffrées après 2 jours .

Les installations intérieures encastrées sont montées après l'exécution des cloisons et précèdent celle des enduits . Les installations apparentes suivent immédiatement l'exécution des enduits . Les peintures à l'huile et le badigeonnage à la chaux

deviennent possibles après le séchage des enduits (2 à 9 jours) . Les enduits extérieurs sont faits du haut vers le bas et ne sont possibles qu'après le séchage des enduits intérieurs .

L'étude des plans concernant la filature, nous conduit à adopter la succession suivante .

Le hall de production fera l'objet d'une attention particulière . La présence de caniveaux sous la côte C,00 ainsi que l'obligation d'utiliser les grues pour le montage des poteaux, fermes, contrevents et toits ; nous recommande de commencer l'exécution des caniveaux et des sous-sols des Annexes Techniques après le montage des éléments métalliques . Le détail de ce choix se présente comme suit :

- Nivellement de la plate forme
- Fouilles continues pour les fondations des poteaux (  $R_1$  ,  $R_2$  ,  $R_3$  ,  $R_4$  ,  $R_5$  ) et des murs coupe-feu (  $MCF_1$  ,  $MCF_2$  )
- Bétonnage des fondations
- Implantation des poteaux métalliques à l'aide des grues
- Montage des fermes
- Montage du contreventement
- Montage du toit
- Fouilles pour caniveaux
- Bétonnage des caniveaux
- Dallage
- Montage du Bardage

EN SECTEURS

Le principe du travail à la chaîne suppose la formation de brigades ou d'équipes d'ouvriers auxquelles on affecte l'exécution de tâches particulières (bétonnage, fouilles, enduits, maçonnerie etc ...).

L'objet à construire est alors divisé en secteurs (espace réservé à une équipe pour exécuter une tâche).

De l'examen du projet, une première division se fait selon les niveaux :

- Sous-sol
- R D C
- Etage

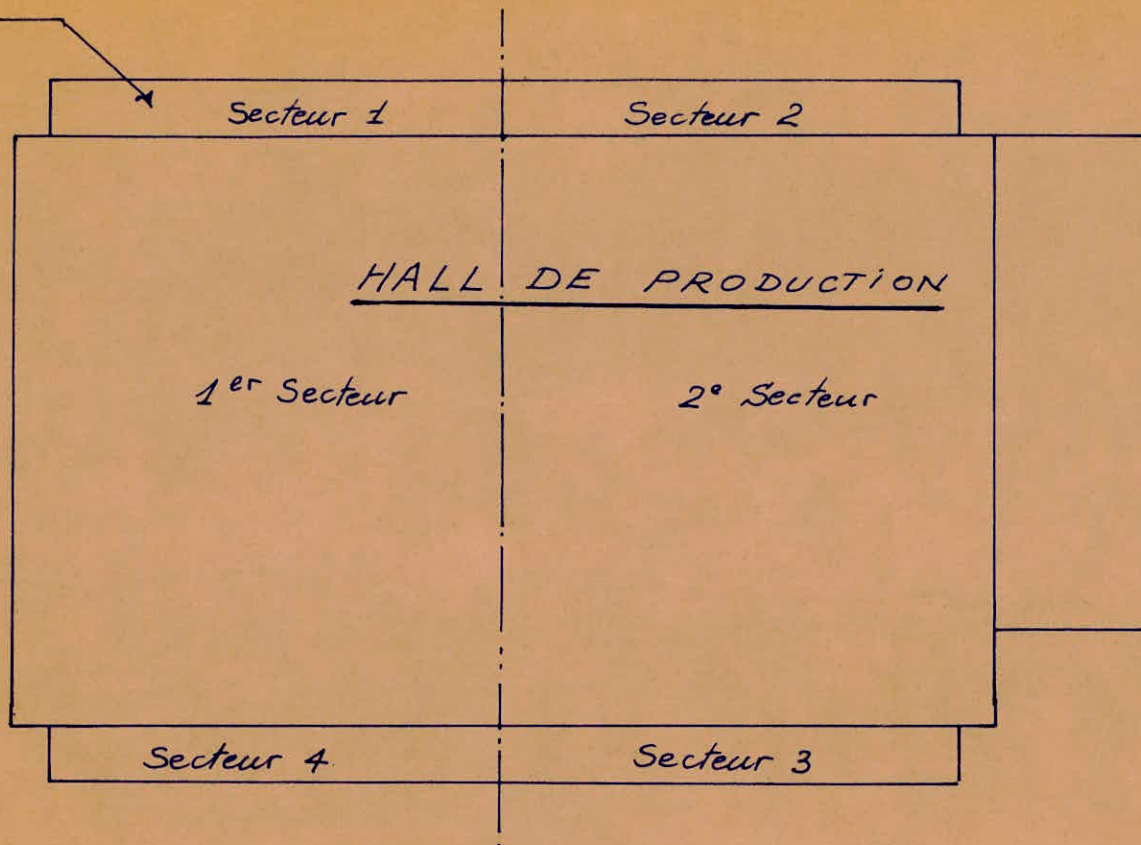
Afin de pouvoir exécuter sur le même niveau plusieurs tâches en parallèle tout en gardant l'ordre de leur succession imposée par le processus technologique, on a élargi la division de chaque niveau à 2 secteurs et même à 4 secteurs.

La division choisie se présente ainsi :

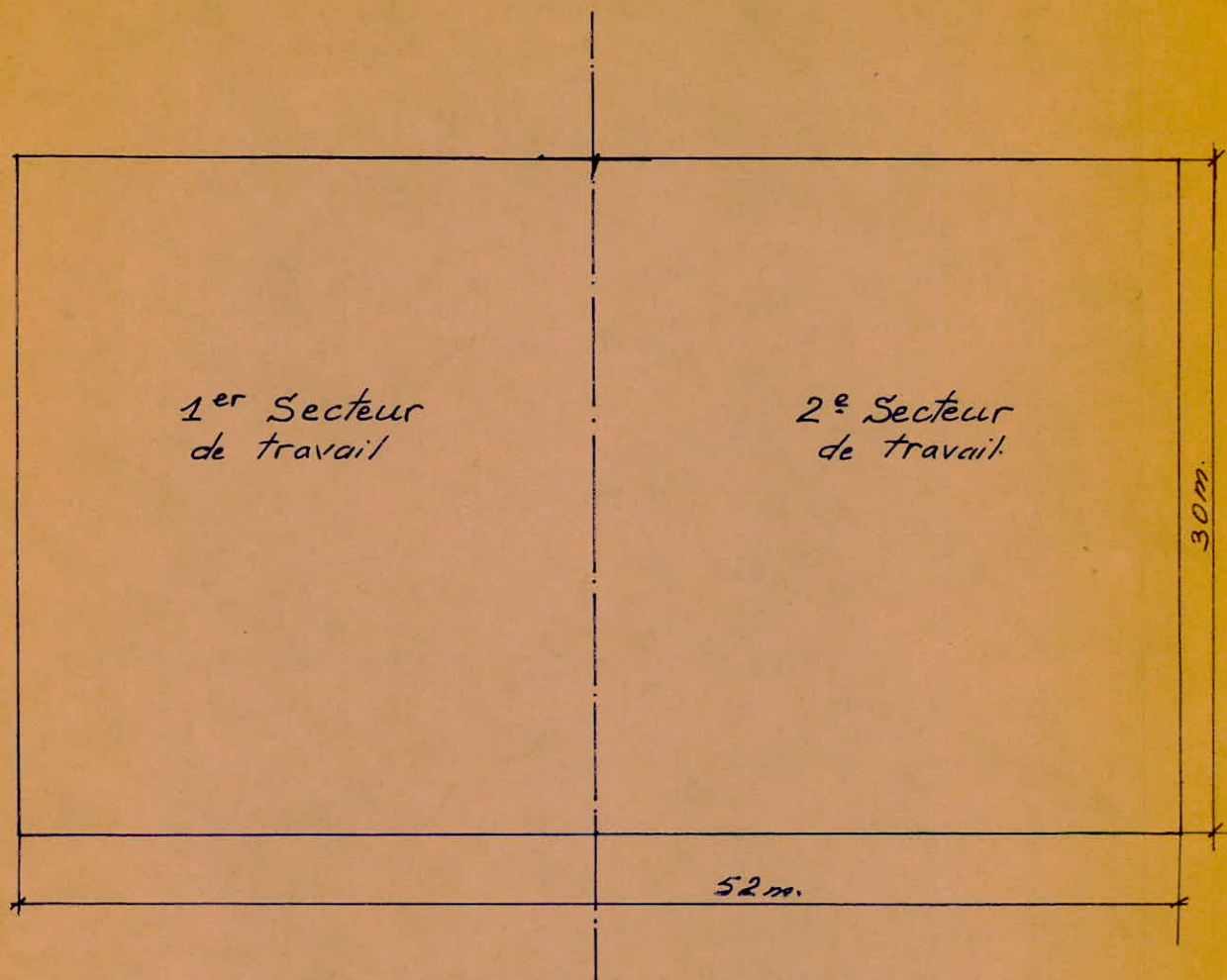
- Hall de production, dépôt de balles, et mur de soutènement : 2 secteurs chacun
- Annexes techniques : 4 secteurs par niveau
- Poste de Haute Tension : 1 secteur

Le principe d'uniformité des équipes nous impose d'avoir des quantités de travaux égales sur tous les secteurs afin d'avoir un module de temps constant sur les secteurs. En réalité, une légère différence de l'ordre de 10 % peut être admise.

Annexes  
Techniques



**FILATURE** (DISPOSITION DES  
SECTEURS DE TRAVAIL)



DEPOT BALLES DE COTON.



Les notations choisies pour désigner les diverses quantités de travaux sont ainsi présentées :

- Fon  $H_1$  = Fondations Hall, 1er secteur

- Fon  $H_2$  = Fondations Hall, 2e secteur

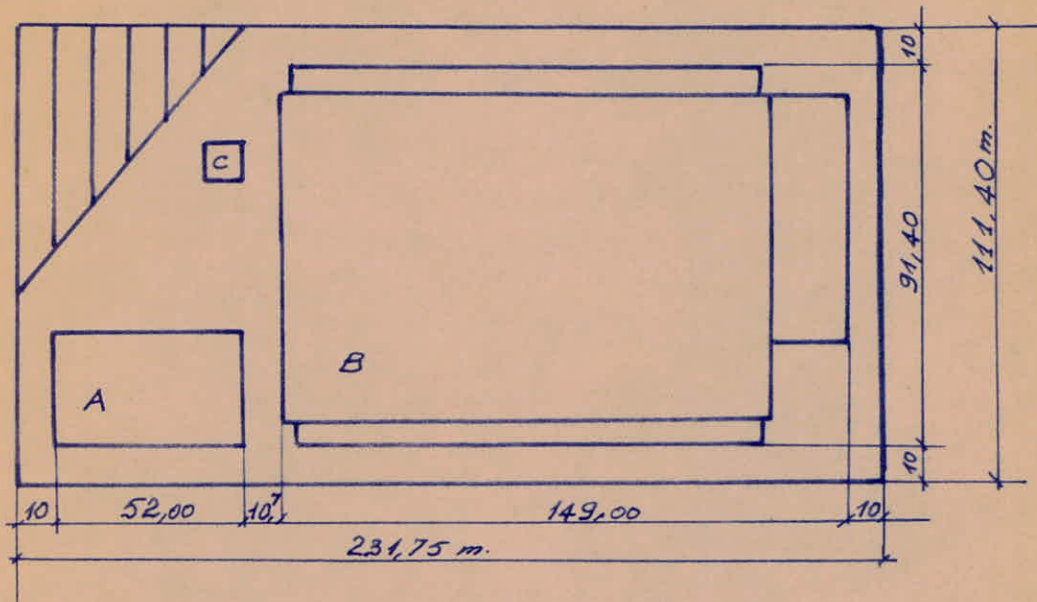
-  $E_1^0$  = Bétonnage niveau zéro, 1er secteur

-  $E_1^1$  = Bétonnage niveau 1, 1er secteur

Le détail sera expliqué dans le tableau présenté au chapitre 15 ? .

CALCUL DES QUANTITES DE TRAVAUXPAR ACTIVITE COMPOSANTE

En l'absence du métré relatif au projet à étudier, on a été obligé de calculer les quantités de travaux pour chaque objet de construction (Nivellement Général, Mur de Soutènement, Hall de production, Annexes Techniques), et par secteur . Ce calcul sera détaillé dans l'annexe qui suit . Un tableau récapitulatif regroupant les travaux en cycles autour des tâches principales sera dressé à la fin du calcul . Ainsi, par exemple ; le cycle relatif au béton en murs comprend le coffrage, le montage de l'acier et le coulage du béton .



A : Dépôt balles de coton

B : Nouvelle Filature ( Hall de Production + Annexes Techniques)

C : Poste de Haute Tension

NIVELLEMENT DE LA PLATE FORME

(Fig 1)

OBJET I : - Nivellement Général

On a groupé ici les travaux de décapage de terre végétale et de terrassement en pleine masse la figure 1 montre ; la situation des objets .

1/ - Décapage des terres végétales

Surface totale - surface triangle =  
surface à décaper .

$$S_{/tot} = 231,75 \times 111,40 = 25816,95 \text{ m}^2$$

$$S_{/} = \frac{1}{2} (52,5 + 10) \times (111,40 - 40) = 2231,25 \text{ m}^2$$

La surface à décaper se réduit alors à :

$$S_1 = 25816,95 - 2231,25 = 23585,7 \text{ m}^2$$

$$\text{On prend alors : } S = 23600 \text{ m}^2$$

2/ - Terrassement en pleine masse

Nous avons pris une hauteur de terrain uniforme sur toute la plate forme à niveller, ce qui nous donne un volume de terres à déplacer :

$$H = 2,00 \text{ m}$$

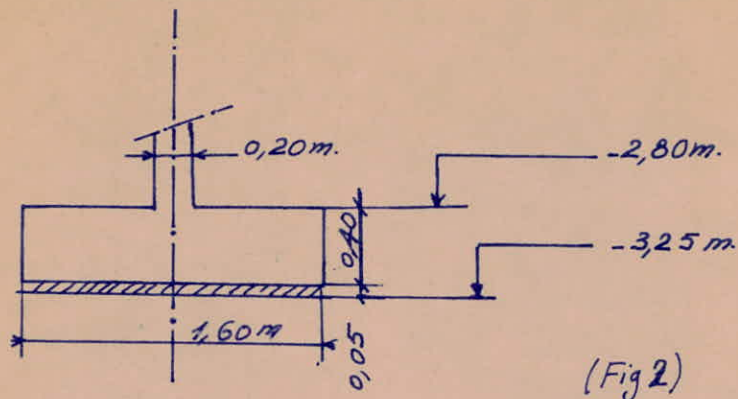
$$V = 23600 \times 2,00 = 47200 \text{ m}^3$$

OBJET II : - Nouvelle filature :Ensemble 1 : Hall de production

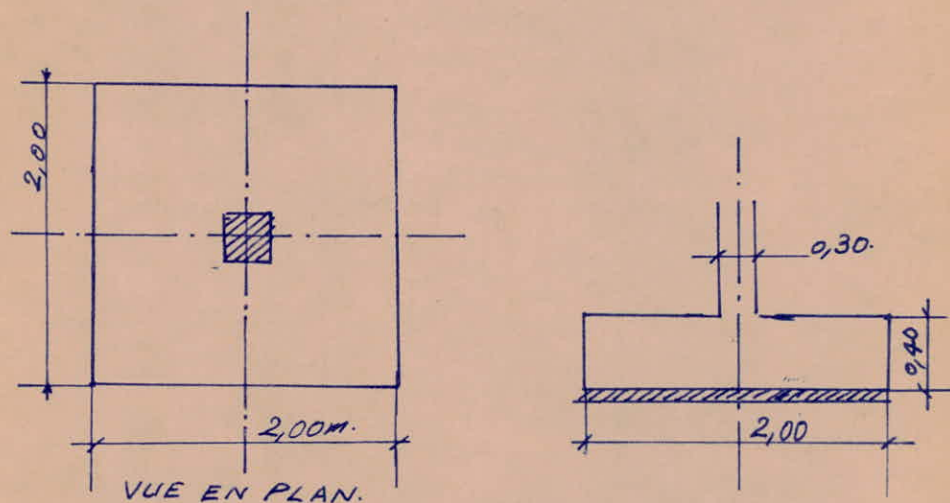
1/ le détail des fondations montré dans la figure 2 ; nous permet d'avoir le volume des tranchées à creuser .

Les calculs se présentent comme suit :

Coupe sur mur extérieur:



Détail d'une semelle isolée:



Section du poteau: (0,30x0,30) m.

(Fig 3)

DETAIL DES FONDATIONS  
DE LA FILATURE

$$77,40 \times 3,25 \times 2 \times 6 = 3018,6 \text{ m}^3$$

$$65 \times 2 \times 3,75 \times 2 = 975 \text{ m}^3$$

On prend alors un volume de terres égal à :  
4000 m<sup>3</sup>

## 2/ Fondations

### 2.1. Béton de propreté :

C'est une couche de béton de 5 cm d'épaisseur destinée à servir de support aux fondations . Cette quantité sera exprimé au m<sup>2</sup> .

$$77,40 \times 2,00 \times 6 = 928,8 \text{ m}^2 .$$

$$65 \times 2 \times 2 = 260 \text{ m}^2 .$$

Ce qui donne une surface totale de 1200 m<sup>2</sup>  
(1.188,8 m<sup>2</sup>) ;.

### 2.2. Semelles et rigoles de fondations :

Le nombre de semelles isolées pour poteaux est déterminé d'après le plan du sous sol ce nombre se chiffre comme suit :

$$N = 5 \times 12 + 2 \times 11 + 22 + 3 = 107$$

Le détail d'une semelle isolée est montré sur la figure 3 et nous permet ainsi de déterminer le volume de béton nécessaire à l'exécution .

$$107 \times 2,00 \times 2,00 \times 0,40 = 171,20 \text{ m}^3$$

Le volume du béton pour les rigoles

$$77,40 \times 1,60 \times 0,40 \times 3 = 148,60 \text{ m}^3$$

On prend un volume total de 320 m<sup>3</sup> .

### 2.3. Poteaux

La section d'un poteau est  $(0,30 \times 0,30)$  et la hauteur est 2,80 m ; ce qui donne un volume de béton :

$$107 \times 0,30 \times 0,30 \times 2,80 = 26,96 \text{ m}^3 \text{ (27 m}^3\text{)} .$$

### 2.4. Coffrage des poteaux

La surface à coffrer se détermine ainsi :

$$0,30 \times 2,80 \times 4 \times 107 = 359,5 \text{ m}^2 \text{ (360 m}^2\text{)} .$$

## 3/ Béton armé

### 3.1. Murs coupe-feu

L'épaisseur de ces murs est 20 cm et s'élèvent sur une hauteur de 9,20 m ; ce qui donne un volume de béton :

$$77,40 \times 7,75 \times 2 \times 0,2 = 239,94 \text{ m}^3$$

$$(9,2 - 7,75) 65 \times 0,25 \times 2 = 47,12 \text{ m}^3$$

Le mur donnant sur le vestiaire absorbe un volume de béton :

$$65 \times 3,3 \times 0,2 = 42,9 \text{ m}^3 .$$

On prend alors un volume total de  $330 \text{ m}^3$  (329,6 m<sup>3</sup>) .

### 3.2. Coffrage

On calcule la surface à coffrer, comme suit :

$$2 \left\{ (77,4 \times 7,75 \times 2) + (9,2 - 7,75) \times 65 + 65 \times 3,3 \right\} = 3205,36 \text{ m}^2$$

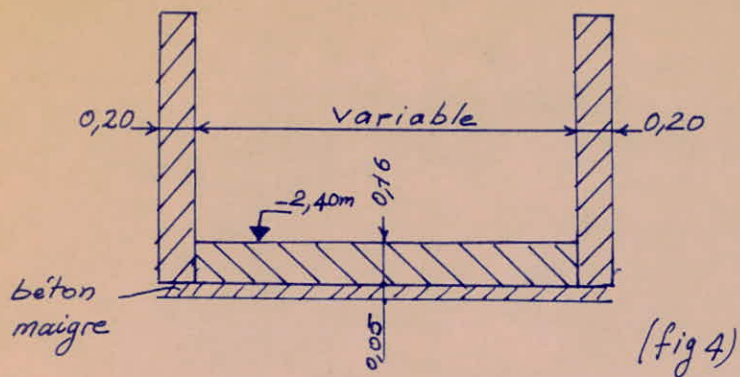
On prend  $3300 \text{ m}^2$

## A. - Fouilles pour caniveaux :

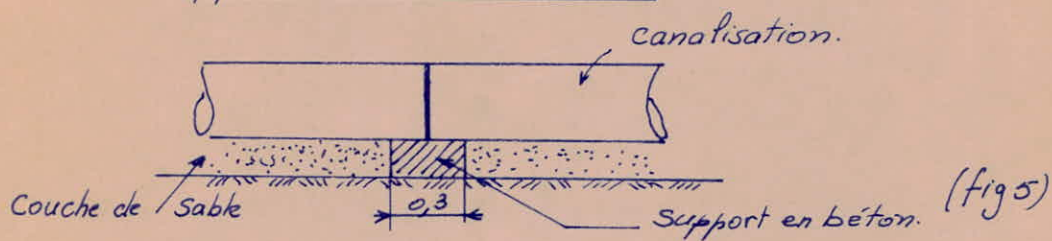
Le détail des caniveaux est indiqué sur la figure 4 . Seule la largeur varie entre 2,35, 1,50 et 1,00 m .

### A.1. - Volume des terres à déplacer :

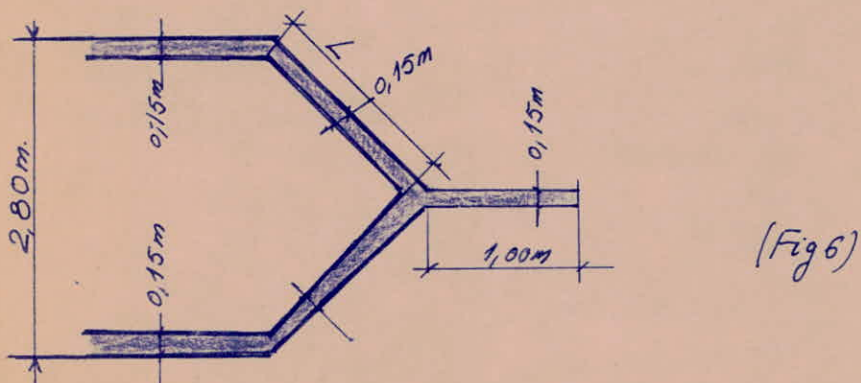
Coupe sur caniveau:



Appui des canalisations



coupe sur escalier:





$$11 \times (1,00 + 2 \times 0,2) \times 2,61 \times 77,40 = 3111 \text{ m}^3$$

$$(2,35 + 2 \times 0,2) \times 2,61 \times 77,40 = 553,5 \text{ m}^3$$

$$(1,50 + 2 \times 0,2) \times 2,61 \times 129 = 639,7 \text{ m}^3$$

Ce qui donne un volume total : 4 305 m<sup>3</sup>

#### A.2. Béton en canivaux

$$2 \times 2,40 \times 0,2 \times 1058 = 1015,68 \text{ m}^3$$

$$0,16 \times 2,35 \times 77,40 = 28,97 \text{ m}^3$$

$$0,16 \times 1,00 \times 77,40 \times 11 = 136,22 \text{ m}^3$$

$$0,16 \times 1,50 \times 129 = 21 \text{ m}^3$$

Le volume total de béton est alors pris égal à 1 220 m<sup>3</sup>.

### 5. Canalisations intérieures

Les fouilles sont exécutées dans des espaces réduits ; on considère alors les profondeurs inférieures à 3 m et celles qui sont supérieures .

#### 5.1. Fouilles dans les espaces réduits dont la profondeur est inférieure à 3 m

On a pris une largeur de tranchée égale à 0,90 m .

$$272,1 \times 0,90 \times 1,40 = 342,84 \text{ m}^3$$

#### 5.2. Fouilles dans les espaces réduits dont la profondeur est supérieure à 3 m

$$0,90 \times 4,30 \times 37,9 = 146 \text{ m}^3 .$$

La longueur des tranchées est déterminée par mesure directe sur le plan n° 12003 .

#### 5.3. Sable

On prend une couche de sable de 10 cm d'épaisseur :

$$(272,1 + 37,9) \times 0,90 \times 0,10 = 27,9 \text{ m}^3 \text{ (28 m}^3\text{)}$$

#### 5.4. Béton :

Les supports en béton sont disposés au droit de chaque épreuve d'étanchéité, soit tous les 3 m .

$$0,30 \times 0,10 \times 0,9 \times \frac{310}{3} = 2,78 \text{ m}^3 \quad (3 \text{ m}^3)$$

## 6/ Dalles

Les dalles courent une surface égale à :

$$149 \times 77,40 = 11532,6 \text{ m}^2 .$$

L'épaisseur de cette dalle est égale à 15 cm et repose sur une couche de béton maigre de 5 cm d'épaisseur .

On opte finalement pour une surface :

$$11540 \text{ m}^2 .$$

Ensemble II : Sous - sol des annexes techniques :

### 1/ Terrassements :

Les dimensions des annexes nous permettent de les considérer comme des espaces larges . Il nous sera alors possible de faire appel à un excavateur pour exécuter les fouilles .

Sur le volume total des excavations à exécuter, on peut considérer que 80 % sont, exécutées à la machine, le reste concernant la finition sera fait à la main avec les outils usuels ( pelle, pioche, etc ... ) :

Volume de terre à déplacer :

$$2 \times (124,80 + 1,60) \times (7,00 + 1,60) \times 3,05 = 6630,94 \text{ m}^3 .$$

$$(65 + 1,60) (19 + 1,60) \times 3,50 = 4801,86 \text{ m}^3$$

Soit un volume total : 11432,8 m<sup>3</sup> .

Part revenant à l'excavateur :  $V_1$

$$V_1 = 0,8 \times 11432,8 = 9146,24 \text{ m}^3 \quad (9150 \text{ m}^3)$$

$$V_2 = 0,2 \times 11432,8 = 2289,56 \text{ m}^3 \quad (2300 \text{ m}^3)$$

### 2/ Fondations :

La longueur des rigoles pour murs extérieurs, se calcule de la manière suivante :

Nous avons pris une cabine technique et supposé qu'il en est de même pour l'ensemble des cabines (10) .

Les fondations sont identiques à celles montrées sur la figure : 2 .

$$\text{rigoles : } 1,4 + 6,4 = 7,8 \text{ m}$$

ce qui donne 78 m

$$\text{Contour intérieur : } 19 \times 4 + 2 \times 119,4 = 314,8 \text{ m}$$

$$\text{Contour extérieur : } 2 \times 149,00 + 7,00 \times 4 = 326 \text{ m}$$

$$\text{La longueur totale est : } 78 + 314,8 + 326 =$$

$$718,8 \text{ m}$$

### 2.1. Béton maigre :

$$2 (7,00 + 1,60) \times 124,80 = 2146,56 \text{ m}^2 \quad (2150 \text{ m}^2)$$

$$65 \times (19,00 + 1,60) = 1339 \text{ m}^2 \quad (1340 \text{ m}^2)$$

On prend alors une surface totale de  $3490 \text{ m}^2$  .

### 2.2. Rigoles de fondations :

Le volume de béton nécessaire à l'exécution des fondations est :

$$(78 + 314,8 + 326) \times 1,60 \times 0,40 = 460 \text{ m}^3$$

## 2. Murs

L'épaisseur des murs est 30 cm ; ce qui donne un volume de béton :

$$718,8 \times 0,30 \times 2,55 = 549,88 \text{ m}^3 \quad (550 \text{ m}^3)$$

La quantité de coffrage nécessaire pour l'exécution de ces murs :

$$\frac{550}{0,2} \times 2 = 5500 \text{ m}^2$$

#### 4. Maçonnerie en briques :

Ici aussi nous avons supposé une répartition uniforme des maçonneries dans les cabines techniques .

La surface de maçonnerie se divise comme suit :

$$\begin{aligned} 7,65 \times (6,92 - 3,40) \times 5 &= 134 \text{ m}^2 \\ 26,1 \times 3,52 \times 5 &= 459,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

On prend une surface de maçonnerie égale à  $600 \text{ m}^2$  par niveau, dans les annexes techniques .

#### 5. Isolation hydrofuge verticale :

Elle est constituée par une maçonnerie de protection verticale ; construite entre le niveau  $- 2,80$  et le niveau  $0,00$  . Son rôle est d'empêcher les éventuelles infiltrations d'eaux dans le sous sol .

Ainsi nous aurons :

$$2 (91,40 + 149) 2,80 = 1346,24 \text{ m}^2 (1350 \text{ m}^2)$$

#### 6. Dalles :

La surface à couvrir se définit comme suit :

$$\begin{aligned} 2 (7,00 \times 124,80) + 65 \times 19 &= 1235 + 1747,2 \\ &= 2982,2 \text{ m}^2 (3000 \text{ m}^2) \end{aligned}$$

#### 7. Escaliers :

Le volume de béton nécessaire à la réalisation des escaliers se calcule d'après la figure n°

$$L^2 = \sqrt{4} \times 2$$

donc, la valeur de  $L = 1,86 \text{ m}$  ( $L = 2 \text{ m}$ )

le volume de béton :

$$\begin{aligned} (2 \times 2 \times 1) 0,15 &= 0,6 \text{ m}^3 \\ 2 \times 0,15 &= 0,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Finalement, on prend 1 volume de  $1 \text{ m}^3$  de béton par escalier ; ce qui se traduit pour les 4 escaliers par un volume de  $4 \text{ m}^3$  .

9 - Cloisons :

On a pris une surface de cloisons, par niveau, égale à  $50 \text{ m}^2$ .

10. Canalisations intérieures :

La longueur de ces canalisations est définie d'après l'étude du plan fourni : n° 12003 .

$$L = 439 \text{ m}$$

La largeur des tranchées est  $0,90 \text{ m}$  ce qui nous donne un volume de terres à déplacer :

$$2 \times 65 \times 0,90 \times 1,00 = 117 \text{ m}^3$$

$$65 \times 1,40 \times 1,40 = 91 \text{ m}^3$$

$$120 \times 0,90 \times 1,00 = 108 \text{ m}^3$$

$$6 \times 7,00 \times 1,50 \times 0,9 = 56,7 \text{ m}^3$$

$$82 \times 0,90 \times 1,50 = 110,7 \text{ m}^3$$

Fosse de pompage :  $2,4 \times 3,4 \times 450 = 37 \text{ m}^3$

Béton de propreté :  $2,4 \times 3,4 \times 0,1 = 0,816 \text{ m}^3$

Béton armé :

L'épaisseur des parois est égale à  $20 \text{ cm}$  ; le volume de béton armé est pris :  $4 \text{ m}^3$

La surface à coffrer est :  $40 \text{ m}^2$

Sable :

On prend une couche de sable de  $10 \text{ cm}$  d'épaisseur ; au fond des tranchées .

$$440 \times 0,9 \times 0,1 = 39,6 \text{ m}^3 \quad (40 \text{ m}^3)$$

Regards :

On a énuméré 40 regards sur le plan .

Béton de support :

Ce béton se trouve au droit de chaque épreuve, soit tous les  $3 \text{ m}$  environ .

$$\frac{440}{3} \times 0,10 \times 0,25 \times 0,9 = 3,3 \text{ m}^3 \quad (4 \text{ m}^3)$$

Ensemble III : Rez-de-chaussée Annexes Techniques :1 - Murs :

La hauteur d'un étage est 3,35 m . Le volume de béton dans les piliers se définit comme suit :

$$(46 \times 2 + 25 \times 2 + 26) \times 0,3 \times 0,3 \times 3,35 = 50,65 \text{ m}^3 .$$

Le béton nécessaire pour l'exécution des murs :

$$(10 \times 4 \times 7,00 + 19,00) \times 0,2 \times 3,55 = 200 \text{ m}^3$$

On prend un volume total de  $250 \text{ m}^3$

La surface totale à coffrer est égale à  $2500 \text{ m}^2$  .

2 - Plancher au dessus du rez-de-chaussée :

L'épaisseur de ce plancher est 25 cm et couvre une surface de  $2 \times 7 \times 124,80 = 1747 \text{ m}^2$  ( $1750 \text{ m}^2$ ) .

Il est à noter que les autres quantités restent sans changement .

Ensemble IV : 1er étage Annexes Techniques .1. Murs

Le volume de béton pour les murs :

$$6 \times 124,80 \times 0,3 \times 3,55 = 790,72 \text{ m}^3$$

$$4 \times 7,00 \times 2 \times 0,9 = 59,136 \text{ m}^3$$

Volume de béton pour les piliers =:

$$0,3 \times 0,3 \times 26 \times 3,55 = 8,3 \text{ m}^3$$

On prend un volume total égal à  $860 \text{ m}^3$

Ensemble V : 2e étage Annexes Techniques1. Béton

$$\text{Murs} : 2 \times (5,80 + 6,4) \times 10 \times (10 - 7,75) = 109,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Corniches} : (7,75 - 6,92) \times 2 \times 124,80 \times 0,2 = 41,43 \text{ m}^3$$

$$\text{Acrotères} : 8,44 \times 26 \times 0,2 \times 10 = 438,88 \text{ m}^3$$

Ceci nous donne un volume de béton de

( $600 \text{ m}^3$ ) .

## 2. Dalles sur terrasse :

L'épaisseur de cette dalle est 25 cm et couvre une surface de :

$$10 \times 5,8 \times 6,4 = 371,2 \text{ m}^2$$

Le volume de béton nécessaire est :  $(92,8 \text{ m}^3)$  auquel on ajoute le béton pour les escaliers, calculé précédemment (Ensemble II, 7 )

## OBJET III : Dépôt de balles de coton :

### 1 - Fouilles pour fondations :

La figure N° 2 montre le détail de fondations ce qui nous permet de déterminer le volume des terres à déplacer .

$$(52 \times 2 + 3 \times 30) \times 200 \times 1,10 = 426 \text{ m}^3$$

### 2 - Béton maigre :

La surface à couvrir est celle servant de support aux fondations

$$(52 \times 2 + 30 \times 3) \times 2,00 = 388 \text{ m}^2 .$$

### 3 - Béton pour rigoles

On conserve les mêmes fondations adoptées pour le Hall de production :

largeur : 1,60 m; épaisseur 40 cm . Le volume de béton nécessaire pour la réalisation des fondations se calcule comme suit :

$$(52 \times 2 + 3 \times 30) 1,60 \times 0,4 = 125 \text{ m}^3$$

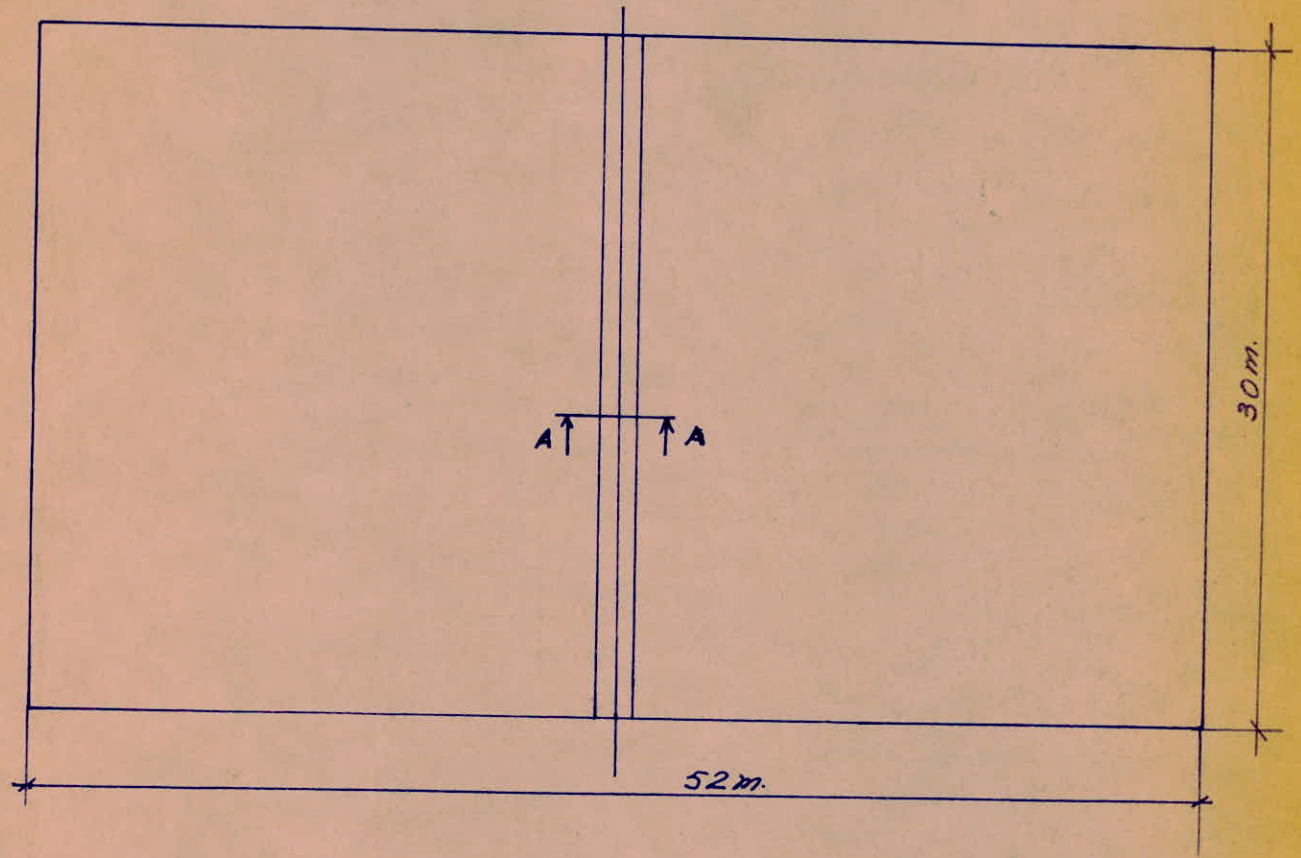
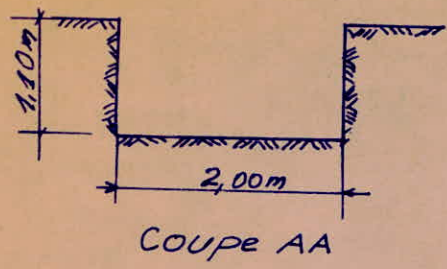
### 4 - Béton en poteaux :

#### 4.1. Béton

On a énuméré 18 piliers qui serviront à monter l'ossature métallique du dépôt . On a pris une section  $(0,3 \times 0,3)$  ce qui donne :

$$V = 0,3 \times 0,3 \times 1,10 \times 18 = 1,78 \text{ m}^3$$

Détail sur tranchée.



DEPOT BALLES DE COTON  
FONDACTIONS



4.2. Coffrage :

$$0,3 \times 4 \times 1,10 \times 18 = 23,76 \text{ m}^2 \quad (24 \text{ m}^2)$$

5. Murs en béton5.1. Murs :

Ces murs sont à la périphérie du dépôt .

On a pris une épaisseur égale à 20 cm, ce qui donne un volume de béton égal à :

$$2 (52 + 30) \times 1,10 \times 0,2 = 36 \text{ m}^3$$

5.2. Coffrage :

La surface à coffrer se calcule ainsi :

$$S = \frac{36 \times 2}{0,2} = 360 \text{ m}^2$$

6. Dalles :

La surface à daller est :  $30 \times 52 = 1560 \text{ m}^2$

Cette dalle aura une épaisseur de 15 cm et sera posée sur une couche de béton maigre de 5 cm d'épaisseur .

7. Ossature métallique :

Cette ossature métallique est identique pour le hall de production et le dépôt et se définit comme suit :

7.1. Hall de production :

Nous avons pu énumérer les poteaux et les fermes destinés à former l'ossature de résistance .

$$\text{Poteaux} : 3 \times 12 + 16 + 22 = 74 \text{ p}$$

Fermes : 72 de portée égale à 26 m et de poids unitaire de 3,5 t

Bardage :

On a pris une hauteur de 10,00 m ; la surface se définit :

$$(65 + 14 + 77,40 + 10,40) = 166,8 \times 10 = 1668 \text{ m}^2 \text{ on prend } (1660 \text{ m}^2)$$

7.2. Dépôt de balles :

La portée des fermes est la même que celles du hall (26 m) ; on a énuméré 12 unités .

Les poteaux sont au nombre de 18 ; et ont  
1 hauteur de 5,70 m la surface du bardage extérieur :

$$H = 7,00 \text{ m}$$

$$S = 2 (52 \times 30) \times 7,00 = 1148 \text{ m}^2 \quad (1150 \text{ m}^2)$$

#### OBJET IV : Poste de Haute Tension

##### 1/ Fouilles pour fondations :

Le volume des terres à déplacer se calcule  
de la manière suivante :

$$2 \times 1,05 \times 0,60 \times 4,00 = 5,04 \text{ m}^3$$

$$1,05 \times 0,80 \times 7,40 = 6,2 \text{ m}^3$$

$$0,80 \times 1,80 \times 7,40 = 10,65 \text{ m}^3$$

Ce qui donne un total :

$$V = (5,04 + 6,2 + 10,65) = 22 \text{ m}^3$$

##### 2/ Béton de propreté :

$$0,60 \times 2 \times 7,40 + 0,8 \times 2 \times 4,00 = 15,28 \text{ m}^2$$

$$7,40 \times 4 = 29,6 \text{ m}^2$$

La surface de cette couche de béton maigre  
est :  $(45 \text{ m}^2)$  .

##### 3/ Dalle sur sol :

L'épaisseur de la dalle est 15 cm ; la  
surface couverte est de :

$$7,4 \times 4 = 29,6 \text{ m}^2$$

$$1,00 \times 7,4 = 7,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Soit au total : } 37 \text{ m}^2$$

##### 4/ Béton en murs :

###### 4.1. Murs :

$$2 (8,4 + 4,00) \times 3,700 \times 0,2 = 16,9 \text{ m}^3 \quad (17 \text{ m}^3)$$

###### 4.2. Coffrage :

La surface à coffrer est :

$$S = \frac{17 \times 2}{0,2} = 170 \text{ m}^2$$

##### 5/ Béton en fondations :

Le détail des fondations, nous permet d'  
avoir le volume de béton nécessaire :

$$\begin{aligned}
 0,60 \times 0,25 \times 7,4 \times 2 &= 2,22 \text{ m}^3 \\
 0,80 \times 0,25 \times 4,00 \times 2 &= 1,6 \text{ m}^3 \\
 0,25 \times 0,75 \times 7,40 \times 2 &= 2,77 \text{ m}^3 \\
 0,25 \times 0,75 \times 4 &= 0,75 \text{ m}^3 \\
 0,25 \times 1,50 \times 4 &= 1,50 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Soit au total un volume de  $(10 \text{ m}^3)$  .

### 6. Béton en Terrasse :

La dalle terrasse aura une épaisseur de 25 cm, sa surface est de  $7,40 \times 4 = 29,6 \text{ m}^2$  ( $30 \text{ m}^2$ ) .

Ceci se traduit par un volume de béton égal à :  $30 \times 0,25 = 7,5 \text{ m}^3$  .

### OBJET V : Mur de soutènement

Ce mur est composé de 3 parties  $M_1$  ,  $M_2$  ,  $M_3$  .

#### 1. Fouilles pour Fondations

Le volume des terres à creuser se calcule comme suit :

$$\begin{aligned}
 12 \times 1,30 \times 0,90 &= 14,04 \text{ m}^3 \\
 24 \times 0,95 \times 1,30 &= 29,64 \text{ m}^3 \\
 18 \times 0,75 \times 1,30 &= 17,55 \text{ m}^3 \\
 1,50 \times 8,4 \times 3,00 &= 37,8 \text{ m}^3 \\
 1,30 \times 9,4 \times 2,00 &= 24,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

On prend un volumetotal de  $(125 \text{ m}^3)$  de tranchées à creuser .

#### 2. Béton en fondations :

Le nécessaire de béton se calcul comme suit :

$$\begin{aligned}
 0,35 \times 1,30 \times 7 \times 6,00 &= 19,11 \text{ m}^3 \\
 3,00 \times 0,70 \times 8,4 &= 17,46 \text{ m}^3 \\
 0,50 \times 2,00 \times 9,4 &= 9,4 \text{ m}^3 \\
 0,35 \times 1,30 \times 12 &= 5,46 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Soit  $(50 \text{ m}^3)$  de béton .

### 3. Béton en élévation

$$\begin{aligned}
 0,25 \times 2,45 \times 4 \times 6,00 &= 14,7 \text{ m}^3 \\
 0,25 \times 2,25 \times 3 \times 6,00 &= 10,12 \text{ m}^3 \\
 8,4 (0,2 \times 5,50 + 1/2 \times 0,55 \times 5,50) &= 21,19 \text{ m}^3 \\
 (0,2 + 0,4 \times 1/2) \times 3,90 \times 9,4 &= 14,66 \text{ m}^3 \\
 2 \times 0,25 \times 2,45 \times 6,00 &= 7,35 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Le volume de béton nécessaire pour l'élévation du mur est ( $70 \text{ m}^3$ ) .

### 4. Chemise de drainage

Elle est destinée à permettre un écoulement correct des eaux . On prend une couche de moellons de 30 cm d'épaisseur sur toute la hauteur du mur .

On peut ainsi déterminer le volume des moellons :

$$\begin{aligned}
 2,45 \times 4 \times 6,00 \times 0,3 &= 17,64 \text{ m}^3 \\
 2,25 \times 3 \times 6,00 \times 0,3 &= 12,15 \text{ m}^3 \\
 3,00 \times 8,4 \times 0,3 &= 7,56 \text{ m}^3 \\
 2,00 \times 9,40 \times 0,3 &= 5,64 \text{ m}^3 \\
 12 \times 2,45 \times 0,3 &= 8,82 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

On prend un volume de  $60 \text{ m}^3$  .

### 5. Coffrage

La surface à coffrer se calcule comme suit :

$$\begin{aligned}
 2,45 \times 24 &= 58,8 \text{ m}^2 \\
 2,25 \times 18 &= 40,5 \text{ m}^2 \\
 3,00 \times 8,4 &= 25,2 \text{ m}^2 \\
 2,00 \times 9,4 &= 18,8 \text{ m}^2 \\
 12 \times 2,45 &= 29,4 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

La somme de toutes ces surfaces est :  $167,79 \text{ m}^2$  ; ce qui se traduit par une surface à coffrer égale à :

$$2 \times 167,79 = 335,58 \text{ m}^2 \quad (340 \text{ m}^2)$$

### Remarque Importante :

La quantité d'acier à utiliser dans les ferrailages est prise dans les proportions suivantes :

0,5 %  $\dot{\div}$  0,6 % pour les plaques

0,8 %  $\dot{\div}$  1 % pour les poteaux

1,2 %  $\dot{\div}$  1,5 % dans les zones d'armatures  
maximum .

Il est rappeler que ce taux qui est indiquée  
donne la section d'armatures par rapport   celle du béton .

On prend alors en moyenne :

Fondations : 50  $\dot{\div}$  70 Kg / m<sup>3</sup>

Plaques : 80  $\dot{\div}$  90 Kg / m<sup>3</sup>

Poteaux : 80  $\dot{\div}$  100 Kg / m<sup>3</sup>

OBJET VI - Travaux Extérieurs :

On groupe ici les activités des enduits extérieurs ; peintures extérieures ; les canalisations extérieures et chaussées et trottoirs .

1 - Enduits extérieurs et peintures :

(Voir figure n° 5 )

La surface à couvrir d'enduits :

$$130 \times 9,92 \times 2 = 2\,579,2 \text{ m}^2$$

$$7,00 \times 9,92 \times 4 = 2\,77,76 \text{ m}^2$$

Soit au total une surface : 2856,96 m<sup>2</sup> .

Les baies pour portes et fenêtres dont la surface est inférieure à 0,5 m<sup>2</sup> ne sont pas déduites de la surface totale .

En l'absence de coupe sur mur, indiquant le taux d'ouvertures dans les murs extérieurs on a pris un pourcentage forfaitaire de 10 % . On retient finalement une surface égale : 2575 m<sup>2</sup> .

2 - Réseau de routes et trottoirs :2.1. Trottoirs :

On prend des trottoirs sur le contour des objets construits ; ce qui nous donne une bande de largeur égale à 1 m et de longueur :

$$L = 2 (149 + 91,40) + 2 (52 + 30) = 644,8 \text{ m}$$

On prend L : 645 m

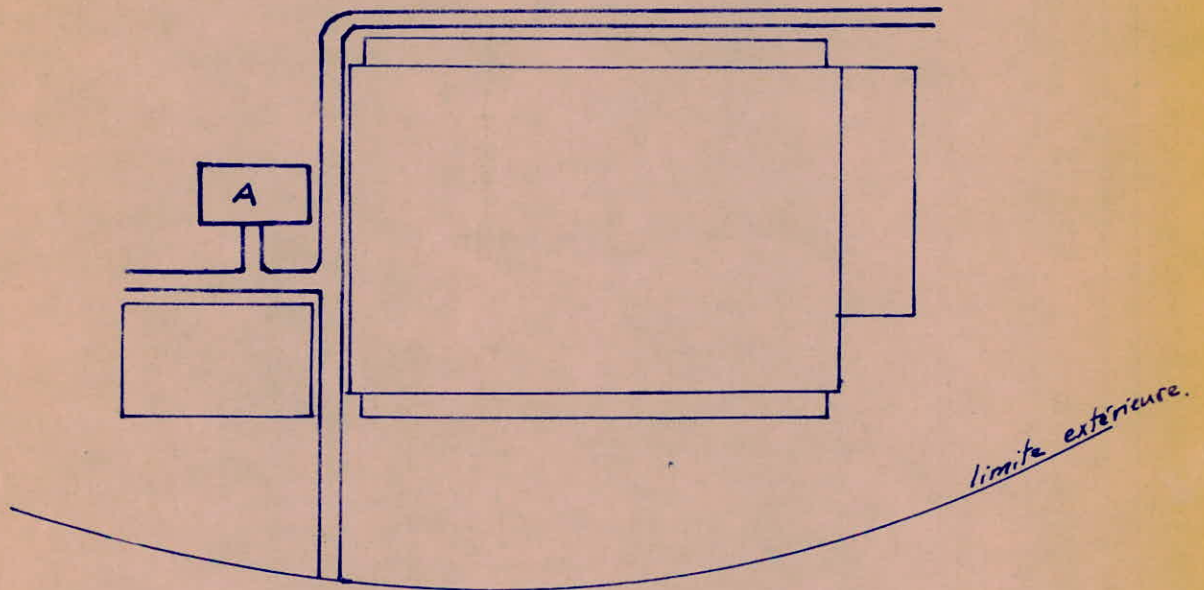
La couche de sable qui servira de support aura une épaisseur de 10 cm ; et nous aurons ainsi un volume :

$$V = 645 \times 0,1 = 64,5 \text{ m}^3$$

Le volume de béton nécessaire aux formations se calcule comme suit :

$$V = 0,20 \times 0,15 \times 645 = 19,35 \text{ m}^3$$

On prend V = 20 m<sup>3</sup>



A : Aire de Parking (30 x 15).

== : Réseau de routes

NOTA : les trottoirs sont à la périphérie de la nouvelle filature et du hall.

DETAIL DES TRAVAUX EXTERIEURS

## 2.2. Routes

### 2.2.1. Réseau Intérieur :

Voir figure n°6

La longueur de ce réseau est  $L = 350 \text{ m}$  .

On prend une largeur égale à  $5,50 \text{ m}$  .

La fondation de la route sera exécutée en béton et aura une épaisseur égale à  $14 \text{ cm}$  .

La surface à couvrir est

$$S = 250 \times 4,00 = 1400 \text{ m}^2$$

L'épaisseur de la forme bitumineuse est égale à  $7 \text{ cm}$ , alors que l'épaisseur de roulement est égale à  $3 \text{ cm}$  .

Les trottoirs ont une longueur :

$$L = 350 \times 2 = 700 \text{ m}$$

Le volume de sable nécessaire pour le support est :  $350 \times 1,50 \times 0,1 = 52,5 \text{ m}^3$  le béton qui sert pour fondation aux trottoirs se calcule comme suit :

$$0,2 \times 0,15 \times 700 = 21 \text{ m}^3$$

### 2.2.2. Aire de parcage :

On prend une surface égale à :

$$S = 30 \times 10 = 300 \text{ m}^2$$

La fondation en béton aura une épaisseur égale à  $14 \text{ cm}$  et la couche de sable aura une épaisseur égale à  $10 \text{ cm}$  .

### 2.2.3. Réseau Extérieur de routes :

On prend une longueur  $L = 250 \text{ m}$

Ce réseau aura les mêmes caractéristiques que le précédent .

$$\text{Fondation : } S = 4,00 \times 250 = 1000 \text{ m}^2$$

$$\text{Sable : } V = 1000 \times 0,1 = 100 \text{ m}^3$$

Les trottoirs ont une longueur

$$L : 250 \times 2 = 500 \text{ m}$$



Le volume de sable nécessaire pour l'exécution du support :

$$V = 500 \times 0,75 \times 0,1 = 37,5 \text{ m}^3$$

Fondations pour les bordures de trottoirs :

$$0,2 \times 0,15 \times 500 = 15 \text{ m}^3 .$$

### 3. Canalisations extérieures :

#### 3.1. Chutes pour eaux pluviales :

On a énuméré 63 descentes d'eaux . On a pris une longueur égale à 13 m par descente :

#### 3.2. Conduites de drainage :

$$L = 500 \text{ m}$$

Volume de terres déplacées :

On a pris une hauteur moyenne égale 1,20 m , ce qui donne :  $V = 0,90 \times 500 = 112,5 \text{ m}^3$

Le volume de remblai à effectuer est  $340 \text{ m}^3$  .

#### 3.2. Réseau de conduites pour eaux pluviales :

##### 3.2.1. $L = 340 \text{ m}$ (déterminé par mesure directe)

Volume de terres déplacées :

$$V = 1,20 \times 0,90 \times 340 = 367,2 \text{ m}^3$$

Regards de chute : ( $\varnothing = 100 \text{ cm}$ ) ; on a pris une profondeur moyenne  $h = 1,40 \text{ m}$  ce qui donne un volume de terre

$$V = \frac{\text{TD}}{4} \times 1,40 \times 17 = 18,6 \text{ m}^3$$

##### 3.2.2. Fouilles dans les espaces réduits à une profondeur supérieure à 3 m

$$L = 55 \text{ m}$$

$$H = 4,50 \text{ m}$$

ce qui donne un volume égal =

$$V = 55 \times 4,50 \times 1,00 = 247,5 \text{ m}^3$$

##### 3.2.3. Regards :

$$V = 1,40 \times 1,40 \times 2,3 = 4,5 \text{ m}^3$$

On a énuméré 6 regards ; ce qui donne  
un volume :  $4,5 \times 6 = 27 \text{ m}^2$  .

Béton maigre :  $1,40 \times 1,40 \times 0,1 \times 6 = 1,17 \text{ m}^3$

Béton :  $9,6 \text{ m}^3$

Coffrage :  $48 \text{ m}^3$

### 3.3. Conduites d'eaux usées :

$L = 60 \text{ m}$

$V = 0,90 \times 1,20 \times 60 = 64,8 \text{ m}^3$

On prend un volume :  $65 \text{ m}^3$

#### 3.3.1. Regards pour eaux pluviales :

$V = 0,70 \times 0,70 \times 1,30 \times 6 = 3,82 \text{ m}^2$

On prend un volume :  $4 \text{ m}^3$

Béton maigre :

$V = 0,7 \times 0,7 \times 6 \times 0,1 = 0,29 \text{ m}^3$

Béton :  $3 \text{ m}^3$

Coffrage :  $10 \text{ m}^2$

#### 3.3.2. Fosse de décantation :

Volume de terres déplacées :

$V = 2,4 \times 2,4 \times 5,80 = 33,4 \text{ m}^3$

Béton maigre :  $0,60 \text{ m}^3$

Béton :  $10 \text{ m}^3$

#### 3.3.3. Fosses :

o  $V = 1,80 \times 2,2 \times 2,60 = 10,29 \text{ m}^3$

Béton maigre :  $0,5 \text{ m}^3$

Béton :  $5 \text{ m}^3$

Coffrage :  $18 \text{ m}^3$

o  $V = 1,70 \times 2 \times 2,45 = 8,33 \text{ m}^3$

Béton maigre :  $0,5 \text{ m}^3$

Béton :  $4,8 \text{ m}^3$

Coffrage :  $15 \text{ m}^2$

N° d'ordre	Désignation: Objets - Ensembles - Cycles et Article de devis	unité	Quantité Totale des Travaux	Nombre de Secteur	Quantité de Travaux / 1 Secteur	Observations.
1	2	3	4	5	6	7
<u>Objet I: Nivellement Général</u>						
1.	<u>cycle 1: Décapage des Terres.</u> Surface à décapier	m <sup>2</sup>	23600	2	11800	
1	<u>cycle 2: Terrassements:</u> Terre à déplacer	m <sup>3</sup>	47200	2	23600	
<u>Objet II: Nouvelle Filature.</u>						
<u>Ensemble I: Hall de production</u>						
1	<u>cycle 1: Fouilles pour Fondations</u> tranchées dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	4000	2	2000.	
<u>cycle 2: Béton en Fondations</u>						
1.	Béton de propreté	m <sup>2</sup>	1190	2	595	
2	Acier pour fondations (70Kg)	Kg	22400	2	11200	
3	Béton en semelles et rigoles	m <sup>3</sup>	320	2	160	
4	Coffrage poteaux.	m <sup>2</sup>	360	2	180	
5	Acier pour poteaux (100Kg/m <sup>3</sup> )	Kg	2700	2	1350	
6	Béton en poteaux.	m <sup>3</sup>	27	2	13,5	
7	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	3545	2	1773	
<u>cycle 3: Béton en Murs</u>						
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	3300		1650	
2	Acier (80 Kg/m <sup>3</sup> ).	Kg	26400		13200	
3	Béton	m <sup>3</sup>	330		165	
<u>cycle 4: Montage Poteaux.</u>						
1	poteaux métalliques (H=6,00)	ll	74	2	37	
<u>cycle 5: Montage Fermes:</u>						
1	Fermes métalliques (L=26,00)	ll	72	2	36	
2	Contreventement					
						à considérer au même titre que les fermes.

1	2	3	4	5	6	7
1	<u>Cycle 6: Montage toit:</u> Surface à couvrir	m <sup>2</sup>	11300	2	5650	
1	<u>Cycle 7: Fouilles pour Canivaux</u> tranchées à creuser	m <sup>3</sup>	4305	2	2153	
1	<u>Cycle 8: Canalisations Intérieures</u> Fouille dans les espaces réduits (H<3)	m <sup>3</sup>	344	2	172	
2	" " " (H>3)	m <sup>3</sup>	146	2	73	
3	Sable	m <sup>3</sup>	28	2	14	
4	Béton	m <sup>3</sup>	4	2	2	
5	Pose des tuyaux	m	310	2	155	
6	Étanchéité	ll	104	2	52	
7	Pose des regards	ll	20	2	10	
8	Remblai	m <sup>3</sup>	440	2	220	
1	<u>Cycle 9: Béton en canivaux</u> coffrage.	m <sup>2</sup>	20320	2	10160	
2	Acier pour canivaux (70 Kg/m <sup>2</sup> )	Kg	85400	2	42700	
3	Béton.	m <sup>3</sup>	1220	2	610	
1	<u>Cycle 10: Dalles:</u> Béton de propreté	m <sup>2</sup>	11540	2	5770	
2	Acier (4,4 Kg/m <sup>2</sup> ).	Kg	50780	2	25390	
3	Béton à armer	m <sup>2</sup>	11540	2	5770	
1	<u>Cycle 11: Montage Bardage</u> montage parois + portes	m <sup>2</sup>	1660	2	830	
<u>Ensemble II:</u> Sous-Sol Annexes Techniques						
1	<u>Cycle 1: Terrassements:</u> fouilles dans les espaces larges	m <sup>3</sup>	9150	4	2288	
2	finition manuelle (20%)	m <sup>3</sup>	2300	4	575	
1	<u>Cycle 2: Béton en Fondations</u> Béton de propreté	m <sup>2</sup>	13.330	4	3333	
2	Acier pour Semelles et rigoles.	Kg	32.200	4	8050	
3	Béton armé en fondations	m <sup>3</sup>	460	4	115	
4	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	1770	4	443	

1	2	3	4	5	6	7
	<u>cycle 3: Canalisations Intérieures</u>					
1	Fouille dans les espaces réduits (H < 3)	m <sup>3</sup>	490	4	123	
2	Fouille dans les espaces (l > 1m)	m <sup>3</sup>	37	"	9,2	
3	Béton maigre	m <sup>3</sup>	6	"	1,5	
4	Sable	m <sup>3</sup>	4	"	1	
5	Pose des tuyaux	m	440	"	110	
6	Pose de l'étanchéité	ll	150	"	38	
7	Pose des Regards	ll	40	"	10	
8	Béton armé	m <sup>3</sup>	4	"	1	
9	Coffrage.	m <sup>2</sup>	40	"	10	
10	Acier	Kg	120	"	30	
11	Remblai	m <sup>3</sup>	360	"	90	
	<u>cycle 4: Béton en murs.</u>					
1	coffrage	m <sup>2</sup>	5500	4	1380	
2	Acier (80 Kg/m <sup>3</sup> ).	Kg	44000	"	11000	
3	Béton	m <sup>3</sup>	550	"	138	
	<u>cycle 5: Maçonnerie</u>					
1	murs en briques (ép: 20cm)	m <sup>2</sup>	600	4	150	
2	montage des linteaux.	ll	40	"	10	
3	Isolation hydrofuge verticale	m <sup>2</sup>	1350	"	338	
4	murs en briques (ép: 6cm)	m <sup>2</sup>	1350	"	338	
	<u>cycle 6: Dalles:</u>					
1	Acier (50 Kg/m <sup>3</sup> ).	Kg	22500	4	5625	
2	Béton	m <sup>2</sup>	3000	"	750	
	<u>cycle 7: Plancher au-dessus du Sous-sol</u>					
1	coffrage	m <sup>2</sup>	3000	4	750	
2	Acier (80 Kg/m <sup>3</sup> ).	Kg	60.000	"	15000	
3	Béton	m <sup>3</sup>	750	"	188	
4	Escaliers: coffrage	m <sup>2</sup>	24	"	6	
	acier (80 Kg/m <sup>3</sup> )	Kg	640	"	160	
	Béton	m <sup>3</sup>	8	"	2	
	<u>cycle 8: cloisons.</u>					
1	maçonnerie en briques (10cm)	m <sup>2</sup>	50	2	25	
2	Portes	m <sup>2</sup>	100	"	50	
3	Fenêtres	m <sup>2</sup>	20	"	10	

1	2	3	4	5	6	7
4	Vitrierie	m <sup>2</sup>	20	2	10	
1	<u>cycle 9: Installations Sanitaires</u> montage articles prévus dans le devis					montage effectué par les installateurs.
	<u>cycle 10: Enduits Intérieurs</u>					
1	Enduits sur béton.	m <sup>2</sup>	3600	4	900	
2	Enduits sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	1300	4	325	
3	Enduits sur plancher	m <sup>2</sup>	3000	"	750	
4	Couche d'Isorel	m <sup>2</sup>	3000	"	750	
5	montage de la balustrade	Kg	120	"	30	
	<u>cycle 11: Peintures</u>					
1	Peinture au lait de chaux	m <sup>2</sup>	7900	4	1975	
2	" à l'huile sur menuiserie	m <sup>2</sup>	120	"	30	
3	" sur balustrade	m <sup>2</sup>	7	"	1,75	
	<u>Ensemble III: Rez de Chaussée Annexes Techniques</u>					
	<u>cycle 1: Béton en murs</u>					
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	2500	4	625	
2	Acier (80 Kg/m <sup>3</sup> ).	Kg	20.000	"	5000	
3	Béton	m <sup>3</sup>	250	"	62,5	
	<u>cycle 2: Maçonnerie:</u>					
1	murs en briques (ép: 20cm)	m <sup>2</sup>	600	4	150	
2	montage des linteaux	ll	40	"	10	
3						
	<u>cycle 3: Plancher Haut RDC</u>					
1	Coffrage (Plancher + Escaliers)	m <sup>2</sup>	1784	4	446	
2	Aciers "	Kg	35840	"	8960	
3	Béton "	m <sup>3</sup>	448	"	112	
	<u>cycle 4: Cloisons</u>					
1	murs en briques (ép: 10cm)	m <sup>2</sup>	50	2	25	
2	Portes	m <sup>2</sup>	100	"	50	
3	Fenêtres	m <sup>2</sup>	20	"	10	
4	Vitrierie	m <sup>2</sup>	20	"	10	

1	2	3	4	5	6	7
1	<u>cycle 5: Installations Sanitaires</u> montage					même cas que cycle 3.
	<u>cycle 6: Enduits Intérieurs</u>					
1	Enduits sur béton.	m <sup>2</sup>	2500	4	625	
2	" sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	1300	"	325	
3	" sur Plancher	m <sup>2</sup>	1750	"	438	
4	montage couche Isorel	m <sup>2</sup>	1750	"	438	
5	montage de la balustrade	Kg	120	"	30	
	<u>cycle 7: Peintures:</u>					
1	Peinture au lait de chaux	m <sup>2</sup>	5550	4	1388	
2	" sur menuiserie	m <sup>2</sup>	120	"	30	
3	" sur balustrade	m <sup>2</sup>	7	"	1,75	
	<u>Ensemble IV: 1<sup>er</sup> Etage</u> Annexes Techniques					
	<u>cycle 1: Béton en murs.</u>					
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	8600	4	2150	
2	Acier	Kg	68800	"	17200	
3	Béton	m <sup>3</sup>	860	"	215	
	<u>cycle 2: Enduits Intérieurs.</u>					
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	8600	4	2150	
2	" sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	1300	"	325	
3	" sur plancher	m <sup>2</sup>	1750	"	438	
4	montage Couche Isorel	m <sup>2</sup>	1750	"	438	
5	montage de la balustrade	Kg	120	"	30	
	<u>cycle 3: Peintures.</u>					
1	Peintures au lait de chaux.	m <sup>2</sup>	11650	4	2913	
2	Peintures sur menuiserie	m <sup>2</sup>	120	"	30	
3	" sur balustrade	m <sup>2</sup>	7	"	1,75	
						N.B: les quantités des cycles qui restent à déterminer ne subissent aucun changement par rapport aux précédentes

1	2	3	4	5	6	7
	<u>Ensemble I: 2<sup>e</sup> Etage</u> Annexes Techniques					
	<u>cycle 1: Béton en murs</u>					
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	6000	4	1500	
2	Acier	Kg	48000	"	12000	
3	Béton	m <sup>3</sup>	600	"	150	
	<u>cycle 2: Plancher Terrasse</u>					
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	404	4	101	
2	Acier	Kg	8240	"	2060	
3	Béton	m <sup>3</sup>	103	"	26	
	<u>cycle 3: cloisons</u>					
1	murs en briques (ép: 10cm)	m <sup>2</sup>	50	2	25	
2	montage linteaux	Al	40	"	20	
3	Fenêtres	m <sup>2</sup>	20	"	10	
4	Portes	m <sup>2</sup>	100	"	50	
5	vitrierie	m <sup>2</sup>	20	"	10	
	<u>cycle 4: Installations Sanitaires</u>					
	<u>cycle 5: Enduits Intérieurs</u>					même spécification.
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	6000	4	1500	
2	" sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	100	"	25	
3	" sur Plancher	m <sup>2</sup>	380	"	95	
4	montage Couche Isorel	m <sup>2</sup>	380	"	95	
5	montage de la balustrade	Kg	120	"	30	
	<u>cycle 6: Peintures:</u>					
1	peintures à la chaux.	m <sup>2</sup>	6480	4	1620	
2	" sur menuiserie	m <sup>2</sup>	120	"	30	
3	" sur balustrade	m <sup>2</sup>	7	"	1,75	
	<u>Objet III: Dépôt Balles</u>					
1	<u>cycle 1: Fouilles en fondation</u> fouilles dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	426	2	213.	



1	2	3	4	5	6	7
	<u>cycle 2: Béton en fondations</u>					
1	Béton de propreté	m <sup>2</sup>	388	2	194	
2	Acier pour fondations (70 Kg/m <sup>3</sup> )	Kg	11900	"	5950	
3	Béton pour Semelles et rigoles	m <sup>3</sup>	125	"	62,5	
4	Coffrage poteaux	m <sup>2</sup>	24	"	12	
5	Acier pour poteaux (100 Kg/m <sup>3</sup> )	Kg	200	"	100	
6	Béton pour poteaux	m <sup>3</sup>	2	"	1	
7	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	300	"	150	
	<u>cycle 3: Béton en murs:</u>					
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	360	2	180	
2	Acier (80 Kg/m <sup>3</sup> )	Kg	2880	"	1440	
3	Béton	m <sup>3</sup>	36	"	18	
	<u>cycle 4: Poteaux métalliques</u>					
1	montage poteaux	ll	18	2	9	
	<u>cycle 5: Fermes métalliques</u>					
1	montage Fermes.	ll	12	2	6	
2	montage Contreventement					
	<u>cycle 6: Toit métallique</u>					
1	montage toit	m <sup>2</sup>	1560	2	780	
	<u>cycle 7: Dalle:</u>					
1	Béton de propreté	m <sup>2</sup>	1560	2	780	
2	Acier (40 Kg/m <sup>3</sup> )	Kg	9360	"	4680	
3	Béton	m <sup>3</sup>	234	"	117	
	<u>cycle 8: Montage Bardage</u>					
1	montage parois + portes	m <sup>2</sup>	1150		575	
	<u>cycle 9: Enduits Intérieurs</u>					
1	Couche d'Isorel	m <sup>2</sup>	1560	2	780	
	<u>Objet IV: Poste Haute Tension.</u>					
	<u>cycle 1: Fouilles pour fondations</u>					
1	Fouille dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	22	1	22	

1	2	3	4	5	6	7
	<u>cycle 2: Béton en fondations</u>					
1	Béton de maquette:	m <sup>2</sup>	15,	1	15	
2	Acier	Kg	700	"	700	
3	Béton pour fondations	m <sup>3</sup>	10	"	10	
4	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	12	"	12	
	<u>cycle 3: Béton en murs:</u>					
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	170	1	170	
2	Acier	Kg	1360	"	1360	
3	Béton	m <sup>3</sup>	17	"	17	
	<u>cycle 4: Plancher Terrasse</u>					
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	30	1	30	
2	Acier	Kg	600	"	600	
3	Béton	m <sup>3</sup>	7,5	"	7,5	
	<u>cycle 5: Dalle</u>					
1	Béton de maquette	m <sup>3</sup>	1,85	1	1,85	
2	Acier	Kg	222	"	222	
3	Béton pour dalle	m <sup>3</sup>	37	"	37	
	<u>cycle 6: Enduits Intérieurs</u>					
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	85	1	85	
2	" sur plancher	m <sup>2</sup>	37	"	37	
3	" sur dalle	m <sup>2</sup>	37	"	37	
4	montage des portes	m <sup>2</sup>	5	"	5	
	<u>cycle 7: Peintures Intérieures</u>					
1	Peintures à la chaux	m <sup>2</sup>	122	1	122	
2	Peintures sur menuiserie	m <sup>2</sup>	5	"	5	
	<u>cycle 8: Isolation sur Terrasse</u>					
1	Amorçage Terrasse	m <sup>2</sup>	30	1	30	
2	Couche hydrofuge	m <sup>2</sup>	30	"	30	
3	2 couches fibre de verre	m <sup>2</sup>	60	"	60	
4	Dalle sur Terrasse	m <sup>2</sup>	30	"	30.	
	<u>cycle 9: Enduits Extérieurs</u>					
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	85	"	85	

1	2	3	4	5	6	7
1	<u>cycle 10: Peintures Extérieures</u> peintures au lait de chaux	m <sup>2</sup>	85	1	85	
<u>objet V: Mur de Soutènement</u>						
1	<u>cycle 1: Fouilles pour fondations</u> Fouilles dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	125	2	62,5	
1	<u>cycle 2: Béton en fondations</u> Béton de propreté	m <sup>3</sup>	6	2	3	
2	Acier (70 Kg/m <sup>3</sup> )	Kg	3500	"	1750	
3	Béton	m <sup>3</sup>	50	"	25	
4	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	75	"	38.	
1	<u>cycle 3: Béton en murs:</u> Coffrage	m <sup>2</sup>	340	"	170	
2	Acier	Kg	5600	"	2800	
3	Béton	m <sup>3</sup>	70	"	35	
1	<u>cycle 4: Chemise de drainage</u> mise en place des moellons	m <sup>3</sup>	60	"	30.	
<u>Objet VI: Travaux Extérieurs</u>						
1	<u>cycle 1: Enduits Extérieurs:</u> Enduits sur béton.	m <sup>2</sup>	2575	4	644	
1	<u>cycle 2: Peintures Extérieures</u> Peintures à la chaux	m <sup>2</sup>	2575	4	644	
1	<u>cycle 3: Isolation sur Terrasse</u> Amorçage Terrasse	m <sup>2</sup>	1750	4	438	
2	Couche hydrofuge	m <sup>2</sup>	1750	"	438	
3	2 couches fibre de verre	m <sup>2</sup>	3500	"	875	
4	Dalle sur Terrasse	m <sup>2</sup>	1750	"	438	
1	<u>cycle 4: Routes et Trottoirs</u> fondation de béton	m <sup>2</sup>	1700	4	425	
2	fondation stabilisée	m <sup>2</sup>	1000	"	250	

1	2	3	4	5	6	7
3	forme bitumineuse	m <sup>2</sup>	2400	4	600	
4	épaisseur de roulement	m <sup>2</sup>	2400	"	600	
5	Sable	m <sup>3</sup>	24	"	6	
6	Trottoirs (0,75m de large)	m <sup>2</sup>	1550	"	388	
7	Bordures de trottoirs	m	1850	"	463	
	<u>Cycle 5: Canalisations Extérieures</u>					
1	fouille dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	1000	4	250	
2	fouille dans les espaces réduits (H>3)	m <sup>3</sup>	250	"	63	
3	fouille espaces larges > 1m	m <sup>3</sup>	80	"	20	
4	Pose de Conduites	m'	960	"	240	
5	Pose de l'étanchéité	ll	320	"	80	
6	Sable	m <sup>3</sup>	42	"	10,5	
7	Béton maigre	m <sup>3</sup>	50	"	13	
8	Descentes eaux pluviales	m	820	"	205	
9	Pose chemise de drainage	m <sup>3</sup>	120	"	30	
10	Coffrage	m <sup>2</sup>	90	"	23	
11	Aciers	Kg	1400	"	350	
12	Béton	m <sup>3</sup>	35	"	9	
13	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	880	"	220	

CHAPITRE VIA/ CALCUL DES RESSOURCES NECESSAIRES

Ce calcul englobe la main d'oeuvre, les préfabriqués, les matériaux ( ciment, sable, gravier ) ainsi que les outillages de construction .

On se base sur les normes techniques qui donnent les consommations de temps et de matériaux par unité de travail réalisé . Ces normes sont représentées dans l'annexe qui suit .

## 1 - Décapage des terres végétales :

Ce travail sera exécuté à l'aide d'un catapilar . Le terrain sera désherbé sur une profondeur de 20 cm environ .

L'unité de mesure est le  $m^2$  . La norme de travail de cet engin est :

$$N_T = 120 \text{ h}/1000 \text{ m}^2$$

## 2 - Terrassements en pleine masse :

On peut utiliser un excavateur ayant un godet d'une capacité égale à  $0,80 \text{ m}^3$  .

En prenant l'hypothèse, assez défavorable ; d'un terrain dur catégorie 3, on a pour norme

$$N_T = 47,62 \text{ m}^3 / \text{h}$$

## 3 - Fouilles en tranchées :

3.1. Excavation du terrain dans les espaces larges exécutés avec la pelle et chargé directement en auto-basculante .

$$N_T = 21 \text{ h} / 10 \text{ m}^3 \text{ de terrain excavé et chargé .}$$

### 3.2. Fouilles en tranchées réduites :

Elle comprend les opérations suivantes :

excavation du terrain à la pelle  
jet des terres sur la 1ère plateforme  
montage et démontage de la plateforme  
nettoyage des parois des tranchées

la profondeur d'excavation est au dessus de 2 m . L'unité de mesure étant le  $m^3$ , on a alors

$$N_T = 4,55 \text{ h}/\text{m}^3$$

### Formation :

3 excavateurs (ouvriers)

2 ouvriers pour jeter les terres

#### 4. Béton pour fondations :

La norme comprend la manoeuvre totale pour de béton coulé en couches et damé . Elle considère que le béton est amené jusqu'au point de travail et englobe toutes les opérations suivantes : manipulation - coulage - compactage .

$$N_T = 4,2 \text{ h/m}^3$$

##### Formation de travail :

3 ouvriers qualifiés : 3,30 h/m<sup>3</sup>

2 ouvriers non qualifiés : 0,90 h/m<sup>3</sup> .

#### 5. Béton armé pour semelles et rigoles :

Les mêmes spécifications restent valables pour ce cas .

$$N_T = 4,30 \text{ h/m}^3$$

##### Formation de travail :

3 bétonnistes	}	1,60 h/ m <sup>3</sup>
1 charpentier		
1 non qualifié		2,70 h/m <sup>3</sup>

Cette norme est aussi valable pour le béton de radier .

#### 6. Béton en canivaux :

$$N_T = 4,80 \text{ h/ m}^3$$

Valable pour le béton en parois .

##### Formation de travail :

3 bétonnistes  
 1 charpentier  
 1 ferrailleur  
 2 ouvriers non qualifiés .

#### 7. Coffrage pour béton :

Cette norme comprend les opérations suivantes :

assemblage et montage des panneaux  
 démontage  
 nettoyage et transport .

Pour le coffrage des murs droits, l'unité de mesure est le  $m^2$ .

$$N_T = 0,83 \text{ h/m}^3$$

Formation de travail :

4 charpentiers  
 2 ouvriers non qualifiés

Outillage nécessaire : Grue-tour .

6. Acier pour béton :

La norme comprend uniquement le montage et le transport d'armatures, la confection étant faite ailleurs (unité auxiliaire) .

Les aciers sont disposés dans un rayon de 10 m par rapport au point de construction .

6.1. Montage d'armatures en fondations :

L'Unité de mesure est le Kg

$$N_T = 0,036 \text{ h/Kg}$$

Formation de travail :

2 ferrailleurs  
 1 non qualifié

6.2. Montage d'armature dans les caniveaux :

La formation de travail reste inchangée, la norme de temps devient :

$$N_T = 0,055 \text{ h/Kg}$$

Outillage : grue-tour



### 9. Remblai sur fondations :

La norme comprend les opérations suivantes :

- jet de terres en couches uniformes
- damage

l'unité est le  $m^3$       $N_T = 1,3 \text{ h}/m^3$

#### Formation de travail :

- 1 ouvrier de catégorie 3

### 10. Montage de linteaux :

La norme comprend :

- le nettoyage de la surface d'appui
- le pliage des armatures

Unité de mesure la pièce      $N_T = 0,52 \text{ h/p}$

#### Formation de travail :

- 1 mécanicien de grue-tour
- 3 monteurs de préfabriqués

### 11. Maçonnerie en briques

1.1.1 Si on prend le  $m^3$  comme unité dans cette opération ; on a

$$N_T = 8,66 \text{ h}/m^3$$

Cette norme sera ramenée au  $m^2$ , en divisant par 5 (épaisseur du mur 20 cm) .

$$N_T = 1,73 \text{ h}/m^2$$

#### Formation de travail :

- 3 maçons
- 1 charpentier
- 2 non qualifiés

outillage : grue tour

Consommation spécifique :

133 briques /m<sup>2</sup>

0,042 m<sup>3</sup> de mortier par m<sup>2</sup> de maçonnerie (join

Dosage du mortier :

1000 l sable sec

300 Kg de ciment

300 l d'eau

### 11.2 Maçonnerie en briques : (6 cm)

Unité m<sup>2</sup> N<sub>T</sub> = 1,10 h/m<sup>2</sup>

Formation de travail :

2 maçons

1 charpentier

2 non qualifiés

Consommation spécifique

50 briques /m<sup>2</sup>

0,0095 m<sup>3</sup> de mortier par m<sup>2</sup> de maçonnerie  
on conserve le même dosage de mortier .

### 12. Isolation hydrofuge verticale :

Elle consiste à poser 2 couches de carton asphalte et mastic bitumineux sur les parois verticales des murs situés entre la cote 0,00 et la cote inférieure et ceci afin d'empêcher les éventuelles infiltrations d'eau .

La norme comprend les opérations suivantes :

nettoyage des surfaces

transport

mise en oeuvre

unité de mesure : m<sup>2</sup>

N<sub>T</sub> = 0,57 h/m<sup>2</sup>

Formation de travail :

3 isolateurs

Consommation spécifique :2,2 m<sup>2</sup> de carton par m<sup>2</sup> de surface à couvrir13. Dalle sur sol :Pour une dalle de 15 cm, on a  $N_T = 0,90 \text{ h/m}^2$ Formation de travail :

2 ouvriers qualifiés

2 ouvriers non qualifiés

14. Béton en plancher :14.1. Béton :Unité de mesure le m<sup>3</sup>,  $N_T = 5,40 \text{ h/m}^3$ Formation de travail :

2 bétonnistes

1 charpentier

1 ferrailleur

Outillage :Grue-tour de 3 tf  $N_T = 0,30 \text{ h/m}^3$ Vibrateur  $N_T = 1,30 \text{ h/m}^3$ 14.2. Coffrage du plancher :Elle comprend les mêmes opérations citées au point 7, mais la norme de temps change :  $N_T = 1,08 \text{ h/m}^2$ Formation de travail :

4 charpentiers

1 non qualifié

14.3. Armatures :

Valable pour escaliers et planchers

Unité Kg  $N_T = 0,037 \text{ h/Kg}$

Formation de travail :

2 ferrailleurs

1 non qualifiés

Outillage : grue- à air 3 tf .15. Cloisons en briques :

L'épaisseur des cloisons est 10 cm l'unité  
de mesure est le m<sup>2</sup> .

$$N_T = 0,96 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

3 maçons

1 charpentier

2 non qualifiés

Consommation spécifique :67 briques par m<sup>2</sup> de surface0,015 m<sup>3</sup> de mortier par m<sup>2</sup> de surface .16. Portes :L'unité de mesure est le m<sup>2</sup>

$$N_T = 1,77 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

2 menuisiers

2 maçons

1 charpentier

1 non qualifié

Outillage : 1 grue de plancher de capacité égale  
à 0,5 tf .

17. Fenêtres :

$$N_T = 2,14 \text{ h/m}^2$$

La même formation de travail est nécessaire  
pour effectuer ce montage .

Vitrerie :  $N_T = 0,63 \text{ h/m}^2$

Formation de travail :

1 vitreur

1 non qualifié

Consommation spécifique :

1,05 m<sup>2</sup> de vitre par m<sup>2</sup> à poser

0,150 Kg de mastic par m<sup>2</sup> de vitre

0,01 Kg de clous par m<sup>2</sup> de vitre

Enduits intérieurs :

18.1. Enduits sur béton :

L'épaisseur de cette couche est égale à 2 cm ;  
l'unité de mesure est le m<sup>2</sup> .

$N_T = 1,30 \text{ h/m}^2$

Formation de travail :

3 maçons

1 charpentier

1 non qualifié

Consommation spécifique :

0,016 m<sup>3</sup> de mortier par m<sup>2</sup> de surface

dosage du mortier (1 m<sup>3</sup>)

ciment : 370 Kg

sable (0 + 3 mm) : 1,29 m<sup>3</sup>

Eau : 0,310 m<sup>3</sup>

Outils : 1 grue de plancher 0,5 tf

18.2. Enduits sur plancher :

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

La formation de travail est inchangée .

Consommation spécifique :

0,01 m<sup>3</sup> de mortier par m<sup>2</sup>

13.3. Couche d'isolant :

La norme comprend uniquement le montage

$$N_T = 0,032 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

2 installateurs

13.4. Enduits sur maçonnerie :

$$N_T = 1,11 \text{ h/m}^2$$

le reste sans changement .

19. Balustrade :

La norme de montage retient pour unité de mesure le Kg .

$$N_T = 0,94 \text{ h/Kg}$$

Formation de travail :

3 monteurs

20. Peintures :

20.1. Peinture sur murs :

Elle sera exécutée en couleurs d'eau et comprend 3 couches . L'unité de mesure est le m<sup>2</sup> .

$$N_T = 0,30 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

3 peintres

Consommation spécifique par m<sup>2</sup>

chaux 0,1 Kg

colle 0,018 Kg

savon 0,015 Kg

20.2. Peinture sur menuiserie :

$$N_T = 1,44 \text{ h / m}^2$$

Formation de travail :

3 peintres

Consommation spécifique par m<sup>2</sup>

couleur à base d'huile	0,360 Kg
mastic	0,200 Kg
essence	0,02 l
papier	0,5 morceau

20.3. Peinture sur balustrade :

$N_T = 4,46 \text{ h/m}^2$

Formation de travail :

3 peintres

Consommation spécifique par m<sup>2</sup>

couleur	0,16 Kg
mastic	0,03 Kg
essence	0,02 l
papier	0,2

21 Isolation sur terrasse :

L'unité de mesure est le m<sup>2</sup>.

21.1. Amorçage de la terrasse :

$N_T = 0,05 \text{ h/m}^2$

Formation de travail :

2 isolateurs

Consommation spécifique par m<sup>2</sup> :

bitume :	0,155 Kg
essence :	0,315 Kg

Outillage :

1 grue de plancher de capacité 0,5 t

1 four de capacité 500 l

21.2. Couche hydrofuge avec tissu bitumineux de verre collé sur la surface entière avec du mastic de bitume .

$$N_T = 0,13 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

3 isolateurs

Consommation spécifique :tissu bitumineux : 1,12 m<sup>2</sup>bitume : 1,55 Kgfuller : 0,250 Kg

21.3. Couche tissu fibre de verre :

On prend 2 couches ; toutes les quantités seront à multiplier par 2 .

$$N_T = 0,12 \text{ h/m}^2$$

Consommation :tissu : 1,15 m<sup>2</sup>bitume : 1,55 Kgfuller : 0,250 Kg

21.4. Dalle de terrasse :

couche de sable ( 1 ÷ 3 mm ) 3 kg/m<sup>2</sup>

dalle de ciment : 2 cm

$$N_T = 1,45 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

3 poseurs

1 non qualifié



Consommation spécifique :mastic bitumineux 2,650 Kg/m<sup>2</sup>22. Enduits extérieurs :

L'épaisseur de la couche d'enduit est 2 cm .  
L'unité de mesure est le m<sup>2</sup> . Les normes contiennent les opérations suivantes :

- nettoyage
- préparation des surfaces et leur humidification
- manipulation et transport horizontal des matériaux qui se trouvent dans le rayon d'action
- montage, démontage et déménagement des échafaudages
- dégagement des restes .

$$N_T = 1,51 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

4 maçons

1 non qualifié

Consommation spécifique :mortier ciment chaux 0,018 m<sup>3</sup> de mortier par m<sup>2</sup> de surfacechaux en pâte : 0,0013 m<sup>3</sup>ciment : 1,4 Kgsable : ( 0 - 1 mm) 0,007 m<sup>3</sup>Eau : 0,007 m<sup>3</sup>Outillage : grue de plancher 0,5 tf2.3. Trottoirs :Contenu des normes :

Consommation spécifique des matériaux (qualité, quantité) . Les bétons sont considérés préparés . En outre ; on a les opérations suivantes :

nivellement et nettoyage du lit

excavation et bétonnage de la fondation des bordures

pose et nivellement du sable

coulage du béton ou montage des plaques de dalles

traitement des joints par remplissage avec du sable, ou mastic de bitume ou mortier de ciment .

### 23.1. Bordures :

Les bordures sont posées sur une couche de mortier de 5 cm, sur une fondation de 15 cm . Les joints sont remplis au mortier . L'unité de mesure est le mètre linéaire .

$$N_T = 0,43 \text{ h/m}$$

#### Formation de travail :

3 pavateurs

1 non qualifié

#### Consommation spécifique :

Bordure	1,005 m
béton B50	0,047 m <sup>3</sup>
mortier	0,011 m <sup>3</sup>
ciment	1,100 Kg
sable (0-7mm)	0,002 m <sup>3</sup>
Eau :	0,002 m <sup>3</sup>

#### Dosa du béton :

ciment	11 Kg
g ravier (7-30)	0,675 m <sup>3</sup>
sable ( 0-7)	0,815 m <sup>3</sup>
Eau :	0,11

### 23.2. Dalles :

L'épaisseur de la dalle varie entre 4 et 5 cm . Les joints sont remplis avec du sable ou mastic . La couche de sable (10 cm) qui sert de support aux dalles peut être remplacée par une couche de mortier de 3 cm d'épaisseur ,

$$N_T = 0,56 \text{ h/m}^2$$

24. Routes.24.1. Fondations en béton :

L'épaisseur de cette couche est de 14 cm avec un béton de marque B 200 .

La norme comprend les opérations suivantes :

montage, démontage et transport des longrines  
répandage manuel du béton et sa vibration  
aménagement des joints de dilatation  
protection de la surface du béton avec du sable aspergé d'eau .

L'unité est le  $m^2$  .

$$N_T = 0,54 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

4 bétonnistes

Consommation spécifique :

Béton B 200 :  $0,140 \text{ m}^3$

Sable (0 - 7mm) :  $0,015 \text{ m}^3$

Carton bitumé :  $0,082 \text{ m}^2$

Outillage :

longrine métallique de 3 m

plaque vibrante moteur 2,9 Kw .

24.2. Forme bitumineuse :

L'épaisseur de cette couche est 7 cm ; la norme comprend le répandage et le compactage .

$$N_T = 0,043 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

4 asphalteurs

Consommation spécifique :

70 Kg de bitume par m<sup>2</sup> de surface .

Outillage :

1 répandeur

1 finisher

24.3. Epaisseur de roulement :

L'épaisseur de la couche est 3 cm ; la norme contient les suivantes opérations :

Exécution

Compactage

Séchage

$$N_T = 0,094 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

4 asphaltteurs

Outillage :

1 rouleau compresseur de 10 t

1 finisher

25. Conduites d'eaux :25.1. Creusement de tranchées

Pour les largeurs inférieurs à 4 m, les normes donnent suivant la profondeur :

jusqu'à 3 m  $N_T = 4,75 \text{ h/m}^3$

jusqu'à 4,50  $N_T = 6,35 \text{ h/m}^3$

jusqu'à 6 m  $N_T = 8,10 \text{ h/m}^3$

Formation de travail :

1 sapeur

## 25..2. Descente et pose des tubes

L'unité de mesure est le mètre linéaire

$$N_T = 1,04 \text{ h/m}^2$$

Cette norme est à affecter d'un coefficient de majoration égal à 12,5 qui tient compte de la présence de cintres .

### Formation de travail :

3 installateurs

## 25 .3. Sable :

On prend une couche de sable au fond des tranchées .

$$N_T = 3,00 \text{ h/m}^2$$

### Formation de travail :

3 pavateurs

## 25.4 . Remblayage :

On prend un bulldozer dont la norme de travail est :

$$N_T = 32,5 \text{ h/100 m}^3$$

## 26 Pose de moellons :

### La norme comprend :

le transport des pierres

la pose des pierres

l'unité de mesure est le m<sup>3</sup>

$$N_T = 3,42 \text{ h/m}^3$$

### Formation de travail :

2 maçons

Les normes conseillent d'utiliser un seul type d'engins de montage ou deux au plus . Les matériaux sont considérés comme étant le rayon d'action de l'engin .

La norme comprend tous les travaux de montage :

Grue de 10 tf

temps d'outillage	1,75 h/pièce
temps d'ouvriers	6,08 h/pièce

Formation de travail :

4 monteurs  
1 non qualifié

Grue 20 tf

temps d'outillage	2,70 h/pièce
temps d'ouvriers	11,88 h/pièce

la formation de travail reste sans changement .

27.1 Montage contreventement :

La proportion de contreventement représente environ 50 à 60 % du poids total des fermes .

Le montage peut être assimilé à celui des fermes .

27.2 Montage bardage :

Il est composé par des feuilles de zinc juxtaposées sur 10 cm, et dont l'épaisseur varie entre 0,75 à 1 mm . La hauteur d'ondule est alors 30 mm . L'unité de mesure est le m<sup>2</sup> on prend 50 Kg / m<sup>2</sup> de surface .

- $N_T = 0,80 \text{ h/m}^2$
- temps outillage :  $N_T = 1,1 - 1,80 \text{ h/t}$

Formation de travail :

4 assembleurs .

13

Consommation spécifique :

1,20 m<sup>2</sup> de tôle par m<sup>2</sup> de surface à poser

Outils : Grue-tour de 5 tf .

27.3. Montage de la couverture :

Elle est formé par une feuille de zinc de 0,75 mm d'épaisseur . Les feuilles seront superposées sur 10 cm et solidarisées par des rivets de 6 mm de diamètre situés à une distance de 60 cm et montés sur des pannes métalliques à l'aide d'agraffes en acier ayant le module suivant : 30 × 6 × 150 .

Les normes comprennent tous les raccords constructifs nécessaires :

$$N_T = 0,80 \text{ h/m}^2$$

Formation de travail :

3 poseurs

1 non qualifiés

27.4 Ecoulement des eaux pluviales :

L'épaisseur de la tôle de zinc est 0,5 mm ; le diamètre du tuyau est 15 cm .

L'unité de mesure est le mètre linéaire .

$$N_T = 0,52 \text{ h/m}$$

Formation de travail :

2 assembleurs

le montage des tuyaux verticaux, prend un temps :

$$N_T = 0,75 \text{ h/m}$$

Formation de travail :

3 assembleurs

## 27.5. Portes métalliques :

On considère que tous les matériaux sont amenés dans un rayon de 10 m du point de travail .

Le temps de transport n'est pas compris dans les normes .

$$N_T = 4,25 \text{ h/m}^2$$

### Formation de travail :

4 serruriers

2 non qualifiés

Outillage : Grue-tour de 3 tf

Temps outillage : 0,02 h/m<sup>2</sup>

Fenêtres : 4,20 h/m<sup>2</sup>

E/ - Etablissement des durées des processus et des cycles sur les secteurs .

Calcul du nombre moyen d'ouvriers .

Pour ce calcul, on a utilisé la relation suivante :

$$t = \frac{Q_i \times N_{Ti}}{r} \quad \text{où}$$

t = temps en heures ou en jours nécessaires pour exécuter les travaux relatifs à un cycle sur un secteur .

Q<sub>i</sub> = Quantité des travaux pour chaque article ou cycle calculé dans le chapitre précédent .

N<sub>Ti</sub> = Norme de temps, c'est-à-dire nombre d'heures nécessaires pour un ouvrier pour exécuter une unité de travail relative à la quantité Q<sub>i</sub> . Ces normes sont extraites d'un catalogue de normes de devis et sont groupées dans l'annexe N° 2 .



$n$  = Nombre d'hommes nécessaires pour exécuter les travaux correspondant à un article ou à un cycle . Ce nombre  $n$  est déterminé en tenant compte de l'espace disponible pour servir le front de travail sur un secteur ; et du fait que l'activité des ouvriers doit être développée sans gêne aucune et sans risque d'accidents .

Une autre relation, a servi aussi pour les calculs :

$$t = \frac{Q_i}{N_{pi} \times r} \quad \text{où}$$

$N_{pi}$  : norme de production, c'est-à-dire la quantité de travaux de bonne qualité exécutée par un ouvrier en l'espace d'une heure . Ces normes sont aussi extraites du même catalogue que celui des normes de temps .

La durée des travaux sur un secteur a été d'abord calculée pour les processus directeurs (béton en élévation ; planchers etc ...) et imposée aux processus secondaires . Il existe en effet des normes qui donnent le temps de réalisation d'une construction (usines, immeubles) en fonction de la valeur totale de l'investissement .

Dans un premier temps, et en l'absence de contrat imposant la date de réception de la filature ; on s'est fixé une année pour réaliser l'usine .

Sur cette base, a été calculée la durée des travaux pour chaque secteur . Ceci sera montré dans le tableau récapitulatif qui suit .

Toutes les durées ont été exprimées en jours ouvrables (relèves de 8 h) . Dans le même tableau, on a indiqué les formations mixtes de travail .

Connaissant la norme de travail ; qui a été présentée dans l'annexe N° 2 ; et la quantité de travaux à exécuter

sur un secteur quelconque, on calcule le volume de travail en heures - ouvriers (colonne 6) . On peut diviser par 8 ; pour obtenir le volume en jours-ouvriers . La durée étant choisie, on détermine la composition de l'équipe de travail .

On prend l'exemple suivant :

cycle 3 : E éton en murs ; objet II, ensemble I .

1) Béton :

$$N_t = 4,8 \text{ h/m}^3$$

Formation :

	2	(0,35)
3 bétonnistes	1	(1,40)
1 charpentier		0,25
1 ferrailleur		0,25
2 non qualifiés		1,60
		0,60

volume de travail sur un secteur : 165 m<sup>3</sup>

Nécessaires en heures - ouvriers :

$$165 \times 4,8 = 792 \text{ H - O}$$

Nécessaires en jours ouvriers :

$$\frac{792}{8} = 99 \text{ J - O (voir colonne 7)}$$

2) Acier :

$$N_t = 0,055 \text{ h/Kg}$$

Formation :

- 2 ferrailleurs : 2 (0,026 h/Kg)
- 1 non qualifié : 1 (0,003 h/Kg)
- volume de travail : 13200 Kg

Nécessaire en heures-ouvriers =

$$13200 \times 0,055 = 726 \text{ H.O.}$$

Nécessaire en jours-ouvriers :  $\frac{726}{8} = 90,75 \text{ J.O.}$

3) Coffrage :

$$N_t = 0,83 \text{ h/m}^2$$

Formation :

<u>4 charpentiers</u> :	0,18
	0,09
	0,18
	0,19
1 non qualifié	0,19

Volume de travail :  $1560 \text{ m}^2$

Nécessaire en heures-ouvriers :

$$1560 \times 0,83 = 1369,5 \text{ H.O.}$$

Nécessaire en jours ouvriers :

$$\frac{1369,5}{8} = 171,18 \text{ J - O.}$$

On pourrait ainsi obtenir la composition de l'équipe ; (ouvriers qualifiés, non qualifiés etc ... ) ; connaissant la durée :

- charpentiers :

Le temps de travail total est :  $0,64 \text{ h/m}^2$  (coffrage)

$$0,64 \times 1560 = 998,4 \text{ H - O.}$$

$$0,25 \times 165 = 41,25 \text{ H - O}$$

Soit au total : 1039,65 HC ce qui donne :

$$\frac{1039,65}{8 \times 10} = 13 \text{ charpentiers}$$

- non qualifiés :

Béton :  $2,20 \text{ h/m}^3$

$$165 \times 2,20 = 363 \text{ H - O}$$

Acier :  $0,003 \text{ h/Kg}$

$$13200 \times 0,003 = 39,6 \text{ HC}$$

Coffrage :  $0,19 \text{ h/m}^2$

$$1650 \times 0,19 = 313,5 \text{ H-O}$$

soit au total : 716,1 H-O

Ceci nous donne un nombre d'ouvriers non qualifiés égal à :  $\frac{716,1}{8 \times 10} = 9$  non qualifiés

Ferrailleurs :

$$\text{Béton} : 0,25 \text{ h/m}^3$$

$$165 \times 0,25 = 41,25 \text{ H-O}$$

$$\text{Acier} : 2 \times 0,026 = 0,052 \text{ h/Kg}$$

$$13200 \times 0,052 = 686,4 \text{ H-O}$$

Soit au total : 727,65 H.O.

On obtient un nombre de ferrailleurs égal à :

$$\frac{727,65}{10 \times 8} = 9 \text{ ferrailleurs}$$

Bétonnistes :

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

$$165 \times 2,1 = 346,6 \text{ H-O}$$

Le nombre de bétonnistes est déterminé par :

$$\frac{346,5}{10 \times 8} = 5 \text{ bétonnistes}$$

On a ainsi déterminé la composition de l'équipe mixte qui doit réaliser ce cycle en 10 jours soit :

5 bétonnistes

9 ferrailleurs

13 charpentiers

9 non qualifiés

au total, nous aurons besoins de 36 ouvriers .

N° Ordre	Designation: Ensembles - Objets - Cycles et articles de devis	Unité	Quantité Sur 1 Secteur	Consommati- -on Unitaire	Consommation Tot.		Durée en jours	Equipe Mixte Composée	observations
					Hommes- Heures	Hommes- Jours			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Objet II: Nouvelle Filature</u>								
	<u>Ensemble I: Hall de production</u>								
	<u>Cycle 1: Fouilles pour Fondations</u>								
1	Fouilles dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	2000	4,55	9100	1137,5	15	76	
	<u>Cycle 2: Béton en fondations:</u>								
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	30	4,2	126	15,75			
2	Acier pour fondations	Kg	11200	0,036	403,2	5,94			
3	Béton en semelles et rigoles	m <sup>3</sup>	160	4,3	688	86			
4	Coffrage poteaux	m <sup>2</sup>	180	0,83	149,4	18,67			
5	Acier pour poteaux	Kg	1350	0,056	75,6	9,45			
6	Béton en poteaux.	m <sup>3</sup>	13,5	4,8	64,8	8,1			
7	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	1773	1,3	2304,9	288,11			
					3811,9	476,5	15	32	
	<u>Cycle 3: Béton en murs:</u>								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	1650	0,83	1369,5	171,18			
2	Acier	Kg	13200	0,055	726	90,75			
3	Béton	m <sup>3</sup>	165	4,8	792	99			
					2887,5	360,93	10	36	
	<u>Cycle 4: montage poteaux:</u>								
1	montage	m	74	11,88	879,12	109,89	25	5	
	<u>Cycle 5: Montage Fermes</u>								
1	Fermes métalliques	m	72	11,88	855,36	106,92	25	5	
	<u>Cycle 6: Montage Toit.</u>								
1	montage toiture	m <sup>2</sup>	5650	0,80	4520	565	15	38	
	<u>Cycle 7: fouilles pour Caniveaux</u>								
1	tranchées à creuser	m <sup>3</sup>	2153	4,55	9796,15	1224,5	14	88	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Cycle 8: Canalisations Intérieures</u>								
1	Fouille dans les espaces réduits (H<3)	m <sup>3</sup>	172	4,75	817	102,12			
2	" " " (H>3)	m <sup>3</sup>	73	6,35	463,5	57,94			
3	Sable	m <sup>3</sup>	14	3	42	5,25			
4	Béton	m <sup>3</sup>	2	4,2	8,4	1,05			
5	Pose des tuyaux	m	155	1,3	201,5	25,18			
6	Étanchéité	μ	52	0,74	38,48	4,81			
7	Pose des regards	μ	10	0,64	6,4	0,8			
8	Remblayage	m <sup>3</sup>	220	1,3	286	35,75			
					1863,2	232,9	10	24	
	<u>cycle 9: Béton en caniveaux</u>								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	10160	0,83	8432,8	1054,1			
2	Acier	Kg	42700	0,056	2391,2	298,9			
3	Béton	m <sup>3</sup>	610	4,8	2928	366			
					13752	1719	19	90	
	<u>cycle 10: Dalle</u>								
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	288,5	4,2	1211,7	151,46			
2	Acier	Kg	25390	0,036	914,0	114,25			
3	Béton	m <sup>2</sup>	5770	0,90	5193	649,12			
					7378,68	914,83	15	61	
	<u>cycle 11: Montage Bardage</u>								
1	montage et fixation	m <sup>2</sup>	1660	0,8	1328	166	12	14	
	<u>cycle 12: Enduits Intérieurs</u>								
1	Enduits sur murs coupe-feu	m <sup>2</sup>	700	1,3	910	113,75	10	12	
	<u>cycle 13: Peintures</u>								
1	Peintures au lait de chaux	m <sup>2</sup>	700	0,3	210	26,25	10	3	
	<u>Ensemble II.</u>								
	<u>Sous-sol Annexes Techniques</u>								
	<u>cycle 1: Terrassements.</u>								
1	finition manuelle	m <sup>3</sup>	575	2,1	1207,5	150,93	3	50	
	<u>Cycle 2: Béton en fondations</u>								
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	166,6	4,2	699,93	87,49			
2	Acier pour Semelles et rigoles	Kg	8050	0,036	289,8	36,22			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Béton armé en fondations	m <sup>3</sup>	115	4,3	494,5	61,81			
4	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	443	1,3	575,9	71,98			
					2060,0	257,5	5	52	
	<u>Cycle 3: Canalisations Intérieures</u>								
1	Fouille dans les espaces réduits (H < 3)	m <sup>3</sup>	123	4,75	584,2	73,03			
2	Fouille dans les espaces (L > 1 m)	m <sup>3</sup>	9,2	4,55	41,86	5,23			
3	Béton maigre	m <sup>3</sup>	1,5	4,2	6,3	0,8			
4	Sable	m <sup>3</sup>	1	3	3	0,37			
5	Pose de tuyaux	m	110	1,3	143	17,87			
6	Pose de l'étanchéité	μ	38	0,74	28,12	3,51			
7	Pose de Regards	μ	10	0,64	6,4	0,8			
8	Béton armé	m <sup>3</sup>	1	4,8	4,8	0,6			
9	Coffrage	m <sup>2</sup>	10	0,83	8,3	1,03			
10	Acier	Kg	30	0,056	1,68	0,21			
11	Remblai	m <sup>3</sup>	90	1,3	117	14,62			
					944,66	118,0	5	24	
	<u>Cycle 4: Béton en murs.</u>								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	1380	0,83	1145,4	143,17			
2	Acier	Kg	11000	0,056	616	77			
3	Béton.	m <sup>3</sup>	138	4,8	662,4	82,8			
					2423,8	302,9	5	61	
	<u>Cycle 5: Murs en briques</u>								
1	murs en briques (ép: 20 cm)	m <sup>2</sup>	150	1,73	259,5	32,43			
2	montage linteaux	μ	10	0,52	5,2	0,81			
3	Isolation hydrofuge verticale	m <sup>2</sup>	338	0,57	192,66	24,			
4	murs en briques (ép: 6 cm)	m <sup>2</sup>	338	1,1	371,8	46,47			
					829,16	103,64	5	21	
	<u>Cycle 6: Dalles</u>								
1	Acier	Kg	5625	0,036	202,5	25,31			
2	Béton	m <sup>3</sup>	750	0,90	675	84,37			
					877,5	109,7	5	22	
	<u>Cycle 7: Plancher au-dessus du sous-sol.</u>								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	756	1,08	816,48	102,06			
2	Acier	Kg	15160	0,037	560,92	70,11			
3	Béton	m <sup>3</sup>	190	5,4	1026	128,25			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					2403,4	300,42	5	60	
	<u>cycle 8: Cloisons</u>								
1	Cloisons	m <sup>2</sup>	25	0,96	24	3			
2	Portes	m <sup>2</sup>	50	1,77	88,5	11,06			
3	Fenêtres	m <sup>2</sup>	10	2,14	21,4	2,67			
4	Vitrierie	m <sup>2</sup>	10	0,63	6,3	0,8			
					140,2	17,52	5	4	
	<u>cycle 10: Enduits Intérieurs</u>								
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	900	1,3	1170	146,25			
2	Enduits sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	325	1,1	357,5	44,68			
3	" sur plancher	m <sup>2</sup>	750	1,11	832,5	104,0			
4	Couche d'isorel	m <sup>2</sup>	750	0,032	24	3			
5	montage de la balustrade	Kg	30	0,94	28,2	3,52			
					2412,2	301,45	5	60	
	<u>cycle 11: Peintures</u>								
1	Peintures au lait de chaux	m <sup>2</sup>	1975	0,30	592,5	74,06			
2	Peintures à l'huile / menuiserie	m <sup>2</sup>	30	1,44	43,2	5,4			
3	Peinture de la balustrade	m <sup>2</sup>	1,75	4,46	7,80	0,97			
					643,5	80,43	5	16	
	<u>Ensemble III: RDC</u> <u>Annexes Techniques</u>								
	<u>cycle 1: Béton en murs</u>								
1	Béton armé:	m <sup>3</sup>	62,5	4,8	300	37,5			
2	Coffrage	m <sup>2</sup>	625	0,83	518,75	64,84			
3	Acier	Kg	5000	0,055	275	34,37			
					1093,75	136,7	5	28	
	<u>cycle 2: Maçonnerie en briques</u>								
1	Murs en briques	m <sup>2</sup>	150	1,73	259,5	32,43			
2	Montage de linteaux	ll	10	0,52	5,2	0,81			
					264,7	33,08	5	7	
	<u>cycle 3: Plancher Haut RDC</u>								
1	coffrage	m <sup>2</sup>	446	1,08	481,68	60,2			
2	Aciers	Kg	8960	0,037	604,8	75,6			
3	Béton	m <sup>3</sup>	112	5,4	331,52	41,44			



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Cycle 4: Cloisons</u>				14,18	177,25	5	35	idem Ens II
	<u>Cycle 5: Enduits Intérieurs</u>								
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	625	1,3	812,5	101,56			
2	Enduits sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	325	1,1	357,5	44,68			
3	Enduits sur plancher	m <sup>2</sup>	437,5	1,11	485,62	60,70			
4	Couche d'isorel	m <sup>2</sup>	437,5	0,032	14	1,75			
5	montage de la balustrade	kg	30	0,94	28,2	3,52			
					1697,82	212,21	5	42	
	<u>Cycle 6: Peintures</u>								
1	Peinture à la chaux	m <sup>2</sup>	1388	0,30	416,25	52,03			
2	Peinture de la menuiserie	m <sup>2</sup>	30	1,44	43,2	5,4			
3	Peinture de la balustrade	m <sup>2</sup>	1,75	4,46	7,80	0,97			
					467,25	58,4	5	12	
	<u>Ensemble IV : 1<sup>er</sup> Etage Annexes Techniques</u>								
	<u>Cycle 1: Béton en murs</u>								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	2150	0,83	1784,5	223			
2	Aciers	kg	17200	0,055	946	118,2			
3	Béton	m <sup>3</sup>	215	4,8	1032	129			
					3762,5	470,31	5	94	
	<u>Cycle 2: Maçonnerie en briques</u>							7	idem Ens III
	<u>Cycle 3: Plancher. Haut 1<sup>er</sup> Etage</u>							35	idem Ens III
	<u>Cycle 4: Cloisons:</u>								idem Ens III
	<u>Cycle 5: Enduits Intérieurs</u>								
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	2150	1,3	2795	349,37			
2	Enduits sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	325	1,1	357,5	44,68			
3	Enduits sur plancher	m <sup>2</sup>	437,5	1,11	485,62	60,70			
4	Couche d'isorel	m <sup>2</sup>	437,5	0,032	14	1,75			



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>objet III</u> : Dépôt balles								
1	<u>cycle 1</u> : Fouilles en fondations fouilles dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	2,13	4,55	969,15	121,1	5	24	
	<u>cycle 2</u> : Béton en fondations								
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	10	4,2	42	5,25			
2	Acier pour fondations	Kg	5950	0,036	214,2	26,77			
3	Béton pour semelles et rigoles	m <sup>3</sup>	62,5	4,3	268,7	33,59			
4	Coffrage poteaux	m <sup>2</sup>	12	0,83	9,96	1,245			
5	Acier pour poteaux	Kg	100	0,055	5,5	0,68			
6	Béton pour poteaux	m <sup>3</sup>	1	4,8	4,8	0,60			
7	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	150	1,3	195	24,37			
					740,16	92,52	5	20	
	<u>cycle 3</u> : Béton en murs								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	180	0,83	149,4	18,67			
2	Acier	Kg	1440	0,055	79,2	9,9			
3	Béton	m <sup>3</sup>	18	4,8	86,4	10,8			
					315	39,37	5	8	
1	<u>cycle 4</u> : Poteaux Métalliques montage poteaux	μ	18	11,88	213,84	26,73	6	5	
1	<u>cycle 5</u> : Fermes Métalliques montage Fermes	μ	12	11,88	142,56	17,82	4	5	
1	<u>cycle 6</u> : Toit métallique montage du toit	m <sup>2</sup>	780	0,80	624	78	5	16	
	<u>cycle 7</u> : Dalles:								
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	39	4,2	163,8	20,47			
2	Aciers	Kg	4680	0,036	702	87,75			
3	Béton armé.	m <sup>3</sup>	780	0,90	168,48	21,06			
					1034,28	129,28	5	26	
1	<u>cycle 8</u> : Montage Bardage Montage	m <sup>2</sup>	575	0,8	460	57,5	4	14	
1	<u>cycle 9</u> : Enduits intérieurs Couche d'Isorel	m <sup>2</sup>	780	0,032	24,96	3,12			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Objet IV: Poste Haute Tension</u>								
1	<u>Cycle 1: Fouilles pour Fondations</u> fouilles dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	22	4,55	100,1	12,51	5	3	
1	<u>Cycle 2: Béton en fondations</u> Béton de propreté	m <sup>3</sup>	1	4,2	4,2	0,52			
2	Aciers	Kg	700	0,036	25,2	3,15			
3	Béton pour fondations	m <sup>3</sup>	10	4,3	43	5,37			
4	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	12	1,3	15,6	1,95			
					88	11	5	3	
	<u>Cycle 3: Béton en élévation:</u>								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	170	0,83	141,1	17,63			
2	Aciers	Kg	1360	0,055	74,8	9,35			
3	Béton en murs	m <sup>3</sup>	17	4,8	81,6	10,2			
					297,5	37,18	5	8	
	<u>Cycle 4: Plancher Terrasse:</u>								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	30	1,08	32,40	4,05			
2	Aciers	Kg	600	0,037	22,2	2,78			
3	Béton	m <sup>3</sup>	7,5	5,4	40,5	5,06			
					95,14	11,89	5	3	
	<u>Cycle 5: Dalle</u>								
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	1,85	4,2	7,77	0,97			
2	Acier	Kg	222	0,036	33,3	4,16			
3	Béton pour dalle	m <sup>3</sup>	37	0,90	7,99	0,99			
					49,06	6,13	5	2	
	<u>Cycle 6: Enduits Intérieurs</u>								
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	85	1,3	110,5	13,81			
2	" sur plancher	m <sup>2</sup>	30	1,11	33,3	4,16			
3	" sur dalle	m <sup>2</sup>	37	1,30	48,1	6,01			
4	Montage des portes	m <sup>2</sup>	5	1,77	8,85	1,1			
					200,64	25,08	5	5	
	<u>Cycle 7: Peintures Intérieures</u>								
1	Peinture à la chaux.	m <sup>2</sup>	122	0,30	36,6	4,75			
2	Peinture sur menuiserie.	m <sup>2</sup>	5	1,44	7,2	0,9			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					45,2	5,65	5	2	
	<u>cycle 8: Isolation sur Terrasse</u>								
1	Amorçage Terrasse	m <sup>2</sup>	30	0,05	1,5	0,18			
2	Couche hydrofuge	m <sup>2</sup>	30	0,13	3,9	0,48			
3	2 couches fibre de verre	m <sup>2</sup>	60	0,12	7,2	0,9			
4	Dalle sur Terrasse	m <sup>2</sup>	30	1,45	43,5	5,43			
					56,1	7,01	5	2	
	<u>cycle 9: Enduits Extérieurs</u>								
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	85	1,3	110,5	13,81	5	3	
	<u>cycle 10: Peintures Extérieures</u>								
1	Peinture à la chaux.	m <sup>2</sup>	85	0,30	25,5	3,18	5	1	
	<u>Objet V Mur de Soutènement</u>								
	<u>cycle 1: Fouilles pour fondations</u>								
1	fouilles dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	62,5	4,55	284,4	35,54	5	7	
	<u>cycle 2: Béton en fondations</u>								
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	3	4,2	12,6	1,57			
2	Aciers	kg	1750	0,036	63	7,87			
3	Béton	m <sup>3</sup>	25	4,3	107,5	13,43			
4	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	38	1,3	49,4	6,17			
					232	29	5	6	
	<u>cycle 3: Béton en élévation.</u>								
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	170	0,83	141,1	17,63			
2	Aciers	kg	2800	0,055	154	19,25			
3	Béton en élévation	m <sup>3</sup>	35	4,8	168	21			
					463	57,88	5	12	
	<u>cycle 4: chemise de drainage</u>								
1	mise en place de moellons	m <sup>3</sup>	30	3,42	102,6	12,82	5	3	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<u>Objet VI: Travaux Extérieurs</u>								
	<u>Cycle 1: Enduits Extérieurs</u>								
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	644	1,3	837,2	104,6	5	21	
	<u>Cycle 2: Peintures Extérieures</u>								
1	Peinture à la chaux	m <sup>2</sup>	644	0,3	192,2	24,15	5	5	
	<u>Cycle 3: Isolation sur Terrasse</u>								
1	Amorçage Terrasse	m <sup>2</sup>	438	0,05	21,9	2,73			
2	Couche hydrofuge	m <sup>2</sup>	438	0,13	56,94	7,11			
3	2 Couches fibre de verre	m <sup>2</sup>	875	0,12	105	13,12			
4	Dalle sur Terrasse	m <sup>2</sup>	438	1,45	635,1	79,38			
					818,78	102,34	5	21	
	<u>Cycle 4: Routes et trottoirs</u>								
1	fondation de béton.	m <sup>2</sup>	425	0,54	229,5	28,68			
2	fondation stabilisée.	m <sup>2</sup>	250	0,264	66	8,25			
3	forme bitumineuse.	m <sup>2</sup>	600	0,043	25,8	3,22			
4	épaisseur de roulement	m <sup>2</sup>	600	0,094	56,4	7,05			
5	Sable	m <sup>3</sup>	6	3	18	2,25			
6	Trottoirs (0,75 m de large)	m <sup>2</sup>	388	0,56	217,28	27,16			
7	Bordures de trottoirs	m	463	0,43	199	24,88			
					811,98	101,49	5	20	
	<u>Cycle 5: Canalisations Extérieures</u>								
1	fouilles dans les espaces réduits	m <sup>3</sup>	250	4,75	1187,5	148,43			
2	fouilles dans espaces réduits (H>3)	m <sup>3</sup>	63	6,35	400	50			
3	fouilles dans espaces larges > 3m	m <sup>3</sup>	20	4,55	91	11,37			
4	Pose de Conduites	m	240	1,3	312	39			
5	Pose de l'étanchéité	μ	80	0,74	59,2	7,4			
6	Sable	m <sup>3</sup>	105	3	31,5	3,93			
7	Béton maigre	m <sup>3</sup>	13	4,2	54,6	6,82			
8	Descentes eaux pluviales	m	205	0,75	153,75	19,2			
9	Pose chemise de drainage	m <sup>2</sup>	30	1,32	39,6	4,95			
10	Coffrage	m <sup>2</sup>	23	0,83	19,09	2,38			
11	Aciers	kg	350	0,055	19,25	2,4			
12	Béton	m <sup>3</sup>	9	4,8	43,2	5,4			
13	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	220	3,25	715				
					2410,7	301,3	5	60	

Le même schéma de calcul est appliqué pour les autres cycles ; et l'ensemble est regroupé dans le tableau récapitulatif .

Il est à noter, que pour le cycle relatif aux installations technico-sanitaires, et en l'absence d'indications précises, nous avons prévu une équipe mixte de 20 ouvriers tout en conservant le même module de temps choisi pour les Annexes Techniques (5 jours sur un secteur) .

C/ Etablissement des nécessaires de matériaux , semi-fabriqués et préfabriqués .

Les quantités de travaux précédemment déterminées dans le chapitre 5 ; vont nous servir pour évaluer le nécessaire de matériaux . On se base aussi sur la norme de consommation spécifique . La relation utilisée est :

$$N_i = Q_i \times N_c$$

$N_i$  = Quantité nécessaire de matériaux

$Q_i$  = Quantité de travaux à exécuter

$N_c$  = Norme de consommation, c'est-à-dire les quantités nécessaires pour la réalisation d'une unité de travail  $Q_i$  . Ces normes sont groupées dans le même annexe que celles relatives au temps .

On rappelle à cet effet, que l'on a pris les dosages suivants :

- béton maigre :  $150 \text{ Kg/m}^3$  (ciment)

- murs, et fondations  $300 \div 350 \text{ Kg/m}^3$  (ciment)

Pour le gravier on a pris :  $0,73 \text{ m}^3$  de béton , alors que pour le sable on a :  $0,48 \text{ m}^3/\text{m}^3$  de béton .

Ces dosages sont moyens .

Les normes prévoient un pourcentage de déchet pour la confection des armatures (3% ) . Le nécessaire d'acier est calculé sur cette base .

L'ensemble de ces calculs est groupé dans le tableau qui suit .

La consommation de préfabriqués est déterminée par les plans relatifs à l'ossature du Hall et du dépôt . Ainsi, on a :

$$74 + 18 = 92 \text{ poteaux}$$

$$72 + 12 = 84 \text{ fermes}$$

$$\underline{\text{toiture en tôle de zinc}} : 11300 + 1560 = 12860 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Bardage extérieur}} : 1660 + 1150 = 2710 \text{ m}^2$$

On remarque que les panneaux de contre-plaqués qui serviront aux coffrages appartiennent à la catégorie des préfabriqués . Le nécessaire sera déterminé dans le chapitre relatif aux diagrammes différentiels .



## DETERMINATION DES MATERIAUX

N° Ordre	Désignation: Objets-Ensembles - cycles	Unité	Quantité travaux	MATERIAUX.						
				CIMENT	GRAVIER	SABLE	BOIS	Briques	Mortier	Acier
			4	5	6	7	8	9	10	11
	<u>Objet II: Nouvelle Filature.</u> <u>Ensemble I: Hall de production.</u>									
	<u>Cycle 1: Béton en Fond.</u>									
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	59,5	8,925	43,43	28,56				
2	Acier pour fondations	Kg	22400							23072
3	Béton en Semelles et rigoles	m <sup>3</sup>	320	96	233,6	153,6				
4	Coffrage poteaux	m <sup>2</sup>	360				360			
5	Acier pour poteaux	Kg	2700							2781
6	Béton en poteaux	m <sup>3</sup>	27	9,45	19,71	12,96				
7	Remblai / fondations	m <sup>3</sup>								
	<u>Cycle 2: Béton en murs</u>									
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	3300				3300			
2	Acier	Kg	26400							27192
3	Béton	m <sup>3</sup>	330	99	240,9	158,4				
	<u>Cycle 8: Canalisations</u>									
1	Sable	m <sup>3</sup>				28				
2	Béton	m <sup>3</sup>	4	0,6						
	<u>Cycle 9: Béton Carreaux</u>									
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	20320				20320			
2	Acier	Kg	85400							87962
3	Béton	m <sup>3</sup>	1220	336	890,6	585,6				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>Cycle 10: Daller</u>										
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	577	86,6	421,21	277				
2	Acier	Kg	50780							52303
3	Béton armé	m <sup>3</sup>	1731	432,75	1263,6	830,88				
<u>Cycle 11: Enduits.</u>										
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	1400	8,28		28,9			22,4	
<u>Ensemble I: Sous-Sol Annexes Techniques</u>										
<u>Cycle 2: Béton en Fondation</u>										
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	666,5	99,97	486,6	319,9				
2	Acier pour fondations	Kg	32200							33166
3	Béton pour Semelles	m <sup>3</sup>	460	138	335,8	220,8				
4	Remblai sur fondations	m <sup>3</sup>	1770							
<u>Cycle 3: Canalisations</u>										
1	Béton maigre	m <sup>3</sup>	6	0,9	4,38	2,88				
2	Sable	m <sup>3</sup>	4			4				
3	Coffrage	m <sup>2</sup>	40				40			
4	Acier	Kg	120							124
5	Béton	m <sup>3</sup>	4	1,2	2,92	1,92				
<u>Cycle 4: Béton en murs</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	5500				5500			
2	Acier	Kg	44000							45320
3	Béton.	m <sup>3</sup>	550	165	416,1	273,6				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>Cycle 5: Maçonnerie.</u>										
1	murs en briques (20cm)	m <sup>2</sup>	600	7,56				79800	25,2	
2	isolation hydrofuge verticale	m <sup>2</sup>	1350							
3	maçonnerie (ep=6cm)	m <sup>2</sup>	1350	3,85				67500	12,82	
<u>Cycle 6: Dalles</u>										
1	Acier	Kg	22500						2	23175
2	Béton	m <sup>3</sup>	450	112,5	328,5	216				
<u>Cycle 7: Plancher au dessus du Sous-Sol.</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	3024				3024			
2	Acier	Kg	60640							62460
3	Béton	m <sup>3</sup>	758	265,3	553,4	363,84				
<u>Cycle 8: Cloisons</u>										
1	murs en briques (10cm)	m <sup>2</sup>	50	2,25					0,75	
<u>Cycle 10: Enduits.</u>										
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	3600	21,31		74,30			57,6	
2	Enduits sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	1300	4,1		24,1			23,4	
3	Enduits sur plancher	m <sup>2</sup>	3000	11,1		38,7			30	
<u>Ensemble III: RDC Annexes Techniques</u>										
<u>Cycle 1: Béton en Murs</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	2500				2500			
2	Acier	Kg	20000							20600
3	Béton	m <sup>3</sup>	250	75	182,5	120				
<u>Cycle 2: Maçonnerie</u>										
1	Murs en briques (20cm)	m <sup>2</sup>	600	7,56				79800	25,2	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<u>Cycle 3: Plancher Haut</u> R-D-C.									
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	1784				1784			
2	Aciers	Kg	35840							36916
3	Béton	m <sup>3</sup>	448	156,8	327,04	215				
	<u>Cycle 4: Cloisons:</u>									
1	murs en briques (10cm)	m <sup>2</sup>	50	2,25				3350	0,75	
	<u>Cycle 6: Enduits:</u>									
1	Enduits sur plancher	m <sup>2</sup>	1750	6,5		22,6			17,5	
2	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	2500	14,8		51,6			40	
3	Enduits sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	1300	4,1		24,1			23,4	
	<u>Ensemble IV:</u> 1 <sup>er</sup> Etage Annexes Techniques									
	<u>Cycle 1: Béton en Mur</u>									
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	8600				8600			
2	Acier	Kg	68800							70864
3	Béton	m <sup>3</sup>	860	258	627	412,8				
	<u>Cycle 2: Maçonnerie:</u>									
1	murs en briques (ep: 20)	m <sup>2</sup>	600	7,56				79800	25,2	
	<u>Cycle 3: Plancher</u> Haut 1 <sup>er</sup> Etage									
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	1784				1784			
2	Acier	Kg	35840							36916
3	Béton	m <sup>3</sup>	448	156,8	327,04	215				
	<u>Cycle 4: Cloisons:</u>									
1	maçonnerie (ep: 10)	m <sup>2</sup>	50	2,25				3350	0,75	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>Cycle 6: Enduits:</u>										
1	Enduits sur plancher	m <sup>2</sup>	1750	6,5		226			17,5	
2	Enduits sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	1300	4,1		24,1			23,4	
3	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	8600	50,9		177,5			137,6	
<u>Ensemble V: 2<sup>e</sup> Etage</u>										
<u>Annexes Techniques</u>										
<u>Cycle 1: Béton en Murs</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	6000				6000			
2	Acier	Kg	48000							49440
3	Béton	m <sup>3</sup>	600	180	438	288				
<u>Cycle 2: Dalle Terrasse</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	404				404			
2	Aciers	Kg	8240							49440
3	Béton	m <sup>3</sup>	103	36,1	75,19	49,44				
<u>Cycle 3: Cloisons:</u>										
1	mur en briques (10cm)	m <sup>2</sup>	50	2,25				3350	0,75	
<u>Cycle 4: Enduits</u>										
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	6000	35,52		123,84			96	
2	Enduits sur maçonnerie	m <sup>2</sup>	100	0,31		1,85			1,8	
3	Enduits sur plancher	m <sup>2</sup>	380	14,06		49,2			38	
<u>Objet III: Dépôt de balles.</u>										
<u>Cycle 2: Béton en Fond.</u>										
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	19,35	29	14,12	9,28				
2	Acier pour fondations	Kg	11900							12257
3	Béton pour semelles	m <sup>3</sup>	12,5	37,5	91,25	60				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Coffrage poteaux	m <sup>2</sup>	24				24			
5	Acier poteaux	Kg	200							206
6	Béton en poteaux	m <sup>3</sup>	2	0,7	1,46	1				
<u>Cycle 3: Béton en Murs</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	360				360			
2	aciers	Kg	2880							2967
3	Béton	m <sup>3</sup>	36	10,8	26,28	17,28				
<u>Cycle 7: Dalles.</u>										
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	78	14,7	58,9	37,44				
2	Acier	Kg	9360							9640
3	Béton	m <sup>3</sup>	234	58,5	170,82	112,32				
<u>Objet IV Poste</u> <u>Haute Tension.</u>										
<u>Cycle 2: Béton Fondations</u>										
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	1	0,15	0,73	0,48				
2	Acier	Kg	700							721
3	Béton	m <sup>3</sup>	10	3	2,19	1,44				
<u>Cycle 3: Béton en murs</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	170				170			
2	Acier	Kg	1360							1400
3	Béton	m <sup>3</sup>	17	5,1	12,41	8,16				
<u>Cycle 4: Plancher</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	30				30			
2	Acier	Kg	600							618
3	Béton armé.	m <sup>3</sup>	7,5	2,63	5,47	3,6				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>Cycle 5: Dalle:</u>										
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	1,85	0,3	1,35	0,88				
2	Acier	Kg	222							229
3	Béton pour dalle	m <sup>3</sup>	5,55	1,38	4,1	2,66				
<u>Cycle 6: Enduits Intérieurs</u>										
1	Enduits sur murs	m <sup>2</sup>	85	5,05		3,5			2,72	
2	Enduits sur plancher	m <sup>2</sup>	30	0,18		0,8			0,6	
3	Enduits sur dalle (chape)	m <sup>2</sup>	37	0,2		0,8			0,6	
<u>Cycle 9 Enduits Extérieurs</u>										
1	Enduits sur murs	m <sup>2</sup>	85	5,05		3,5			2,72	
<u>Objet V: Mur de Soutènement</u>										
<u>Cycle 2: Béton en fondat</u>										
1	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	6	0,9	4,38	2,88				
2	Acier	Kg	3500							3505
3	Béton	m <sup>3</sup>	50	15	36,5	24				
<u>Cycle 3: Béton en élévation</u>										
1	Coffrage	m <sup>2</sup>	340							
2	Acier	Kg	5600							5768
3	Béton	m <sup>3</sup>	70	24,5	51,1	33,6				
<u>Objet VI: Tr<sup>x</sup> Extérieur</u>										
<u>Cycle 1: Enduits</u>										
1	Enduits sur béton	m <sup>2</sup>	2575	3,6		18			46,95	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<u>Cycle 4: Canalisations</u> Extérieures.									
1	Sable:	m <sup>3</sup>	42			42				
2	Béton maigre	m <sup>3</sup>	50	7,5	36,5	24				
3	Coffrage	m <sup>2</sup>	90				90			
4	Acier	Kg	1400							1442
5	Béton	m <sup>3</sup>	35	10,5	25,55	16,8				
	<u>Cycle 5: Routes.</u>									
1	fondation Béton	m <sup>3</sup>	238	74,5	146,37	177,31				
2	Sable	m <sup>3</sup>	24			24				



## c/ ETABLISSEMENT DU NECESSAIRE

### D'OUTILLAGE DE BASE

La relation qui est utilisée pour ce calcul du nécessaire de camions excavateurs, grues etc ..., se présente ainsi :

$$w = \frac{Q_i}{N_{pi} \times t} \quad \text{où}$$

$w$  = nombre d'outillages

$Q_i$  = quantité de travaux à réaliser

$N_{pi}$  = norme de production d'outillage, c'est-à-dire la quantité de travaux réalisées par un engin pendant une heure . On trouvera ces normes dans l'annexe n° 2 .

$t$  = durée d'exécution calculée précédemment .

Ces nécessaires sont déterminés par objets et cycles et groupés dans l'annexe n°

#### 1 - Détermination du nombre de camions pour les terrassements en pleine masse :

Le transport des terres n'est qu'une partie du travail qui consiste à :

- a) - extraire est charger les camions
- b) - transporter
- c) - décharger et mettre en oeuvre à la décharge (éventuellement) .

On s'attache à résoudre le problème de transport ; tout en essayant de permettre une production économique (plein emploi) à l'extraction et à la décharge . En effet ; il est nécessaire de faire travailler les engins lourds (pelle mécanique, excavateur) au maximum de leurs possibilités afin de pouvoir les amortir rapidement . En général, on choisit des journées de travail de 16 heures par ces engins :

On note que la quantité de terres à transporter doit être compatible :

- avec la durée affectée au travail
- avec les productivités à l'extraction et à la décharge
- doit évidemment ne pas dépasser la capacité de la route .

La benne du camion est choisie habituellement ; voisine de 4 à 6 fois celle de la benne (godet ou dragline) de l'engin de l'extraction .

Moins de 4 fois conduit à des pertes de temps lors du chargement (difficultés de remplissage) . Plus de 6 fois conduit à des durées inutiles d'attente des camions lors du chargement .

On détermine le nombre de trajets accomplis par un camion en un seul jour, en procédant à l'analyse d'un cycle . La prévision de la durée moyenne d'un trajet est la caractéristique la plus importante et la plus difficile à établir .

On se trouve obligé de tenir compte d'un certain nombre de facteurs :

- état du sol, des pistes et des routes
- déclivités à franchir
- nature de la terre transportée (durée de vidange des bennes) .

Dans le cas ; qui nous intéresse ; on peut situer la décharge des terres sur les rives de l'oued Bou Merzoug qui passe près de l'enceinte du complexe . L'estimation d'un trajet se fait de la manière suivante :

Approche du lieu de chargement	1 mn
Attente avant chargement	3 mn
Chargement	3 mn
Trajet sur chantier (200 à 400 m)	2 mn.

Trajet sur piste aménagée (1 Km)	3 mn
Déchargement	4 mn
Retour à vide (50 % du temps à charge)	3 mn

Ceci donne pour un cycle une durée de 19 mn .

Le nombre de trajet à effectuer par jour, se détermine par :

$$n = \frac{8 \times 60}{t} \text{ (arrondi à l'entier inférieur)}$$

$$\text{Dans le cas présent } n = \frac{8 \times 60}{19} = 25$$

On envisage deux hypothèses quant au choix du nombre d'excavateur on prend un excavateur ayant une capacité de godet égale à  $0,8 \text{ m}^3$  . Le terrain est considéré comme appartenant à la catégorie 3 (moyen) ; les normes de temps relatives à l'engin sont :  $47,62 \text{ m}^3 / \text{h}$  . Ce volume de terre est considéré chargé dans les camions .

#### 4. / - Nivellement de la plate forme :

Le volume de terres à déplacer a été déterminé précédemment :

$$V = 47200 \text{ m}^3 \text{ ( se référer au métré )}$$

Le nécessaire en heures excavateurs se calcule à partir de la norme de rendement de l'engin :

$$W = \frac{47200}{47,62} = 991,18 \text{ heures excavateur}$$

En considérant les relèves de 8 heures ; on peut exprimer ce volume en jours excavateurs :

$$W_2 = \frac{991,18}{8} = 123,89 \text{ J - ex (124)}$$

13/ On prend 2 excavateurs travaillant en 2 relèves :

ceci se traduit par une durée des travaux égale à :

$$t = \frac{W_2}{2 \times 2} = \frac{123,89}{4} = 30,9 \text{ jours (31 j)}$$

La quantité excavée par jour est :

$$p = \frac{47200}{31} = 1522,58 \text{ m}^3$$

On peut alors déterminer le nécessaire de camions (capacité choisie 10 t) :

$$N = \frac{P}{n \times v} \quad \text{où}$$

$v$  = capacité de la benne du camion ( $v = 6 \times 0,8 = 4,8 \text{ m}^3$ )

$n$  = nombre de trajets effectués par un camion en une journée :

$$\text{donc} : N = \frac{1522,58}{25 \times 4,8} = 12 \text{ camions}$$

#### 1.1. Nombre de camions en réserve ou en réparation :

La production de l'engin d'extraction ne pouvant être limitée par le manque de camions ; il est indispensable que tout camion tombant en panne puisse être remplacé . On doit alors disposer de camions de réserves . Le nombre de ces camions dépend :

- du nombre  $N$  de camions au travail
- des conditions de travail imposées au matériel

En général, on prend ce nombre compris entre  $N/6$  et  $N/4$  , on adopte en général les valeurs les plus faibles, ce qui est techniquement soutenable . Dans le cas ; où l'on décide de ne pas disposer de cette réserve ; il faut alors admettre que l'engin d'extraction ne travaille pas à pleine capacité . Dans l'hypothèse choisie (2 excavateurs travaillent en 2 relèves) ; on prend  $N = 2$  . Ceci nous donne : 7 camions par relève ; à chaque excavateur on affectera 3 camions .

2/ Si on prend 3 excavateurs ; la durée de travail sera alors ramenée à :

$$t = \frac{123,89}{3 \times 2} = 21 \text{ jours}$$

$$p = \frac{47200}{21} = 2247,61 \text{ m}^3 / \text{jour}$$

$$n = \frac{2247,61}{25 \times 4,8} = 19 \text{ camions}$$

On prend une réserve égale à 5 camions . Le nombre de camions nécessaire par relève est alors 12 et on affectera 3 à chaque excavateur . On adopte cette hypothèse de travail, car elle nous permet d'exécuter les travaux en un délai assez réduit (différence de 10 jours ouvrables) .

E/ - Excavation du sous-sol des Annexes Techniques :

La part revenant à l'excavateur est  $9150 \text{ m}^3$  . On conserve le même engin pour exécuter ces travaux .

Le nécessaire en Heures-excavateur est alors déterminé par :

$$W_1 = \frac{9150}{47,62} = 192,14 \text{ H - ex}$$

$$W_2 = \frac{192,14}{8} = 24 \text{ jours-excavateur}$$

1/ On prend un excavateur travaillant en 2 relèves . Dans ce cas la durée est 12 jours .

Ceci nous donne une quantité excavée par jour :

$$p = \frac{9150}{12} = 762,5 \text{ m}^3 / \text{jour}$$

La durée d'un trajet ainsi que le nombre restent invariables . Le nécessaire de camions se détermine par :

$$N = \frac{762,5}{25 \times 4,8} = 6$$

On prend  $N = 2$  ceci nous donne 4 camions par relève .

2°/ On prend 2 excavateurs . La durée sera égale à 6 jours .

La quantité à excaver en 1 journée est :

$$p = \frac{9150}{6} = 1525 \text{ m}^3/\text{jour}$$

$$n = \frac{1525}{25 \times 4,8} = 12 \text{ camions} \quad \text{N}^{\circ} 2$$

On prend 7 camions par relève et on affecte 3 à chaque excavateur .

Dans le cas présent ; notre choix va de préférence à la première hypothèse (12 jours pour excaver les sous-sols) .

## 2- Montage de l'ossature métallique :

Il est conseillé d'utiliser un seul type d'engin de montage (à la rigueur deux) . Les normes prévoient tous les travaux de montage et considèrent que les matériaux sont disponibles dans le rayon d'action de l'engin .

### 2.1. Montage des fermes et poteaux :

On a pris une grue automatrice de 20 tf . La pose d'un poteau ou d'une ferme nécessite 2,70 heures de travail . Connaissant le nombre total de poteaux et de fermes ; on peut déterminer la durée de montage .

#### a) Poteaux :

$$2,70 \times 74 = 199,8 \text{ heures-grue}$$

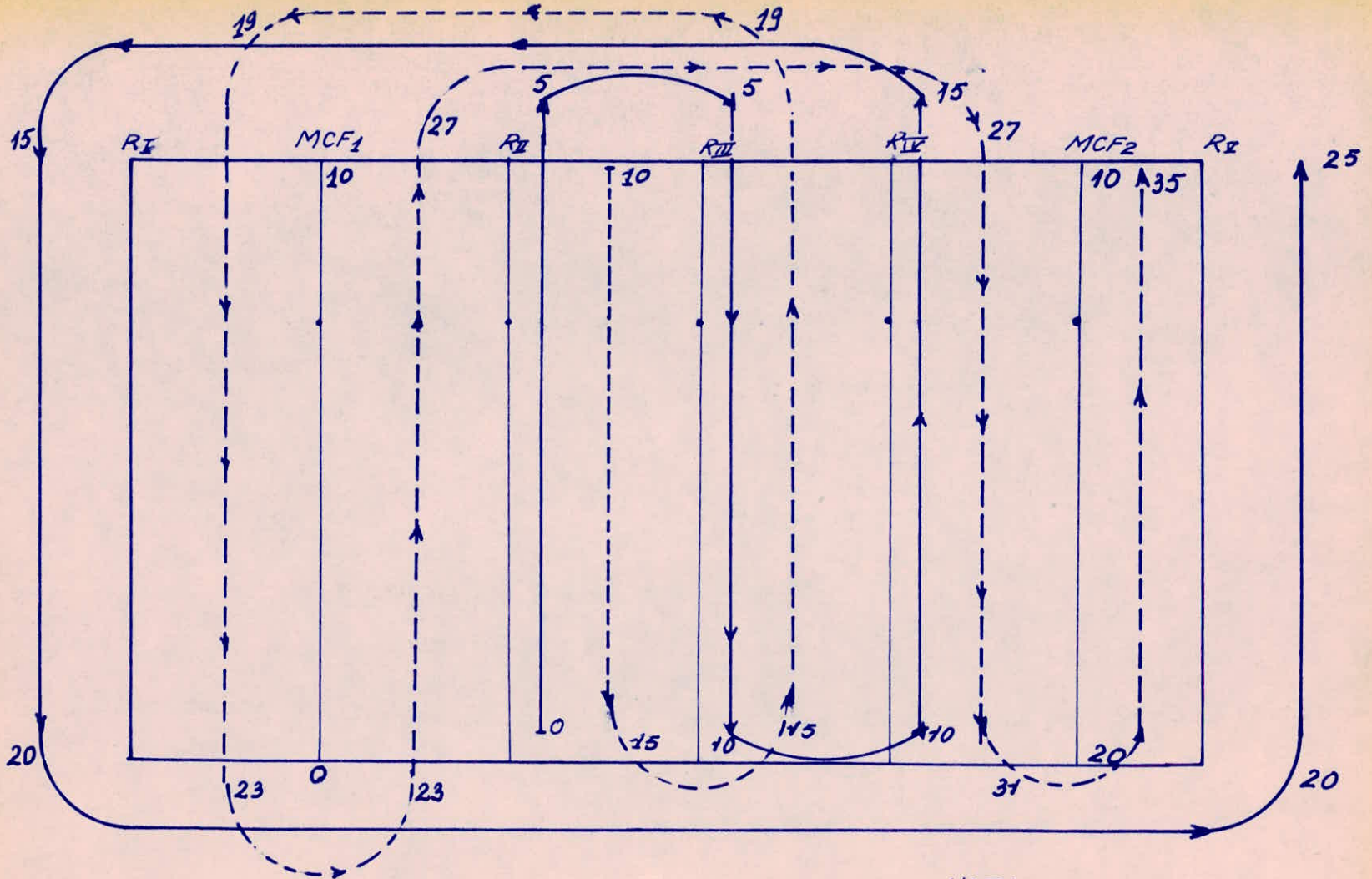
$$\text{soit : } \frac{199,8}{8} = 24,9 \text{ J-grue (25)}$$

#### b) Fermes :

$$2,70 \times 72 = 194,4 \text{ Heures-grue}$$

$$\text{soit } \frac{194,4}{8} = 24,3 \text{ J-grue (25)}$$

Le schéma de montage montre le détail et la succession des opérations . On considère que le délai de 5 jours entre le début du montage des poteaux et celui des fermes est suffisant pour effectuer des travaux sur une rangée et libérer un front de travail .



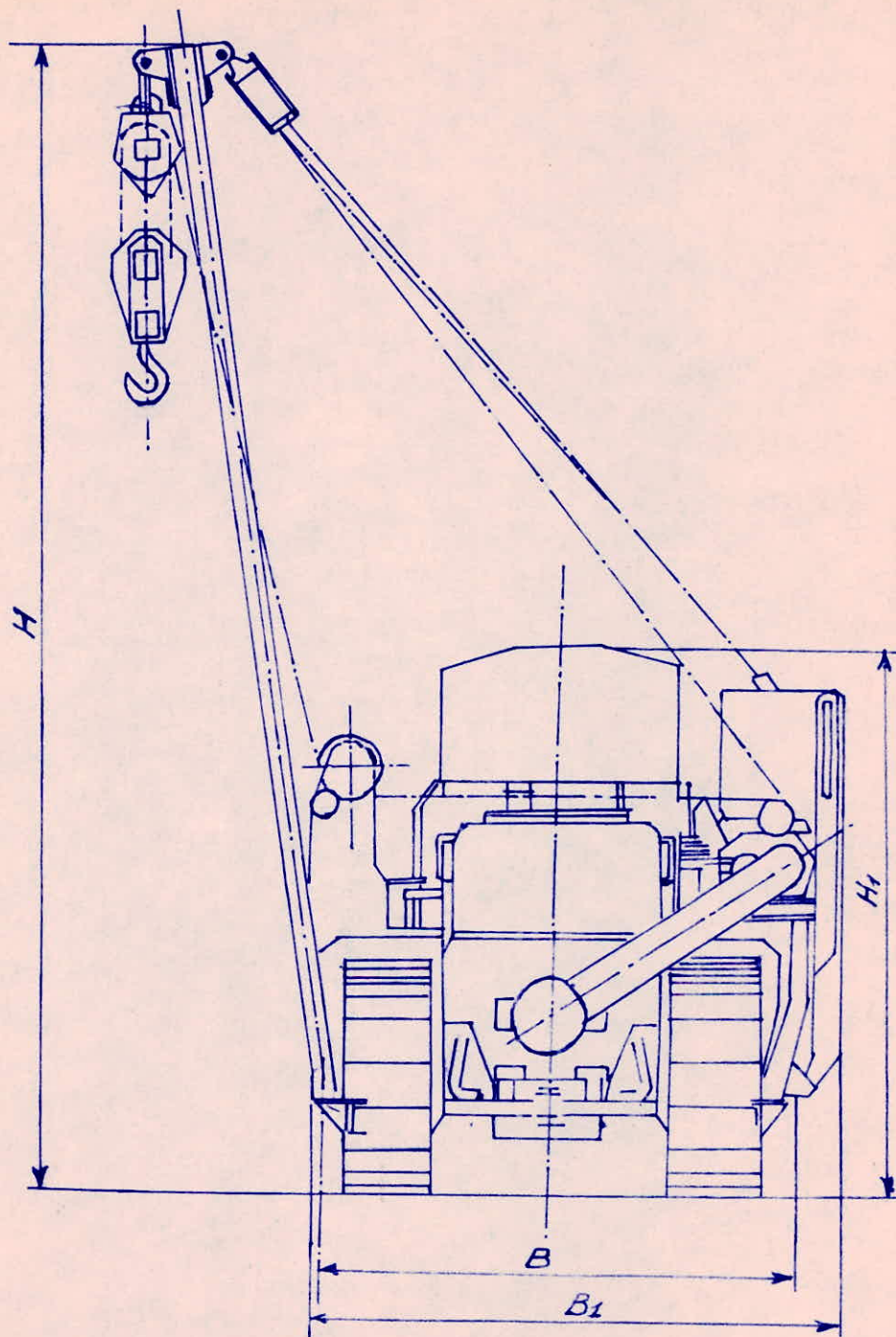
légende:

- montage poteaux
- - - montage fermes

NOTA:

RI, RII... RIV : rangée poteaux  
 MCF1, MCF2: Mur coupe feu  
 . Pour les murs ; il s'agit bien sûr de bétonnage.  
 . les chiffres indiquent les jours

SCHEMA DE MONTAGE  
 POTEAUX et FERMES "HALL DE PRODUCTION"



Désignation	$B$	$B_1$	$H$	$H_1$
Dimensions (mm)	3065	4800	6300	2860

GRUE AUTOMOTRICE de 20 tf.



## 2.2. Montage du contreventement, pannes et chevrons :

On assimile le montage de contreventement, pannes et chevrons à celui des fermes ; en lui affectant la même durée (25 jours) .

Le poids de ces éléments représente environ 40 jusqu'à 50 % du poids total des fermes :

$$72 \times 3,5 = 252^t$$

$$0,4 \times 252 = 100,8^t$$

La norme de montage pour la grue est de 7 heures-hommes par tonne .

Les manoeuvres de mise en place (soudure et liaison) nécessitent un volume de travail de 83 heures ouvriers par tonne ,

Ceci se traduit par un volume de travail de :

$$100,80 \times 90 = 9072 \text{ heures-hommes}$$

La durée étant fixée à 25 , on peut déterminer l'effectif d'ouvriers :

$$r = \frac{9072}{8 \times 25} = 45 \text{ hommes}$$

PRESENTATION DE LA METHODE DU TRAVAILA LA CHAINE

Cette méthode permet d'organiser les activités de construction de manière à tirer le meilleur parti des effets de répétition . Elle a d'abord été utilisée dans l'industrie et s'est étendue aux diverses activités de construction donnant ainsi de bons résultats .

Pour atteindre cet objectif, on divise les travaux de construction en un nombre de processus permettant ainsi une spécialisation des exécutants (équipe de fondations, béton en murs, planchers, maçonneries) . Cette méthode est fondée sur l'exécution rythmique de certains processus répétitifs, par des équipes spécialisées . Le travail se prépare de la manière suivante :

- 1<sup>o</sup>/ Enumération de tous les processus distincts
- 2<sup>o</sup>/ Choix d'un "processus chef" où une répétition régulière paraît essentielle (coulage des murs et des planchers en béton) et fixation du cycle correspondant .
- 3<sup>o</sup>/ Planification complète des diverses opérations par rapport à la cadence choisie .

Une bonne application de la méthode de réalisation en continu nécessite une attention particulière . En effet, il faut veiller attentivement à ce que les équipes de travail ne se gênent pas mutuellement et éviter que plus d'une équipe à la fois soit occupée à un poste de travail quelconque . Il est nécessaire d'avoir une surface de travail suffisante afin de permettre à toutes les équipes occupées à la construction d'un ouvrage de travailler simultanément sur le même secteur, chacune suivant l'autre, sans perte de temps . Faute de pouvoir disposer de cette surface, l'exécution des opérations devient discontinue et agit fâcheusement sur la productivité de la main d'oeuvre .

a) continuité dans l'exécution des processus de construction :

On divise la totalité de l'objectif en un certain nombre de zones de travail en tenant compte de ce qui a été dit précédemment . Ces secteurs vont voir défiler les équipes spécialisées qui une fois le travail exécuté, passent au secteur suivant .

b) Uniformité des ressources :

Ceci englobe les ouvriers dont l'effectif doit rester constant autant que possible tout en veillant à ne pas lui faire subir des variations trop importantes .

L'approvisionnement en matériaux (agrégats, ciments, préfabriqués) doit être régulier afin de ne pas perturber la succession des travaux .

Le choix judicieux des secteurs conditionne la suite des travaux . La délimitation est faite suivant des considérations constructives et organisationnelles (joint de dilatation, joint de tassement) . En bâtiment par exemple, les travaux de bétonnage relatifs à un niveau sont divisés en 3 ou 4 secteurs .

Une fois la disposition des secteurs choisie, on peut déterminer le volume des travaux à confier aux équipes spécialisées . Deux cas peuvent se présenter :

1 - Travaux identiques sur tous les secteurs :

C'est le cas d'un ouvrage linéaire, rare en pratique où les travaux sont exécutés suivant le même module de temps . Dans ce cas, l'effectif restera constant .

2 - Volumes de travaux différents :

C'est en pratique, un cas rencontré assez souvent . Ceci se traduit surtout par des durées différentes d'un secteur à un autre .

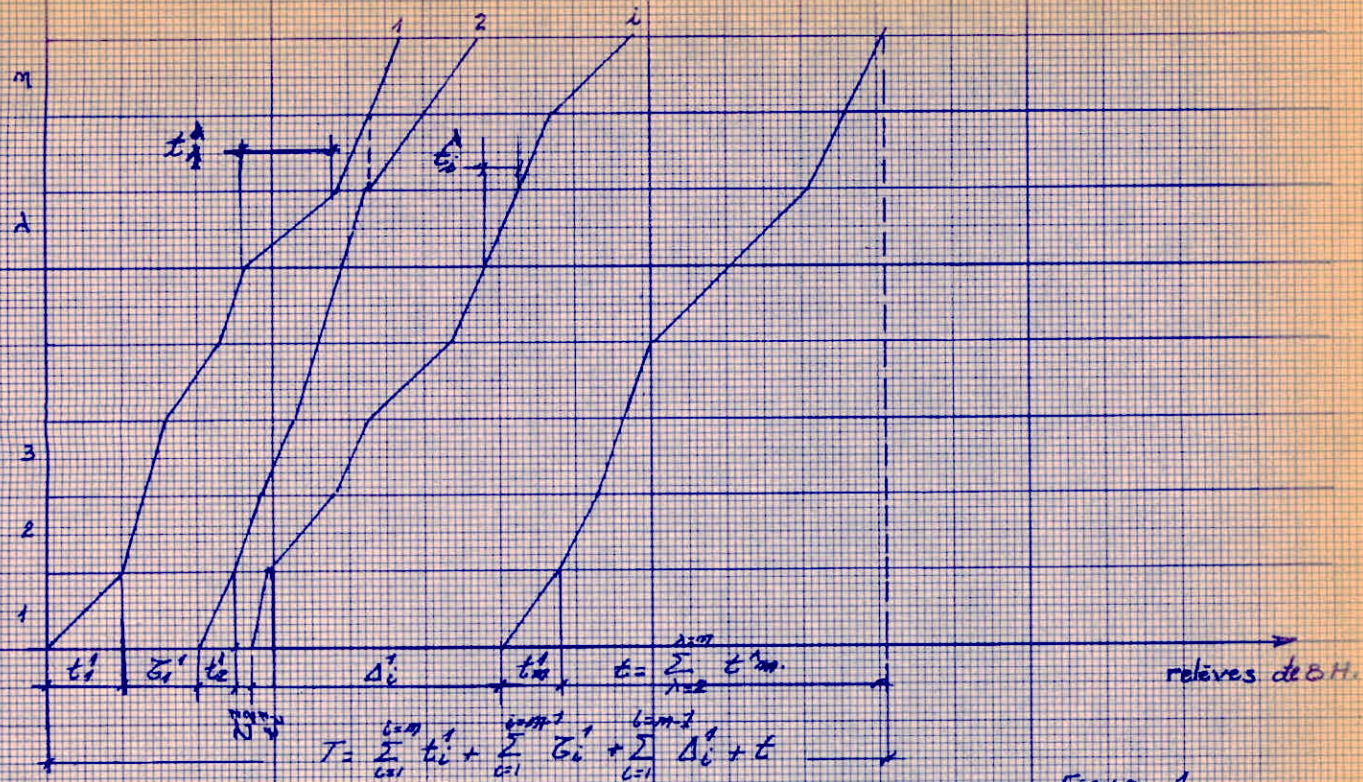


Figure 1

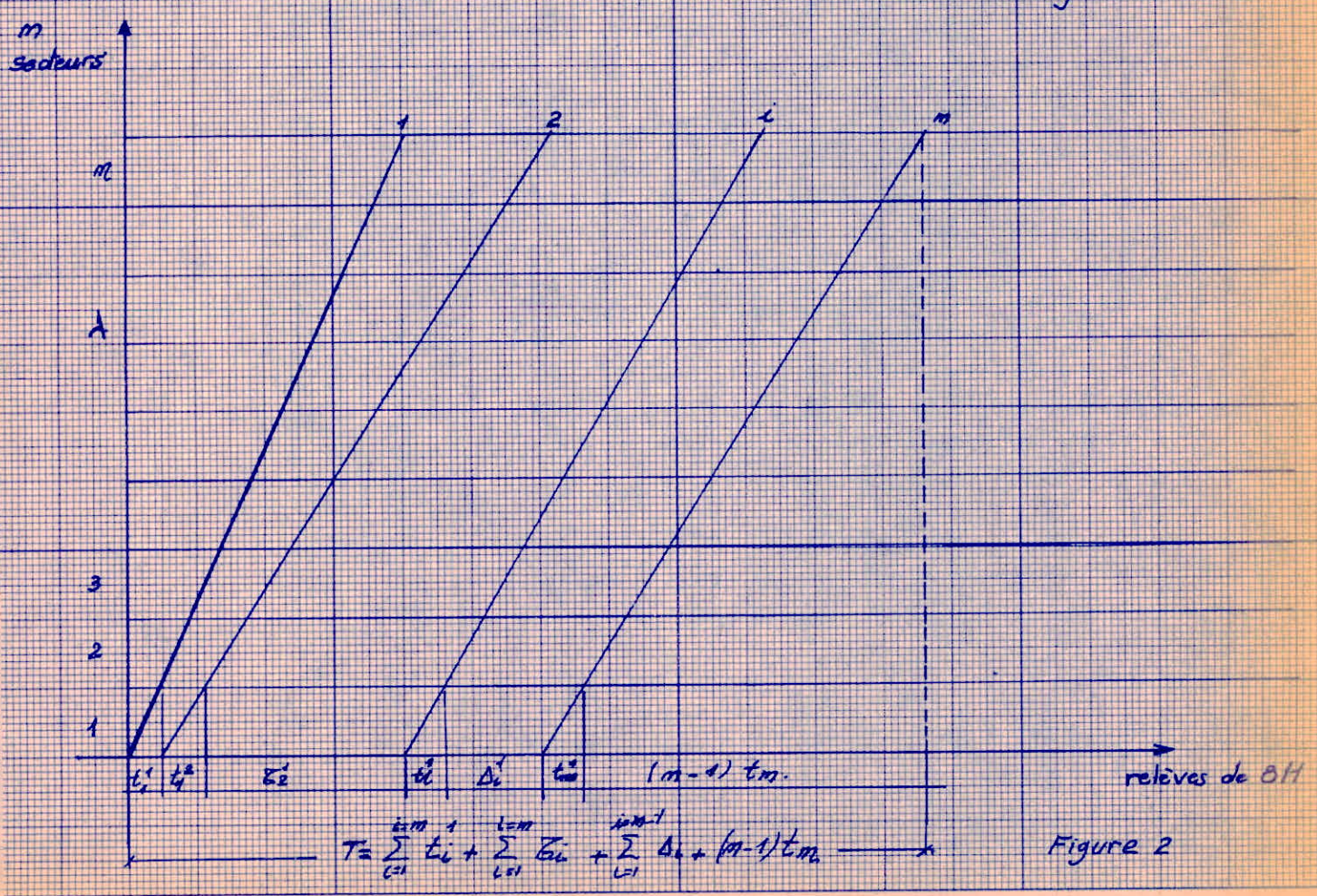


Figure 2

On pourrait ainsi recourir à une représentation graphique de ces notions sur un cyclogramme qui permet d'avoir la succession des opérations avec tous les liens technologiques et les contraintes (attente, durcissement, décalage organisationnel) . On définit la synchronisation comme le rapprochement maximum entre deux processus successifs de telle sorte que le début du processus (  $i + 1$  ) coïncide avec la fin du processus (  $i$  ) précédent . Cette opération permet de diminuer la durée de l'exécution de l'ensemble de l'ouvrage .

Le cyclogramme d'une construction composée de (  $i$  ) processus non rythmiques sur (  $n$  ) secteurs inégaux synchronisés entre eux, organisés d'après la méthode en continue est représentée sur la figure n° 1 où :

$t_i^\lambda$  = module du temps - la durée d'exécution d'un processus  $i$  sur un secteur courant

$\xi_i^1$  = décalage organisationnel sur le premier secteur

$a_i^1$  = décalage technologique sur le premier secteur des processus discontinus (coulage de béton - enduits) .

$t = \sum_{\lambda=2}^{\lambda=n} t_m^\lambda$  durée d'exécution du dernier processus sur les (  $n - 1$  ) secteur .

Dans le cas, où on organise chaque processus avec le même module de temps  $t_i$  pour tous les secteurs ; ce module étant différent d'un processus à l'autre ; on obtient le cyclogramme présenté sur la figure 2 .

Les aléas de l'industrie du bâtiment veulent que la durée de chaque processus de réalisation en continu ne saurait être fixée d'une manière précise . La seule chose qu'on peut déterminer d'avance est la composition des équipes . La durée étant variable sous l'effet des conditions atmosphériques défavorables ; mais aussi de l'accoutumance . Il faut donc prévoir une certaine souplesse afin que le travail puisse s'effectuer sans aucune entrave .

Les facteurs qui plaident en faveur de la méthode de travail en continu sont les suivants :

1 - Gain sur le temps alloué aux différentes opérations :

Des études ont établi que le phénomène de répétition conduit à une réduction du temps alloué à une opération . On note au départ une période d'hésitation ou d'apprentissage (premières opérations) ; qui fait place à une période d'accoutumance où le rendement est sensiblement amélioré .

2 - Diminution de la durée d'exécution d'un ouvrage et du coût :

C'est une conséquence directe de ce qui vient d'être dit . Un gain de temps sur l'opération élémentaire se répercute sur la durée totale de l'ouvrage . Ceci nous permet d'avoir des économies de main-d'oeuvre, et d'obtenir des constructions à des coûts moindres . En effet ; la livraison d'une usine entièrement construite avec une avance d'un mois sur le délai prévu ouvre de larges perspectives pour la commercialisation du produit sur le marché et il est très facile d'envisager les conséquences qui en découlent .

## ELABORATION DU GRAPHIQUE A BARRES

### " G A N T T "

Le but poursuivi est de pouvoir représenter clairement les processus de construction et leur lien dans le temps et d'exploiter simplement ces données .

En effet, la représentation des activités par le biais du cyclogramme est très claire et exprime toutes les contraintes relatives aux enclenchements des processus, et elle aurait pu satisfaire à ces exigences :

Le diagramme à barres permet de visualiser l'état d'avancement des travaux sur chantier . On regroupe les activités de construction par cycles, ensembles ou objets, et on représente les durées prévues par un rectangle . Les durées sont exprimées en jours ouvrables (relèves de 8 heures) et l'obtention du calendrier de réalisation se fait en introduisant les jours de repos de congé ou d'intempéries. Ce diagramme sert de base pour l'élaboration des consommations en ressources (main d'oeuvre, matériaux, énergie), car il définit la cadence de réalisation des travaux . Cette méthode présente un certain nombre d'inconvénients :

- Il n'y a pas d'analyse systématique des liaisons logiques, exprimant des contraintes technologiques ou autres, existant entre les différentes phases de travaux . 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 .

- Les travaux à exécuter ne sont pas analysés et définis d'une manière précise le planning indique souvent seulement les dates et les durées d'intervention . Cette absence d'analyse détaillée des tâches rend difficile la prévision précise des moyens à mettre en oeuvre .

- Au cours du déroulement de tout chantier se produisent des incidents, des événements imprévus, d'origines souvent très

diverses : (intempéries, retards de livraison , modifications apportées à certains plans ...) qui en ayant pour conséquence des retards ou des avances dans l'exécution de certains 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 (remettre à jour un tel planning revient à en créer cinq fois un nouveau) ne peut que difficilement jouer ce rôle d'outil souple, bien adapté au suivi de l'évolution du chantier .

On verra plus loin, que le graphique réseau est plus conforme à la réalité, en ce sens que les contraintes et les liaisons logiques sont correctement représentées .

Néanmoins ; on revient toujours à l'élaboration du Gantt ; car il est facile à interpréter par des non-initiés .

Pour le projet de la filature, on a conservé le classement des articles par cycles . L'échelle du temps choisie est : 1 cm : 10 relèves . La principale contrainte est la disponibilité du front de travail . Pour pouvoir entamer un cycle (i) sur un secteur ; il faut que le cycle (i - 1) ait été complètement achevé .

On note à cet effet que le décalage entre le montage des fermes et celui des poteaux, ou contreventement est de 5 jours . Ce délai est nécessaire pour achever le montage d'une rangée de fermes permettant ainsi la disponibilité du front de travail .



Nous avons insisté sur l'importance du graphique à barres "GANTT" pour l'élaboration des autres diagrammes de ressources. Ce diagramme peut nous donner la superposition des différents cycles dans le temps. La première étape de calcul consiste à déterminer le nombre d'ouvriers nécessaire pour l'exécution des cycles, en respectant le module de temps imposé ou choisi. En faisant le cumul, on obtient la main d'oeuvre sur chantier et par là son évolution sur la durée des travaux.

Ce diagramme est significatif à plus d'un titre. En effet, l'évolution de la main d'oeuvre permet de juger le degré d'efficacité du programme de réalisation choisi. Le facteur humain étant très important; on peut avoir des problèmes de disponibilité. Il est très important de veiller à ce que les variations du nombre moyen d'ouvriers, ne soient pas importantes sur un court délai. En pratique, on procède à plusieurs essais pour lisser la courbe de charge. Dans cette opération; on doit avoir présent à l'esprit le respect des contraintes imposées par la succession des processus technologiques et par la disponibilité du front de travail. On peut alors jouer sur le module de temps pour faire varier le nombre d'ouvriers.

Dans le cas, qui nous intéresse, nous avons limité le nombre d'essais à quatre (4) et l'amélioration a été notable à chaque fois. Si de trop grandes variations subsistent; on se trouve alors obligé de ramener la main d'oeuvre nécessaire à partir d'un autre chantier.

Sur le même diagramme, on représente en trait pointillé; l'évolution de la main d'oeuvre employée dans les unités de production auxiliaire.

La surface du diagramme exprime le volume de travail en heures-ouvriers par l'exécution de l'ouvrage.

L'échelle choisie est :

1 cm = 10 relèves

1 cm = 10 ouvriers

CHAPITRE X : ELABORATION DES DIAGRAMMES DE  
CONSOMMATION, D'APPROVISIONNEMENT  
ET DES STOCKS

1/ Diagrammes différentiels :

On a considéré les matériaux suivants :

- 1 - ciment
- 2 - sable
- 3 - gravier
- 4 - acier
- 5 - briques
- 6 - coffrages

La base d'élaboration de ces diagrammes est le Gantt qui nous permet d'évaluer les consommations journalières des différents matériaux . On a figuré le diagramme de consommation en traits pleins .

Afin de permettre le démarrage des travaux, et de pouvoir disposer d'un stock de roulement suffisant par la suite ; on commence à approvisionner 10 à 20 jours avant le début effectif des travaux .

La cadence d'approvisionnement est fonction de la consommation journalière . Afin de limiter les stocks ; on doit disposer d'un stock de 20 jours .

Le diagramme d'approvisionnement est représenté en ligne interrompue à la même échelle que celui de consommation .

À partir de ces deux diagrammes ; on peut définir le diagramme différentiel en évaluant les entrées et les sorties de matériaux (approvisionnement, consommation) . Le diagramme différentiel nous permet d'évaluer l'état de stock journalier .

Il est à noter que le diagramme relatif aux coffrages ; est présenté différemment . En effet ; on doit tenir compte de la possibilité de réutilisation des panneaux . On a prévu un atelier de reconditionnement qui fera partie des unités de production auxiliaire .

Le détail sera expliqué pour tous les matériaux .

### E/ Diagramme Intégral :

Dans le cas présent, ce diagramme a été élaboré pour le ciment uniquement . La base est identique à celle du différentiel . À partir des consommations journalières prévues ; on obtient la consommation intégrale en faisant le cumul .

Les moyens d'approvisionnement (camions etc ...) étant choisis ; ainsi que les contraintes de stocks (20 jours de roulement dans notre cas) ; on trace le diagramme intégral d'approvisionnement en cumulant les matériaux reçus quotidiennement .

Les deux courbes nous permettent d'avoir le stock disponible en jours et en quantités . Ce diagramme est très important et présente l'avantage d'être facile à interpréter .

### G/ Définition des Moyens d'Approvisionnement :

1 - Le ciment sera livré en vrac, et stocké dans des silos . Le cycle de livraison est 9 t par cycle .

2 - Pour le gravier et le sable ; on dispose de camions livrant en vrac 10 t par cycle . On considère en plus que l'humidité des agrégats est de 10% environ .

TABLEAU ACIER

Rythme de livraison	Stock disponible (t)	Consommation (t)	Entrée des matériaux (t)	Stock restant (t)	Observations
3,48 t/J	69,6	1,8	17,4	69,6	
	85,2	4,65	"	85,2	
	97,95	8,95	"	97,95	
	106,4	8,60	34,8	106,4	
	132,6	33,6	52,2	132,6	
	151,2	13	17,4	151,2	
	155,6	7,65	"	155,6	
	165,35	0,7	"	165,35	
	182,05	1,4	"	182,05	
	198,05	0,7	"	198,05	
	214,75		31,32	214,75	
	246,07	4,80	13,92	246,07	
	255,19	9,81	10,44	255,19	
	255,82	14,76	10,44	255,82	
	251,50	27,72	24,36	251,50	
	248,4	80,4	34,8	248,4	
	202,54	37,6	17,4	202,54	
	182,14	53,5	"	182,14	
	146,19	46,65	"	146,19	
	117,04	36,1	"	117,04	
	98,34	20,65	"	98,34	
	101,59	14,62	"	101,59	
	104,79	107,6	69,6	104,79	
	66,79	20,55	17,4	66,79	
	63,64	47,3		63,64	
	16,34	14,45		16,34	
	1,89	1,89		1,89	
				0	Arrêt de l'approvisionnement

TABLEAU DU CIMENT

Rythme de livraison	Stock disponible (t)	Consommation (t)	Entrée des matériaux (t)	Stock restant (t)	observations.
9 tonnes par jour	90	7,56	45	90	les quantités exprimées dans ce tableau sont en tonnes.
	127,44	20,2	45	127,44	
	152,24	29,8	"	152,24	
	167,44	35,1	"	167,44	
	222,34	127,65	90	222,34	
	229,69	58,6	135	229,69	
	216,09	39,05	45	216,09	
	222,04	8,55	"	222,04	
	258,49	5	"	258,49	
	298,49	3,25	"	298,49	
	340,24	1,65	"	340,24	
	383,59	4	108	383,59	
	487,59	28,08	108	487,59	
27 tonnes/J.	567,51	33,3	54	567,51	
	588,21	17,65	27	588,21	
	597,56	88,62	71	597,56	
	589,94	22,52	27	589,94	
	594,42	21,52	27	594,42	
	599,9	108,1	135	599,9	
	626,8	198,9	135	626,8	
	562,9	201,75	135	562,9	
	496,15	170,35	"	496,15	
	450,8	236,34	"	450,8	
	359,4	250,6	"	359,4	
	243,8	203,5	"	243,8	
	175,3	88,95	"	175,3	
	221,35	61,8	"	221,35	
	294,55	108,7	"	294,55	
	320,85	106,65	"	320,85	
	349,2	229,3	270	349,2	
9 tonnes/J	389,9	99,55	45	389,9	
	335,35	103,4	"	335,35	
	276,95	109,05	"	276,95	
	212,9	69,35	"	212,9	
	188,05	20,76	36	188,05	
				214,29.	

1	2	3	4	5	6
	214,29	5,19		209,1	Arrêt de l'Approvisionnement
	209,1	16,95		190,15	
	190,15	32,9		157,25	
	157,25	30,6		126,65	
	126,65	48,6		78,05	
	78,05	1,26		76,79	
	76,79	38,8		37,99	
	37,99	11,64		26,35	
	26,35	25,9		0,49	

TABLEAU DU SABLE

Rythme	Stock disponible (m <sup>3</sup> )	Consommation (m <sup>3</sup> )	Entrées (m <sup>3</sup> )	Stock restant (m <sup>3</sup> )	Observations.	
22,2 m <sup>3</sup> /J.	222	13,5	222	222		
	319,5	39,5	111	319,5		
	391	58,5	"	391		
	443,5	65,0	222	443,5		
	600,5	217,5	333	600,5		
	716	75	111	716		
	752	44	"	752		
	819	11	"	819		
	919	8,5	"	919		
	921,5	4,5	"	921,5		
	1028	12	"	1028		
	1127	8,4	88,8	1127		
	1207,4	13,4	22,2	1207,4		
	1216,2	38,1	66,6	1216,2		
	1244,7	57,6	44,4	1244,7		
	1231,5	28,5	22,2	1231,5		
	1225,2	166,5	66,6	1225,2		
	59,2 m <sup>3</sup> /J.	1125,3	44,2	59,2	1125,3	
		1140	43,8	59,2	1140	
1155,7		214,5	296	1155,7		
1237,2		936	592	1237,2		
893,2		415,5	296	893,2		
773,7		504	"	773,7		
565,7		465,5	"	565,7		
396,2		396	"	396,2		
298,2		128,5	"	298,2		
463,7		91,5	"	463,7		
668,5		165	"	668,5		
22,2 m <sup>3</sup> /J.	799	157,5	"	799		
	938	384	"	938		
	850	160,5	111	850		
	800,5	173	"	800,5		
	738,5	184,5	"	738,5		
	665	130,5	"	665		
	645,5	58,5	"	645,5		
698	9,2	22,2	698			
711			711			

1	2	3	4	5	6
	711.	36,8		674,2	Arrêt de l'approvisionnement.
	674,2	226		448,2	
	448,2	176		272,2	
	272,2	6,3		265,9	
	265,9	174,2		91,7	
	91,7	87,5		4,2	



TABLEAU DU GRAVIER

Rythme de livraison	Stock disponible (m <sup>3</sup> )	Consommation (m <sup>3</sup> )	Entrée de matériaux (m <sup>3</sup> )	Stock restant (m <sup>3</sup> )	Observations
25 m <sup>3</sup> /J.	250	20	250	250	
	355	45,5	125	355	
	434,5	75	"	434,5	
	484,5	99	250	635,5	
	635,5	333	375	677,5	
	677,5	115	125	687,5	
	687,5	67	"	745,5	
	745,5	16,5	"	854	
	854	5	"	974	
	974	7	"	1092	
	1092	5	"	1212	
75 m <sup>3</sup> /J.	1212	71,6	300	1440,4	
	1440,4	124,2	225	1541,2	
	1541,2	247,8	225	1518,4	
	1518,4	129,4	150	1539	
	1539	325,5	375	1588,5	
100 m <sup>3</sup> /J.	1588,5	1421	1000	1167,5	
	1167,5	587	500	1080,5	
	1080,5	721	"	859,5	
	859,5	663	"	696,5	
	696,5	545	"	851	
	651	182	"	969	
	969	128	"	1341	
	1341	956	"	885	
	885	153,2	100	831,8	
	831,8	38,8		793	Arrêt de l'approvisionnement
	793	210,5		582,5	
	582,5	226		356,5	
	356,5	144		212,5	
	212,5	34,5		178	
	178	15,5		162,5	
	162,5	146		16,5	

TABLEAU DES COFFRAGES

Rythme	Stock (m <sup>2</sup> )	Approvisionnement (m <sup>2</sup> )	Réutilisation (m <sup>2</sup> )	Consommé (m <sup>2</sup> )	Reste (m <sup>2</sup> )	observations
200m <sup>2</sup> /J	2000	1000		215	2785	
	2785	1000		275	3510	
	3510	1000		120	5390	
	5390			3600	1790	Arrêt momentané
	1790			540	1250	
	1250			40	1210	
200m <sup>2</sup> /J	1210	2600			3810	début réapprovisionnement
	3810	1400	4210	3745	5675	
540m <sup>2</sup> /J	5675	3240		3210	5705	
	5705	8100	580	12300	2085	
	2085	2700		3430	1355	
	1355	2700		4055	0	
	0	3240		1655	1584	Fin approvisionnement Panneaux neufs.
	1584			1904	480	
	480			430	50	
	50		6955	645	6360	
	6360			6240	120	
	120		6000	.	6120	
	6120			4160	1960	
	1960		780		1180	
	1180		4055		5235	
	5325			1170	4065	
	4065			2050	2015	
	2015			830	1185	
	1185		1835		3020	
	3020			1245	1775	
	1775			1625	150	
	150			125	25	
	25			25	0	

Gravier : 1,6 t/m<sup>3</sup>  
sable : 1,35 t/m<sup>3</sup>

Le détail des calculs sera présenté dans des tableaux .  
 L'approvisionnement des matériaux doit débuter 10 jours avant le début de consommation ; sauf pour l'acier où un délai de 20 jours est nécessaire car il doit subir une préparation et une confection soignée .

#### 10 - 6 - DETERMINATION DU NECESSAIRE DE COFFRAGE

Les panneaux de contre plaqué seront amenés sur chantier, à partir d'une fabrique située à l'extérieur . Ils seront prêts à l'utilisation .

On a tenu compte qu'un coffrage peut être réutilisée après un temps  $T_c$  calculé comme suit :

$$T_c = t_c + t_a + t_b + t_{\text{Dur}} + t_d + t_{\text{rcc}}$$

$t_c$  = temps de coffrage

$t_a$  = temps d'armatures

$t_b$  = temps de bétonnage

$t_{\text{Dur}}$  = temps nécessaire au durcissement

$t_d$  = temps nécessaire au décoffrage

$t_{\text{rcc}}$  = temps pour le reconditionnement des plaques .

Ces temps sont déterminés d'après la durée choisie pour l'exécution du cycle bétonnage sur un secteur .

Pendant le temps  $T_c$  déterminé précédemment, on sera obligé d'utiliser des quantités nouvelles de coffrage qui doivent être amenées sur chantier . Passe ce délai, il devient alors possible de réutiliser des panneaux ayant déjà servi au coffrage .

En ce qui concerne le projet de Filature ; la durée sur un secteur a été limitée à 5 jours ; et la valeur du temps  $T_c$  s'exprime par :

$$t_c = 5 \text{ j}$$

$$t_a = 5 \text{ j}$$

$$t_b = 5 \text{ j}$$

$$t_{\text{Dur}} = 6 \text{ j pour les poteaux et murs}$$

$$12 \text{ j pour les planchers et supports de poutres}$$

$$t_d = 5 \text{ j}$$

$$t_{\text{rcc}} = 5 \text{ j}$$

$$T_{c_1} = 5 + 5 + 5 + 12 + 5 + 5 = 37 \text{ j}$$

$$T_{c_2} = 5 + 5 + 5 + 6 + 5 + 5 = 31 \text{ j}$$

La proportion de coffrage à laquelle on affecte les durées  $T_{c_1}$  et  $T_{c_2}$  est déterminée comme suit :

$$\frac{1}{4} \text{ de la quantité totale pour } T_{c_1}$$

$$\frac{3}{4} \text{ de la quantité totale pour } T_{c_2}$$

Les normes prévoient pour ces panneaux un nombre maximum de réutilisations de l'ordre de 25 fois moyennant un reconditionnement et une réparation des pertes subies lors du décoffrage .

La surface à coffrer dans notre cas est :  $53615 \text{ m}^2$  ; et sera décomposée en deux parties suivant l'affectation définie précédemment :

$$53615 = 13403 \text{ m}^2 \quad 13500 \text{ m}^2$$

$$\frac{3}{4} = 53615 = 402 \text{ H} = 40500 \text{ m}^2$$

Les contraintes de stockage nous obligent à adopter un approvisionnement interrompu afin de réduire la quantité stockée au strict nécessaire et de disposer d'un stock facile à gérer .

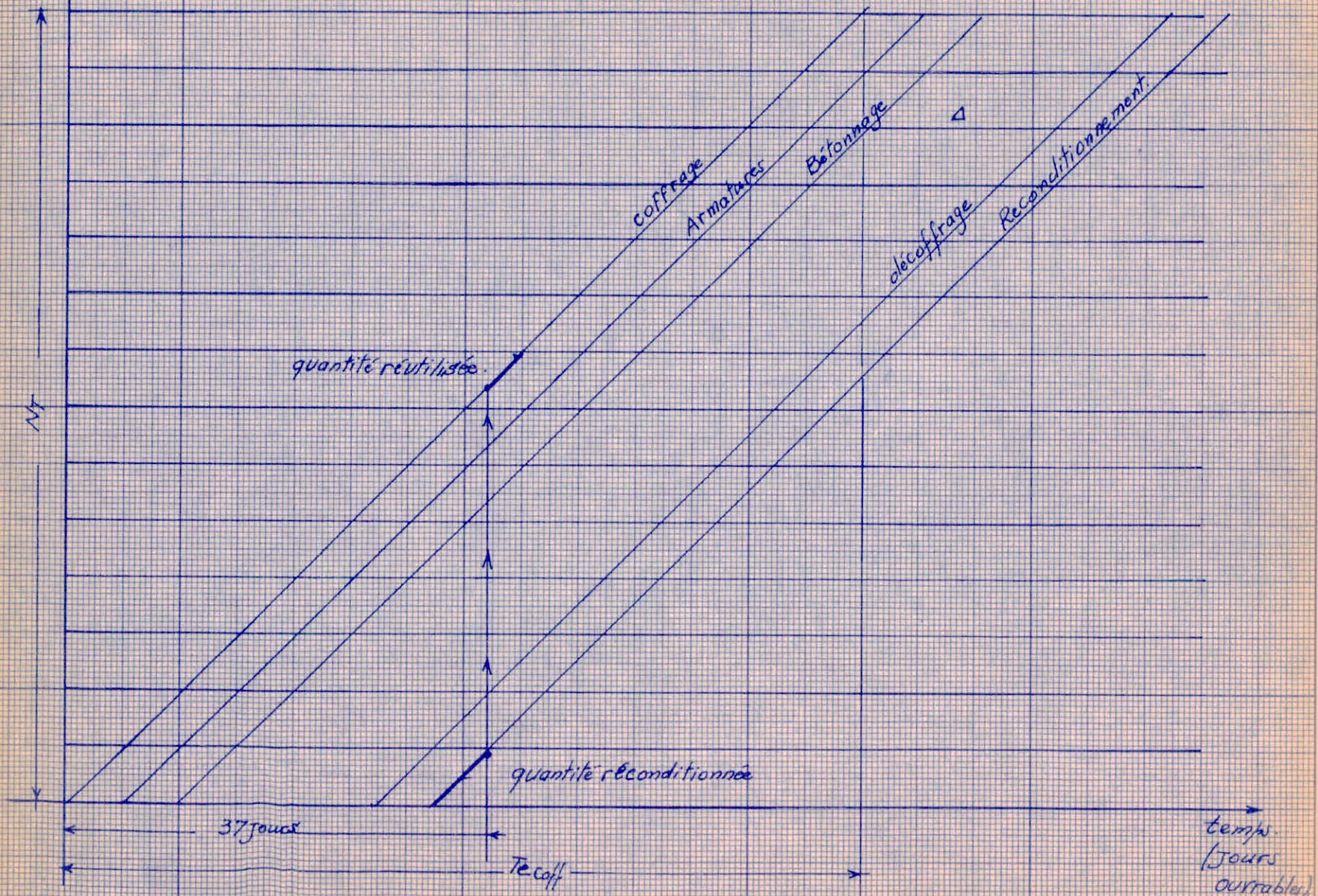
127

### Détermination du nombre de réutilisations (Ouvrage linéaire).

$T_{\text{coff}}$  = Temps utilisation du Coffrage.

$\Delta$  = durcissement du béton. (attente).

$N_T$  = nombre total de Secteurs



L'approvisionnement se fait à la cadence de  $200 \text{ m}^2/\text{j}$  sur une durée de 30 jours . Le début effectif est fixé pour le 89e j, soit 10 jours avant le début de la consommation .

On reprend la livraison des panneaux de 159e jour à une cadence de  $200 \text{ m}^2/\text{j}$  sur une durée de 20 j ; puis le rythme est accéléré pour réserver les jointes de consommation et la cadence devient alors  $540 \text{ m}^2/\text{j}$  sur une période de 37 jours .

Après un cycle de 37 jours, on commence à réutiliser les panneaux provenant de coffrages antérieurs . Lorsqu'il nous devient possible de disposer de grandes quantités de panneaux ; et que l'utilisation se trouve largement satisfaite, on renvoie l'excédent vers le dépôt central ou vers un autre chantier exemple :  $12300 \text{ m}^2$  sur lesquels on retient  $6000 \text{ m}^2$ , le reste étant dirigé vers le dépôt .

Quantité totale approvisionnée :

$$200 ( 30 \times 20 ) + 37 \times 540 = 10.000 + 19980 = 29.980 \text{ m}^2$$

Coefficient de réutilisation :

Il nous permet de déterminer, si notre coffrage est utilisé rationnellement . En tenant compte des contraintes qui pèsent sur le projet : structure (homogène ou non), délai de livraison (détermine la cadence), on peut le définir comme suit :

Ouvrage homogène :

C'est un ouvrage, qui se caractérise par une certaine linéarité et une égalité des quantités utilisées sur un secteur :

$$\text{on définit : } N_w = \frac{TC}{tc}$$

$N_w$  = Nbre de secteurs qui absorbent des panneaux neufs uniquement

$Tc$  = temps de disponibilité de la quantité à réutiliser

$tc$  = temps de coffrage

Le nombre de réutilisation est :

$$n = \frac{N_T \text{ sect}}{N_w} = \frac{\text{surf}}{N_w w}$$

$w'$  = surface coffrée sur un secteur .

Si la surface coffrée est identique sur tous les secteurs ; la surface totale coffrée est :

$$S = N_T \times w'$$

$$n = \frac{S}{N_w w'} = \frac{N_T w'}{N_w w'} = \frac{N_T}{N_w}$$

Notons toutefois que dans ce cas, on obtient un nombre maximum de réutilisations .

### Ouvrage non linéaire :

C'est notre cas, caractérisé notamment par des jointes de consommation qu'il va falloir couvrir par l'apport de panneaux neufs .

Le coefficient de réutilisation se définit :

$$n = \frac{\text{surface totale à coffrer}}{\text{quantités de coffrage neufs livrées}} = \frac{53615}{29980}$$

$$n = 1,80$$

Le suivi du stock de bois ; obtenu à partir de l'approvisionnement quotidien adopté et de la consommation effective, nous permet d'avoir le diagramme différentiel de consommation et de réutilisation des coffrages .

Pour pouvoir mener à bien les travaux de construction d'un ouvrage, il est nécessaire d'exécuter certains travaux préparatoires qui seront indiqués comme suit :

- section de préparation du béton
- ateliers de coffrage, d'armatures
- ateliers d'entretiens des outillages
- dépôts (sable, gravier, ciment)
- bureaux de chantier
- routes provisoires etc ... .

La plupart de ces travaux sont nécessaires pour le démarrage de la construction . Le reste pourra être exécuté en parallèle avec les travaux de construction .

Le dimensionnement de ces unités est fait à partir du Gantt et des diagrammes de ressources (main d'oeuvre, matériaux) . On tiendra compte des divers indices technico-économiques (surface nécessaire par unité, coefficient d'utilisation etc...) .

On peut alors élaborer le graphique à barres pour les travaux préparatoires . Le détail des calculs sera présenté pour chaque unité de production .

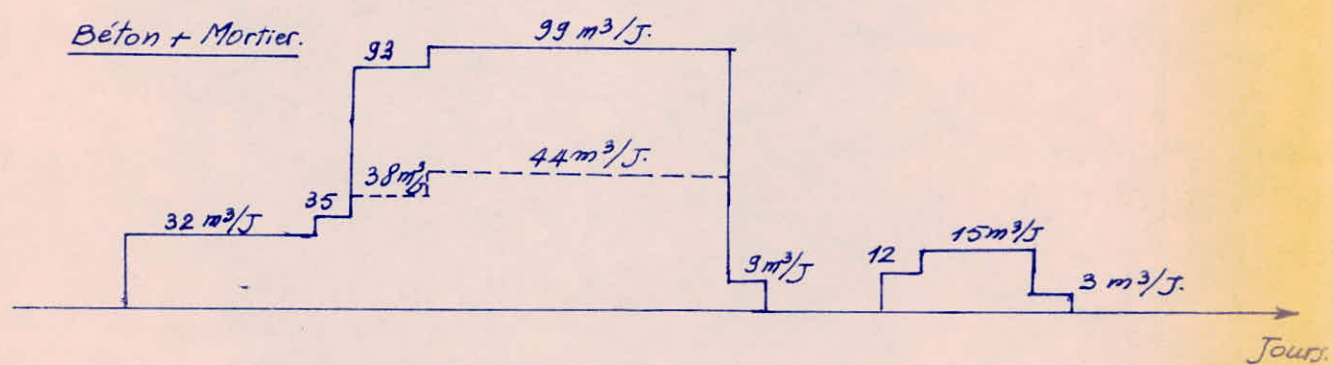
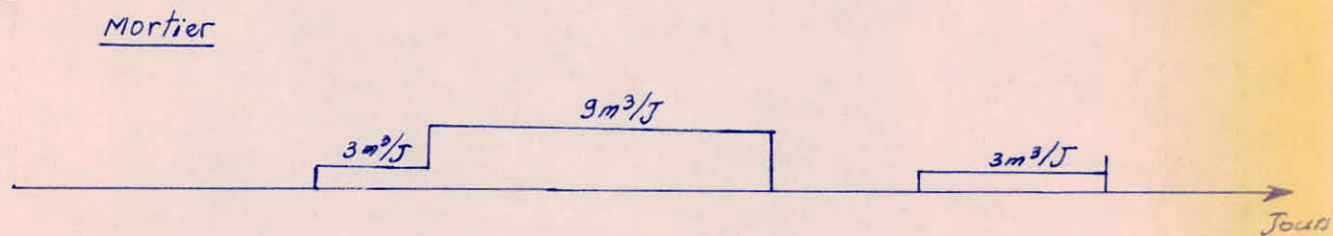
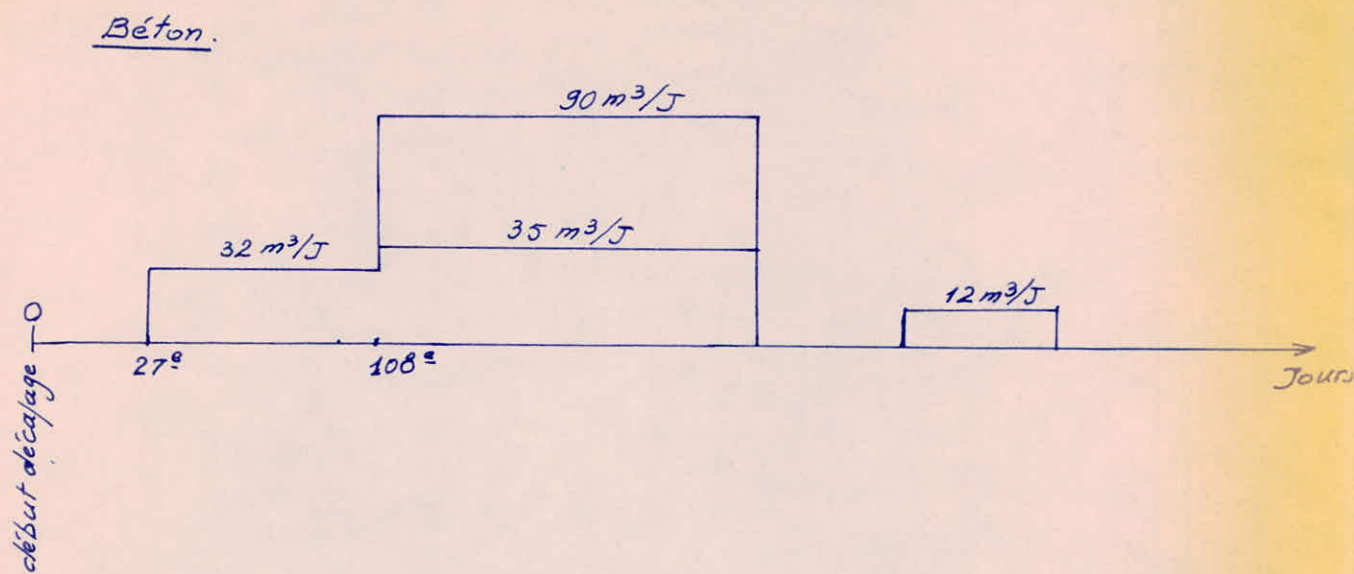
#### 1 - Section de Préparation du Béton et Mortier :

La capacité de production moyenne mensuelle est calculée pour une durée de travail de 200 heures par relève . Le coefficient d'exploitation est pris égal à 0,65 . Ceci correspondant à un travail effectif de :

$$200 \times 0,65 = 130 \text{ heures .}$$

Si  $P_0$  est la capacité moyenne horaire ; la relation liant avec la capacité théorique est :





DIAGRAMMES DE CONSOMMATION  
JOURNALIERE MOYENNE DE  
BETON et MORTIER

$$P_0 = 0,90 P_{th}$$

La production mensuelle se montre alors à :

$$P_m = 0,90 \times P_{th} \times 200 \times 0,65$$

Pour une bétonnière de 250 l ; la capacité moyenne annuelle est :

$$P_A = 9 \times 200 \times 0,65 \times P_0 = 1000 P_{th}$$

Dans les grandes stations de bétonnage ; la manipulation des agrégats est faite avec une dragline . Le ciment est déposé dans les silos et manipulé avec des pneumatiques et ceci afin d'assurer un dosage automatique .

La figure n° 1 ; montre l'évolution moyenne de la consommation journalière de béton et mortier . Elle est obtenue à partir du diagramme de consommation issu du graphique à barres .

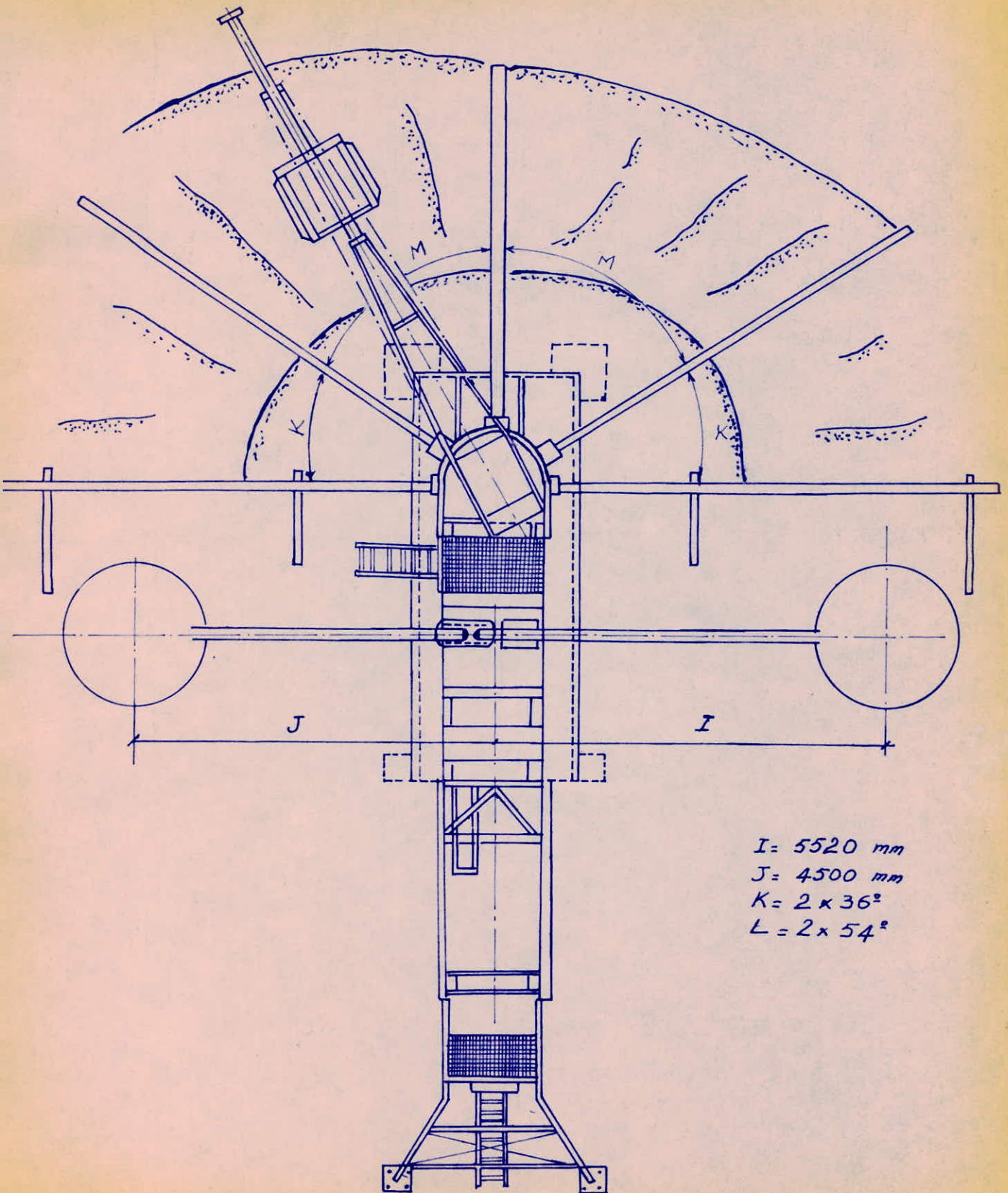
Le début de consommation est fixé après 27 jours du démarrage des travaux de décapage . Pour faire face aux pointes de consommation, et palier aux éventuelles défaillances qui dérangeront la continuité du travail ; on fixe le choix sur 2 bétonnières centralisées dont la capacité du godet est égale à 500 l de mélange forcé .

Les caractéristiques d'une bétonnière de 500 l sont énumérées ci-après :

Production horaire	:	10,50 m <sup>3</sup>
Production mensuelle	∴	3150 m <sup>3</sup>
Forces de travail	:	2 bétonnistes
Puissance installée	:	34 Kw
Consommation d'énergie	:	1,6 Kw/h par m <sup>3</sup>

La centrale à béton serait capable de produire quotidiennement :

$$2 \times 8 \times 10,50 = 168 \text{ m}^3$$



$I = 5520 \text{ mm}$   
 $J = 4500 \text{ mm}$   
 $K = 2 \times 36^\circ$   
 $L = 2 \times 54^\circ$

VUE EN PLAN de la CENTRALE à BETON

Le détail de cette station de bétonnage sera montré sur les schémas qui vont suivre . Toutes les opérations de dosage se font automatiquement .

Les agrégats minéraux sont pris avec un scraper sur cable avec bras de dragline jusqu'au dosateur .

On prévoit un bulldozer de puissance égale à cv pour ramener les agrégats dans le rayon d'action de la dragline.

Le surplus éventuel de production sera dirigé sur d'autres chantiers, pour répondre à leur besoin .

## 2 - Détermination du nécessaire de grues pour les Annexes Techniques :

Ce calcul aurait dû être fait dans la partie relative aux outillages , mais la durée d'exécution manquait ( voir "GANTT", cyclogramme) .

La durée d'exécution des annexes est 151 jours ; alors que celle de la grue se ramène à 140 jours . La différence est due aux opérations de bétonnage des fondations .

Les normes de rendement de la grue sont :  $N = 0,133 \text{ h/t}$

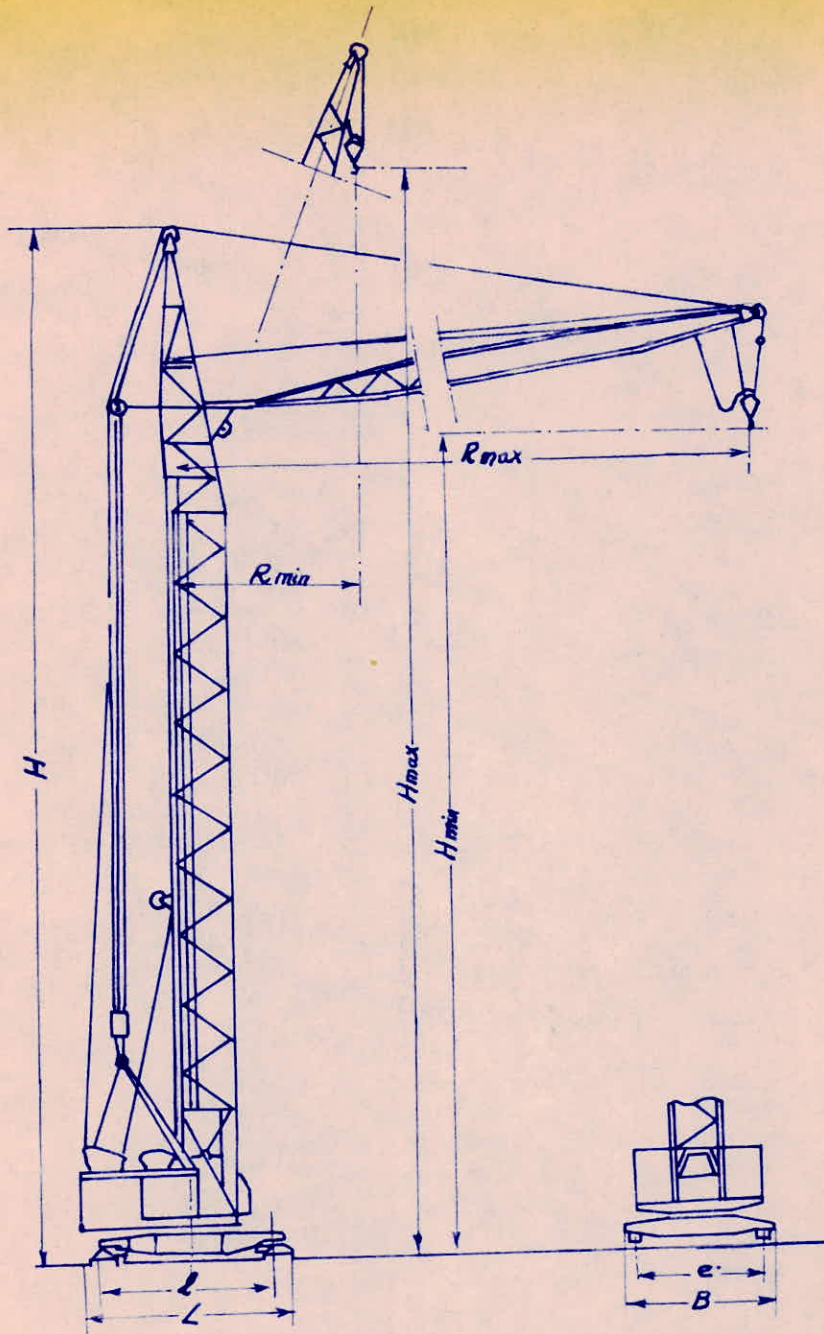
### 2.1. Détermination du poids des annexes :

Elle se fait d'après le volume des matériaux entrant en jeux (béton, maçonneries etc ... ) .

Ce poids a été déterminé pour une annexe 8475 t

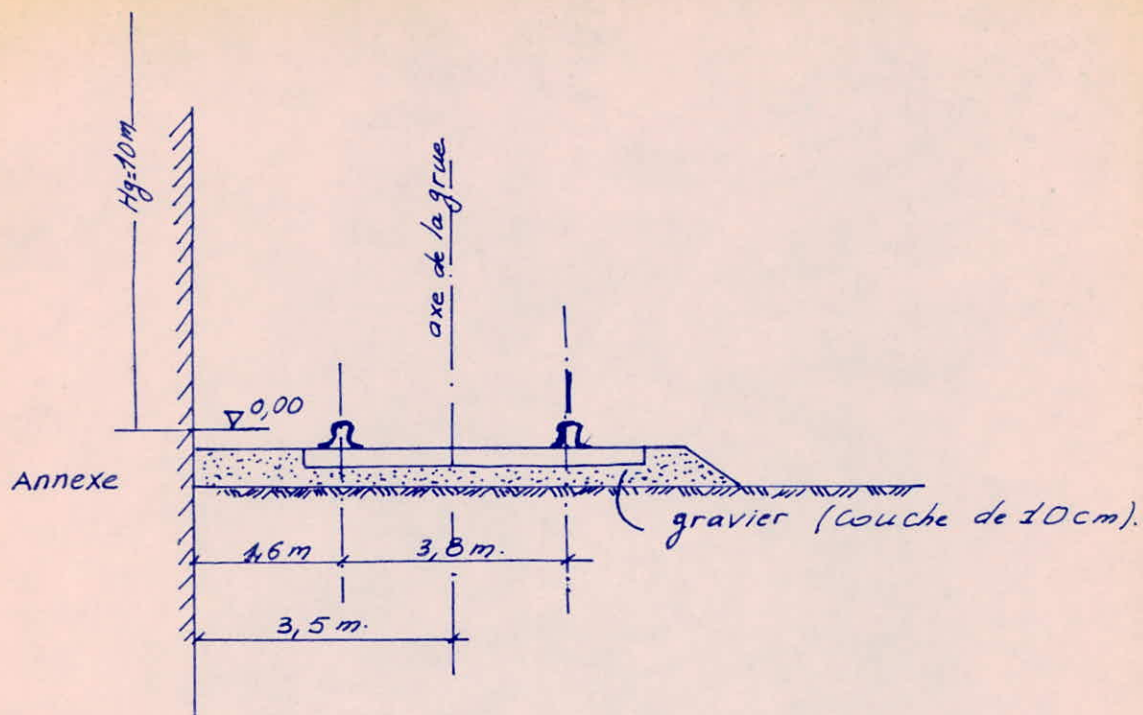
La capacité de la grue 60 t/j

Le nécessaire de grues est :  $\frac{2 \times 8475}{60 \times 140} = 2$



Désignation.	$B$	$H$	$H_{max}$	$H_{min}$	$L$	$R_{max}$	$R_{min}$	$e$	$l$
Dimensions (mm)	5150	29600	40000	26700	6250	20500	8300	3800	5100

GRUE-TOUR de 40 t/m.



NOTA: distance minimum entre le mur de l'Annexe et le rail le plus proche  $L = 1,6 \text{ m}$ .

largeur de l'aile du bâtiment : 7m.

Hauteur de levage : 10m.

### CHEMIN DE ROULEMENT DE LA GRUE - TOUR

Extrait du catalog de Maşini  
pentru lucrari de Construcţii-  
-Montaj.

On disposera chaque grue sur la partie latérale .  
 Pour les pièces comprises entre 1 et 4 t ; la norme prévoit une formation de :

- 4 manipulateurs
- 1 mécanicien

## 2.2. Caractéristiques de la grue choisie :

On prend une grue tour de 40 tfn . Elle est rotative et destinée au levage vertical des matériaux et préfabriqués de tonnage inférieur à 2 t .

Elle est utilisée pour les bâtiments jusqu'à 9 niveaux, ainsi que pour le montage des outillages technologiques (machine etc ...) dans la limite du levage .

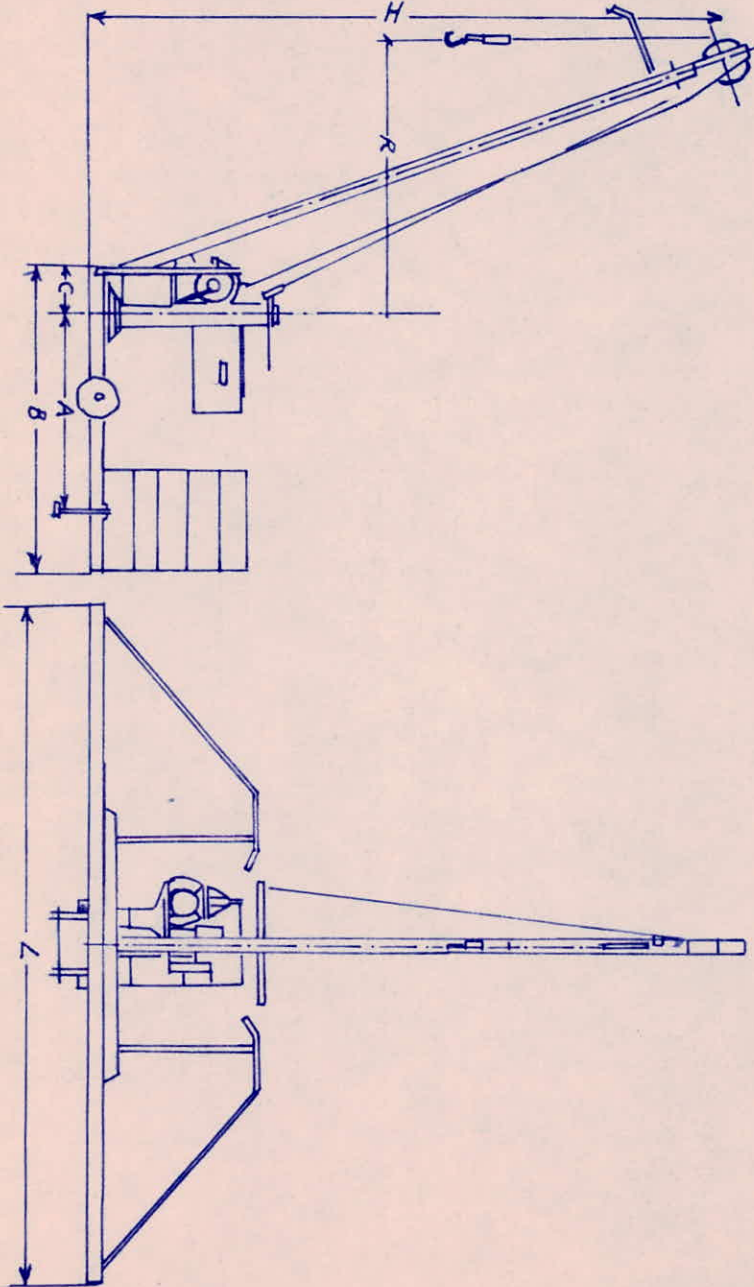
### 2.2.1. Caractéristiques techniques :

moment de charge	:	40 tfn
chemin de roulement	:	rails type 40
écartement entre rails	:	3900 mm
bogie entre axes	:	5100 mm
portée de la flèche à partir de l'axe de la tour :		
maximum	:	20,5 m
minimum	:	8,3 m
capacité de levage		
portée	:	20,5 m      2 t
portée	:	8,3              4 t

Distance minimum entre rails et front de travail :  
 1,6 m .

La durée de montage est 9 jours, alors que celle du démontage se ramène à 6 jours . Les schémas montrent la situation de la grue .

Designation.	A	B	C	H	L	R
Dimensions (en mm)	2500	3376	271	3742	4000	1600



GRUE PLANCHER de 0,5 t/m.



### 3. Calcul du nécessaire de vibrateurs :

#### 3.1. Béton simple :

On utilise un vibrateur intérieur . Le béton sera coulé en couches de 20 cm. Il est nécessaire d'avoir un vibrateur électrique de puissance comprise entre 0,9 et 1,6 Kw . La norme de rendement de cet engin est de 0,50 jusqu'à 0,75 h/m<sup>3</sup> . Ceci revient à compacter un volume de 1,3 m<sup>3</sup> jusqu'à 2 m<sup>3</sup> de béton par heure .

#### 3.2. Béton armé :

Pour les éléments de construction ; on a un rendement de 0,75 h par m<sup>3</sup> (fréquence de vibrations de l'ordre 12000 cycles à la minute .

Pour les vibrations à basse fréquence (3000 à 4000) on majore le temps avec 30 % ce qui donne :

$$1,3 \times 0,75 = 0,97 \text{ heure - vibrateur / m}^3$$

#### 3.3. Rendement journalier des vibrateurs :

Rendement journalier d'un vibrateur à haute fréquence :

$$R = 1,3 \times 8 = 10,4 \text{ m}^3$$

Le nécessaire de vibrateurs, pour une production de jointe égale à 100 m<sup>3</sup> .

$$W = \frac{100}{10,4} = 10 \text{ vibrateurs}$$

A ce nombre, on ajoute une réserve de 10 % ; soit au total : 11 vibrateurs .

Les planchers jusqu'à 25 cm seront vibrés à l'aide de vibrateurs à plaques et la technologie demande qu'à chaque épaisseur de 10 cm ; on doit vibrer 12 cycles à 15 secondes .

Une couche de 10 cm nécessite un temps de 3 mn ; ce qui donne pour 3 couches : 9 mn . L'unité étant le m<sup>2</sup> de plancher .

Le rendement de l'engin est 0,5 h vibrateur par  $m^3$ .

#### 4. Indices technico-économiques :

Le dimensionnement des dépôts se fait sur la base des diagrammes différentiels ; qui nous donnent la quantité maximum prévue dans le stock .

On définit la surface utile du dépôt comme étant le rapport .

$$F = \frac{P}{p} \quad \text{où}$$

F = surface utile en  $m^2$

P = volume du matériau à stocker

p = capacité de stockage sur un  $m^2$

La surface totale est déterminée en tenant compte des voies de passage . On prend un coefficient ( ) d'utilisation de la surface .

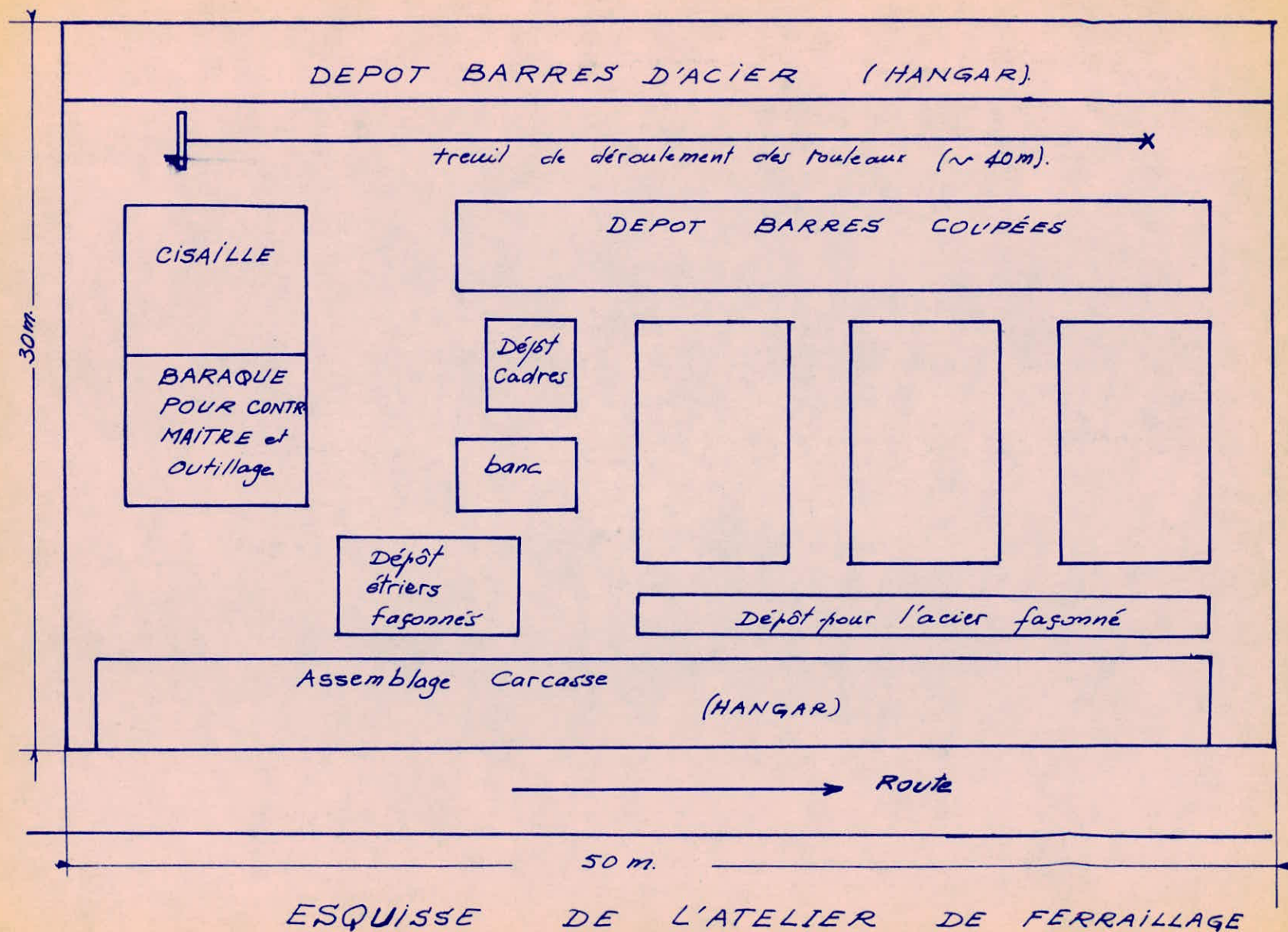
$$S = \frac{F}{\text{coefficient}}$$

varie entre 0,4 et 0,7 pour les dépôts couverts .

En général, on prend = 0,7 .

Les normes de stockage par  $m^2$  sont alors définies :

gravier - sable - pierre concassée	3 - 4 $m^3$
moellons	2,5
briques	700 unités
chaux	3,6 - 4 $m^2$
acier	3,7 - 4,2 t
bois rond	1,3 - 2 $m^3$
bois équarissé	1,2 - 1,3 $m^3$
fermes	100 Kg
poteaux	0,5 t



## 5. Normes de montage des ateliers :

### 5.1. Centrale à béton :

La durée de montage prévue par les normes est 6 j (extrait du catalogue) . L'équipe sera formée par 5 ouvriers et un contre-maître .

### 5.2. Barraques et hangars :

Les panneaux sont de différentes variétés . Les parois extérieures et intérieures sont en fibro-ciment ondulé .

$$N_T = 2 \text{ h } 30 \text{ par m}^2 \text{ de surface horizontale .}$$

La formation de travail est constituée de :

5 ouvriers qualifiés

1 ouvrier non qualifié

Pour les hangars ; la norme prévoit la même formation d'ouvriers, avec une consommation unitaire de :  $N_T = 0,77 \text{ h/m}^2$  .

## 6. Atelier de ferrailage :

Le façonnage des barres s'effectue dans l'atelier :

On définit les notions suivantes :

$$a) N_{pc} = C_u + P_t \quad \text{où :}$$

$N_{pc}$  = Norme de consommation spécifique

$C_u$  = Consommation utile

$P_t$  = Perte technologique

$$b) N_{app} = N_{pc} + P_{nt} \quad \text{où :}$$

$P_{nt}$  = perte non technologique .

Pour la préparation ; on prévoit avec une formation de 2 ferrailleurs une consommation égale à :

$$N_t = 0,029 \text{ h/Kg}$$

Parmi l'outillage nécessaire à cette préparation ;  
on peut citer :

- 1 treuil électrique (3,1 - 5) tf
- machine automatique de coupage : 5-10) Kw -  
 $N_T = 0,015 \text{ h/Kg}$
- machine de redressement des barres
- machine à souder pour les diamètres allant jusqu'à  
12 mm  $N_T = 0,020 \text{ h/Kg}$

Les matériaux sont apportés au dépôt de l'atelier .  
Les normes englobent les opérations suivantes :

- déroutement des rouleaux au treuil
- redressement des barres
- coupage mécanique
- exécution mécanique des pliages à la machine à  
façonner .

L'esquises de cet atelier sera présentée sur un plan,  
le nécessaire de consommation sera déterminé sur cette base .

La préparation de l'atelier se fera de la manière  
suivante :

- couche de tout venant  

$$N_T = 0,33 \text{ h/m}^2 \qquad S_T = 1500 \text{ m}^2$$

Volume de travail :

$$W_1 = N_T \times S_T = 0,33 \times 1500 = 495 \text{ heures ouvriers}$$

$$N_2 = \frac{495}{8} = 61,87 \text{ jours ouvriers}$$

Soit une équipe de 6 pavateurs travaillant sur  
une période de 11 jours .

- surface de hangars :

$$S = 110 + 495 = 605 \text{ m}^2$$

Le volume de travail est alors de :

$$W = 605 \times 0,77 = 465,85 \text{ heures ouvriers}$$

- surface des baraques :

$$S = 3 \times 5 = 15 \text{ m}^2$$

Ceci revient à un volume de travail égal à :

$$15 \times 2,30 = 34,5 \text{ heures ouvriers}$$

Le montage des hangars et baraques se fera par la même équipe (6) donc nécessite une durée de :

$$d = \frac{465,85 + 34,5}{8 \times 6} = 11 \text{ jours}$$

Equipe affectée à la production auxiliaire .

La consommation de l'acier s'étale sur une période de 176 jours . On dimensionne les équipes pour préparer une quantité d'acier de 3,5 t (consommation moyenne journalière) .

Volume de travail :

$$3500 \times 0,029 = 101,5 \text{ heures-ouvriers}$$

$$\text{Effectif} : \frac{101,5}{8} = 12,6 \text{ homme-jour}$$

On retient en définitive : 12 hommes soit 6 équipes de ferrailleurs .

#### 7. Atelier de coffrage :

Les normes comprennent les opérations nécessaires pour l'exécution d'un  $\text{m}^2$  de coffrage et notamment :

- la préparation des matériaux
- coupage aux dimensions
- le rabotage
- l'assemblage des pièces .

Dans les consommations spécifiques, on tient compte des pertes technologiques . Les panneaux seront réutilisés moyennant une réparation ,

Plaques de contre plaqué (8,5 - 15) mm d'épaisseur

Consommation spécifique par  $m^2$  de surface :

plaque de 8,5	0,0085 $m^3$
plaque de 15	0,016 $m^3$

Solives de sapins : 0,040  $m^3$

cornières	:	3 Kg
boulons	:	46 morceaux
coins	:	0,06 Kg
émulsion	:	0,01 Kg

Formation de travail :

3 charpentiers

$$N_T = 2,20 \text{ h/m}^2$$

Le reconditionnement nécessite les quantités

suivantes :

0,042  $m^2$  de plaque

0,0016  $m^3$  de bois scié (épaisseur = 3 cm)

0,0012  $m^3$  de bois résineux .

On définit les notions suivantes :

$N_{pi}$  = Quantité produite (homme-heure)

$N_{Ti}$  = Temps utilisé par un homme pour exécuter une unité de production (  $m^2$  de coffrage)

$n$  = nombre d'hommes

$d_i$  = temps nécessaire pour réaliser les travaux

$Q_i$  = quantité de travaux à réaliser

On définit le flux de matériaux par la relation suivante .

$$W \times d_i = \frac{Q_i}{N_p} \quad \text{où}$$

$W$  = quantité de matériaux à consommer par unité de temps .

L'aire de stockage (hangar) sera dimensionnée pour recevoir une quantité de panneaux égale à  $6400 \text{ m}^2$  (voir diagramme différentiel de stock et de réutilisation des coffrages) .

On peut mettre  $30 \text{ m}^2$  de panneaux par  $\text{m}^2$  de surface sur une hauteur de 2 m .

$$S_u = \frac{6400}{30} = 215 \text{ m}^2$$

On prend  $\quad = 0,7$  ce qui donne :

$$F_c = \frac{S_u}{0,7} = \frac{215}{0,7} = 207 = (300) \text{ m}^2 \quad (30 \times 10)$$

Pour mettre en place la quantité de coffrage voulue ; on doit disposer de :

$$\text{plaques} : 0,0042 \times 53615 = 225,18 \text{ m}^2 \quad (230 \text{ m}^2)$$

$$\text{bois scié} : 0,0016 \times 53615 = 85,78 \text{ m}^3$$

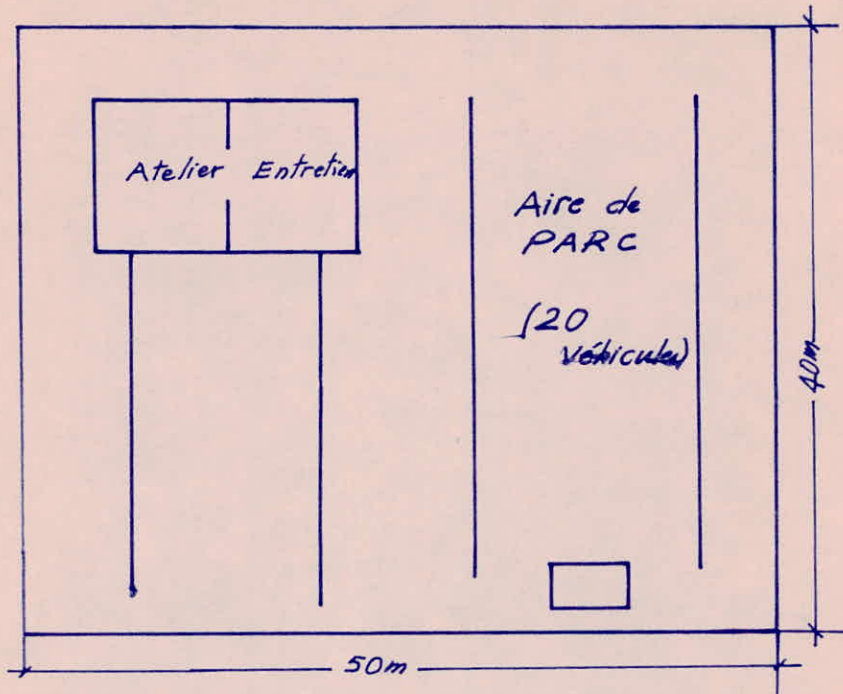
$$\text{bois rond} : 0,0012 \times 53615 = 64,33 \text{ m}^3$$

Le dépôt de bois sera calculé pour recevoir une quantité égale à :

$$Q = E_p + E_r = 150 \text{ m}^3$$

La norme spécifique de stockage est de :  $2 \text{ m}^3 / \text{m}^2$  de surface .





ESQUISSE DU PARKING  
PREVU SUR LA BASE DE  
PRODUCTION AUXILLAIRE

$$F = \frac{150}{2} = 75 \text{ m}^2$$

$$S = \frac{F}{3} = 110 \text{ m}^2 \quad (40 \times 3)$$

L'activité de reconditionnement s'effectue en deux tranches comme indiqué sur le graphique général :

a) 4790 m<sup>2</sup> pendant 57 jours

volume de travail : 4790 × 0,3 = 1437 heures-ouvriers

$$\text{l'effectif nécessaire} : \frac{1437}{8 \times 57} = 3 \text{ hommes}$$

b) 18845 m<sup>2</sup> pendant 77 jours

volume de travail : 18845 × 0,3 = 5653,5 heures-ouvriers

$$\text{l'effectif nécessaire} : \frac{5653,5}{8 \times 77} = 9 \text{ hommes}$$

### 8 - Parking :

On prévoit une surface de 2000 m<sup>2</sup> (voir détail) .

- pose de la couche de tout venant :

volume de travail : 2000 × 0,33 = 660 heures-ouvriers

Ceci nécessite une équipe de 8 pavateurs travaillant pendant 10 jours .

- montage de l'atelier d'entretien :

$$S = 200 \text{ m}^2$$

$$N_T = 2,30 \text{ h/m}^2$$

$$N = 200 \times 2,30 = 460 \text{ heures-ouvriers}$$

$$W_2 = \frac{460}{8} = 57,5 \text{ jours ouvriers}$$

On prend une équipe de 6 monteurs, travaillant pendant 10 Jours .

On doit en plus prévoir, les routes provisoires de chantier ainsi que les chemins de roulement . Il est alors évident qu'un décapage et une préparation de la surface, doivent précéder toutes les opérations énumérées ci-dessus . Le nécessaire de surfaces est groupé dans un tableau récapitulatif .

## SURFACE DES OBJETS D'ORGANISATION DE CHANTIER

A - Dépôts ouverts

Désignation	Unité	Quantité max.	Dépôt spécifique	F	S=F/	Dimensions
Gravier	m <sup>3</sup>	1800	3m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	566	800 *	20 x 40
Sable	m <sup>3</sup>	1250	3	416	600 *	30 x 30
Briques	n	70000	700	100	150 *	15 x 10

B - Dépôts sous Hangar :

Désignation	U.	Q. max.	Dép. spécif.	F	S=F/	Dimensions
Acier (dépôt)	t	255	4	63,75	110	40 x 3
Bois	m <sup>3</sup>	150,12	2	75	*110	40 x 3
Panneaux coffrages	m <sup>2</sup>	6400	30	215	*310	30 x 10
Section confection Acier	m <sup>2</sup>				495	

C - Dépôts en silos

* ciment	t	620			134 *	12 x 12
sera déposé dans 3 silos à 200 t et deux silos à 25 t						

D - Construction provisoires fermées

Désignation	Q. max.	Dépôt spé.	F.	S=F/	Dimensions
Atelier de reconditionnement coffrages		10	100	* 100	10 x 10
Atelier d'entretien des machines de construction			200	200	10 x 20
Atelier confection barres d'acier			9	9	3 x 3
Centrale à béton			100	*100	10 x 10
Atelier entretien moyens de transport				150	15 x 10

E - Surface occupé par l'Atelier

Désignation	Q <sub>max</sub>	Dépôt spé.	F	S=F/	Dimensions
Acier			1500	*1500	30 x 50

F - Parking :

				2000*	50 x 40
--	--	--	--	-------	---------

G - Bureaux chantier

		5		132 *	7,50x17,50
--	--	---	--	-------	------------

= 5936 m<sup>2</sup>

PROVISCIRE

Afin d'avoir une certaine stabilité de la main-d'oeuvre, et d'assurer un bon développement des activités du chantier ; on prévoit un certain nombre de constructions provisoires (dortoirs, cantines, douches, vestiaires etc ...).

On procède de la manière suivante ; en définissant les notions suivantes :

$N_o$  = nombre des ouvriers pour la production de base et la production auxillaire

$N_{oc}$  = nombre d'ouvriers en congé de maladie, au repos 8 %  $N_o$

$N_T$  = nombre de personnel technique 10 %  $N_o$

$N_A$  = personnel administratif et de surveillance : 5 %  $N_o$

$N_S$  = personnel de service 3 %  $N_o$

La population générale du chantier est :

$$P = N_o (N_{oc} + N_T + N_A + N_S) = N_o (1 + 0,08 + 0,03 + 0,05 + 0,1)$$

$$P = 1,26 N_o .$$

Dans le cas ; qui nous concerne ; on prend 50 % de la population de chantier locale .

Les besoins des ouvriers de production auxillaires peuvent être ventilés de la manière suivante :

Préparation acier	:	12 hommes
décharge acier	:	2 "
reconditionnement du bois	:	9 "
décharge panneaux	:	2 "
confection du béton	:	5 "
décharge briques	:	2 "
divers	:	5
entretien (eau, lumière)	:	2
atelier mécanique	:	5
entretien parking	:	2
grutiers	:	2
atelier auto	:	3

On prend un total de 60 ouvriers affectés à la production auxiliaire . Les indices de surfaces pour les objets sociaux administratifs sont les suivants . Il est entendu que ces indices sont unitaires .

Dortoir	:	5 m <sup>2</sup>
vestiaire	:	0,7 m <sup>2</sup>
bain	:	0,15 m <sup>2</sup>
salle de lavage	:	0,2 m <sup>2</sup>
point sanitaire	:	0,15 m <sup>2</sup>
cantine	:	0,85 m <sup>2</sup>
bureaux	:	5 m <sup>2</sup>
toilettes	:	0,05 m <sup>2</sup>
club	:	0,3 m <sup>2</sup>
kiosque	:	0,10 m <sup>2</sup>

#### 1 - Evaluation des besoins :

Le nombre maximum d'ouvriers obtenu d'après le diagramme de la main-d'oeuvre est :  $N_{max} = 340$  ouvriers .

Ceci donne pour valeur de la population de chantier

$$P = 1,26 (340 + 60) = 504 \text{ ouvriers}$$

702

Le pourcentage des locaux étant fixé (50 %) ; on peut alors chiffrer les besoins suivants :

a) dortoirs :

$$N_1 = 0,5 \times 1,26 N_0 = 200 \times 1,26 = 252 \text{ ouvriers}$$

$$S = 252 \times 5 = 1260 \text{ m}^2 \text{ (1200 m}^2\text{)}$$

b) vestiaires :

Ils seront dimensionnés pour  $N_0$ , ce qui nécessite une superficie égale à :  $400 \times 0,7 = 280 \text{ m}^2$  (300 m<sup>2</sup>) .

c) douches :

$$S = 0,15 \times 400 = 60 \text{ m}^2$$

On choisit d'après la construction type une surface égale à  $56,25 \text{ m}^2$  .

d) points sanitaires :

On les prévoit pour l'entière population du chantier

$$P = 504 \text{ ouvriers}$$

$$S = 0,15 \times 504 = 75,6 \text{ m}^2 \text{ (75 m}^2\text{)}$$

e) cantine :

On considère que la proportion des ouvriers qui fréquentent la cantine est  $\frac{3}{4}$  de  $P$  .

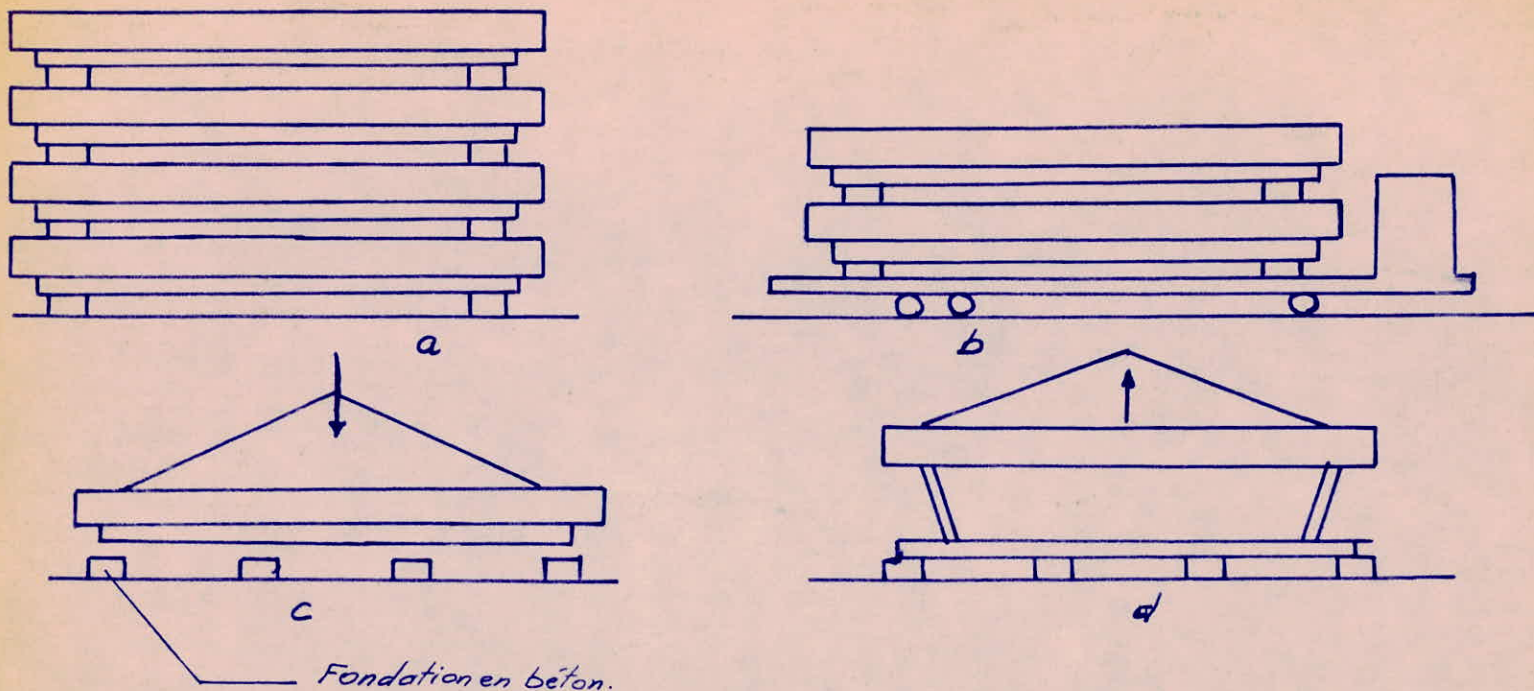
$$N_1 = \frac{3}{4} \times 504 = 378 \text{ ouvriers}$$

$$S = 0,85 \times 378 = 321,3 \text{ m}^2 \text{ (350 m}^2\text{)}$$

Les repas seront servis en deux relèves .

f) closet :

$$s = 0,05 \times 504 = 25,2 \text{ m}^2$$



- a : dépôt central
- b : transport en camion.
- c : dépôt en position de montage.
- d : montage.

DETAIL DES OPERATIONS DE  
 MANUTENTION, TRANSPORT, ET MONTAGE  
 DE LA CELLULE PLIANTE "CONSTRUCTIONS  
 PROVISOIRES"



Le détail de la cité ouvrière sera indiqué sur plan à l'échelle 1/200 ; alors qu'elle se trouve située sur le plan de masse .

## 2 - Caractéristiques de la construction choisie :

Elle est destinée à stationner sur l'emplacement du chantier pendant une durée de 2 ans .

La structure se compose de boîte, de murs extérieurs et intérieurs, ainsi que divers éléments d'assemblage . Les murs extérieurs sont montés sur des poteaux pliables formant les montants des coins de la cellule . Les boîtes fermées ont les dimensions : 7,30 x 2,50 x 2,50 et un poids inférieur à 2 t .

Les boîtes sont superposées sur l'aire de stockage centrale et peuvent être manoeuvrées par une auto-grue et chargée directement sur camions . Elles sont ensuite déchargées à l'aide de la même grue et déposées directement sur des plaques de béton qui servent de support . Après avoir vérifié l'alignement et la bonne horizontabilité, on élève le couvercle et les murs . On fixe ensuite tous les éléments d'assemblage . L'ensemble des opérations de manutention, transport et décharge sera détaillé sur la figure n° 1 .

### La section montre les détails suivants :

Sur le couvercle est fixée une tôle de zinc de 0,75 mm . L'isolation est composée d'une plaque fibre laineuse qui renferme un PFL poreux .

Le fond quant à lui est formé avec un tapis PVC de 3 mm d'épaisseur fixé sur une plaque laineuse de 20 mm d'épaisseur soutenue par des solives métalliques . Les murs extérieurs sont couverts à l'intérieur avec une plaque laminée renfermant une couche de polystyrène expansée de 30 mm d'épaisseur .

### Indications :

L = 7,50 m

l = 2,50 m

nombre de réutilisations possibles	:	$n = 15$
durée d'exploitation	:	$T = 20$ ans
durée de stationnement par emplacement		$T_m = 1,3$ an
manoeuvre de montage et de démontage		$0,5 \text{ h/m}^2 \text{ Ac}$
outillage de montage (grue de 3 tf)	:	$0,09 \text{ h/m}^2$
outillage de démontage ( " " " )	:	$0,06 \text{ h/m}^2$

Le volume de travail nécessaire pour effectuer le montage de cette cité est :

$$N_T \times S = 0,5 \times 1900 = 950 \text{ heures-hommes}$$

$$W_1 = \frac{950}{8} = 118,75 \text{ jours ouvriers}$$

Ceci revient à prendre une équipe de 12 monteurs pendant 10 jours .

Il est aussi nécessaire d'exécuter les routes provisoires dans l'enceinte de la cité . Pour assurer une bonne habitabilité, on doit respecter les proportions suivantes :

surface construite	:	33 %
routes	:	25 %
espaces verts	:	42 %

L'ensemble des activités d'organisation de chantier (dépôts, ateliers, cité, routes etc...) sera groupé sur un même "diagramme à barres" .

Le choix des emplacements pour les différents postes est conditionné par le service qui lui est imputé . Ainsi, la centrale à béton, les ateliers de coffrage et de ferrailage doivent être situés à proximité du poste de travail . La cité ouvrière est située à l'écart afin d'assurer repos et confort pour les ouvriers .

Ce graphique a pour objectif la planification et le suivi de la réalisation de projets, quelles qu'en soient la nature et l'importance . On doit ainsi indiquer :

- la programmation, c'est-à-dire l'analyse du projet en ses éléments constitutants et l'explication de l'ordre chronologique
- la définition d'un calendrier de réalisation de ces éléments, qui respecte l'ordre établi par la programmation et satisfait aux contraintes pesant sur le projet .

1/ Définition du réseau :

On dit aussi graphe ou diagrammes à flèches . C'est un modèle mathématique constitué d'arcs et de noeuds . Les noeuds marquent le point de départ ou d'arrivée d'un ou plusieurs arcs . Ces arcs peuvent être parcourus, dans n'importe quel sens mais en passant par les noeuds, par un mobile ou un flux (carte de chemin de fer, carte routière) .

Pour les besoins de la méthode ; on introduit les instructions suivantes :

- a) On choisit sur les arcs un sens unique de circulation, ce sens correspondant à l'écoulement du temps (de la gauche vers la droite).
- b) Le flux qui circule le long des arcs représente le temps ; il doit être impossible de remonter le cours du temps . Par conséquent ; il est interdit de dessiner dans un réseau des "boucles" ou des "circuits" .

- c) Il n'y a aucun rapport entre la longueur de l'arc et la durée qui s'écoule entre son noeud origine et son noeud terminal .
- d) La longueur d'un chemin est donnée par la somme totale des durées des activités composantes .

## 2 - Structure d'un programme :

Un projet se traduit par un ensemble ordonné d'actions qui tendent à la réalisation d'un certain objectif ; et comporte donc un début (commande, ordre de service) et une fin (réception, mise en service, ...) qui est atteinte lorsque toutes les actions constituantes ont été accomplies .

L'ordre chronologique d'exécution est rarement indifférent . Ainsi le programme exprimera le fait que certaines opérations peuvent se dérouler simultanément (en parallèle) alors que d'autres doivent se succéder (en série) .

## 3 - Définition de la tâche :

On définit la tâche ; comme étant un élément ou action nécessaire à la réalisation du projet et qui consomme du temps . Chaque tâche retenue pour le programme sera figurée par une flèche sur le réseau .

En général, les tâches qui représentent un travail, impliqueront une dépense ou une consommation de moyens (main d'oeuvre, équipements, énergie) .

Il peut arriver qu'une tâche corresponde à un délai nécessaire, sans entraîner une dépense d'argent ou de moyens : tel est le cas des séchages (peinture), durcissements (béton) ou des autres sortes d'attentes .

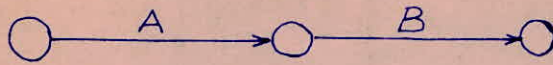


Fig: 1 Règle de dépendance

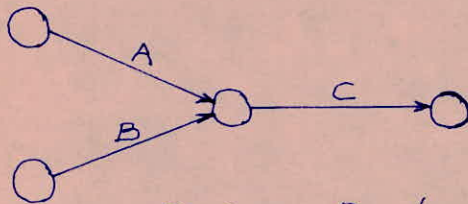


Fig 2 : Règle de convergence

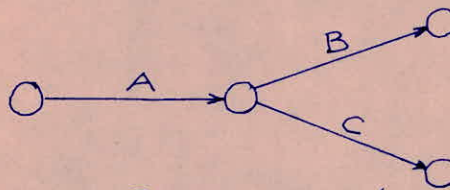


Fig 3: Règle de divergence

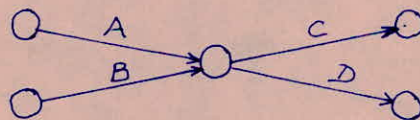


Fig: 4 Contraintes croisées.

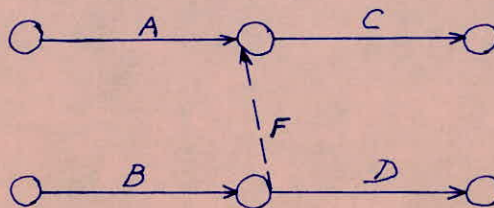


Fig 5: liaison logique

105

On peut distinguer une tâche suivant la nature du travail à exécuter, ou l'exécutant (entreprise, corps d'état, machine) .

#### 4 - Définition de l'étape :

C'est un jalon 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 tâches . Par conséquent, elle ne consomme ni temps, ni argent, ni moyens . Elle est représentée par une figure fermée : cercle, carré, rectangle etc ... .

#### 5 - Les contraintes :

Les tâches et les étapes permettent d'exprimer les contraintes qui unissent les diverses opérations du programme, par l'application de quelques principes simples de construction du réseau :

##### 5.1. Règle de dépendance :

Elle peut s'exprimer de la manière suivante :

" la tâche B ne peut commencer que si la tâche A est achevée" ou bien "la tâche B suit la tâche A" .

Voir figure 1 .

##### 5.2. Règle de la convergence :

Cette règle s'exprime de la manière suivante :

"la tâche C suit la tâche A, la tâche C suit la tâche B". Elle se traduit alors par, "une tâche ne peut commencer que si toutes celles qui la précèdent sont achevées" .

Voir figure 2 .

### 5.3. Règle de divergence :

L'exemple de la figure 3 ; peut s'énoncer de la manière suivante :

"Les tâches B et C ne peuvent commencer que lorsque la tâche A est terminée .

Les conséquences sont importantes .

- d'une part, il est dit que B et C peuvent et non pas qu'elles doivent commencer dès que A est achevée ;
- d'autre part, il n'existe pas non plus, d'obligation de démarrer en même temps les tâches B et C .

La règle de dépendance traduit la souplesse des relations entre les tâches .

### 5.4. Liaison logique (tâche fictive)

La figure 4 , traduit d'après les règles précédemment énoncées :

C suit A et E

D suit A et E

Si on cherche à représenter le cas suivant :

C suit A et E

D suit B et seulement B ; le schéma 4 devient caduc, en raison de la contrainte parasite D suit A .

On introduit alors une flèche en pointillé qui exprime-  
na la liaison logique entre l'étape finale de B et l'étape initiale de C :  
Cette flèche ne représente aucun travail, ni aucune durée : On lui  
donne le nom de tâche fictive ou artificielle (voir figure 5) :

6. Dessin du réseau :

On se base sur deux principes qui permettent de  
dessiner d'emblée le réseau correspondant à un projet déterminé :

1er principe : on part de l'origine du projet (ordre  
de service) et on se pose la question  
"Quelles tâches peut-on accomplir  
immédiatement après cette étape" :

2ème principe : On remonte 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'emploi conjoint de ces règles d'analyse permet  
de visualiser immédiatement les contraintes liant les tâches : Il permet  
aussi l'obtention rapide d'un réseau valable .

Ce sont ces deux règles que nous avons appliqué pour le  
tracé du graphique réseau relatif au projet de la Filature .

7. Calcul du calendrier de réalisation :

7.1. Base de l'estimation des durées :

Cette estimation est faite séparément, pour chaque  
tâche du réseau . Il va de soi , que les tâches fictives, ont une durée  
nulle .

On retient les hypothèses suivantes :



Indicatif	Désignation des tâches	Symbole	durée (Jours)	Processus conditionnant le début de l'activité (N° Courant)
1	Décapage des terres végétales Secteur 1	Déc 1	1	Décision de départ
2	" " " " 2	Déc 2	1	1
3	Terrassements en pleine masse Secteur 1	Ter 1	10	1
4	" " " " 2	Ter 2	11	2, 3
5	Fouilles manuelles Secteur 1	Fou.1	5	4
6	Fouilles " " " 2	Fou.2	5	5
7	Fondations Secteur 1	Fon.1	5	5
8	" " " " 2	Fon.2	5	6, 7
9	Béton en élévation Secteur 1	Bét.1	5	7
10	" " " " 2	Bét.2	5	8, 9
11	Chemise de drainage Secteur 1	C.D.1	5	9
12	" " " " 2	C.D.2	5	10, 11
13	Remblayage	R	1	12
<u>HALL DE PRODUCTION</u>				
14	Fouilles manuelles secteur 1	Fou.H.1	15	4
15	" " " " 2	Fou.H.2	15	14
16	Béton en Fondations Secteur 1	Fon H-1	15	14
17	" " " " 2	Fon H-2	15	15, 16
18	Béton en élévation (murs) Secteur 1	Bét-H-1	10	16
19	" " " " 2	Bét-H-2	10	17, 18
20	Montage des Poteaux Secteur 1	MP1	10	16
22	" " " " 2	MP2	15	20
23	Montage des Fermes Secteur 1	MF1	5	20
24	" " " " 2	MF2	4	23
25	" " " " 3	MF3	12	24
26	" " " " 4	MF4	4	25, 19
27	Montage des Contreventements Sect 1	MCV1	5	23
28	" " " " 2	MCV2	15	27
29	" " " " 3	MCV3	5	28
30	Montage du Toit Secteur 1	MT1	5	27
31	" " " " 2	MT2	15	30
32	" " " " 3	MT3	10	31
33	Fouilles canivoux Secteur 1	FC1	14	30
34	" " " " 2	FC2	11	33
35	" " " " 3	FC3	3	34

1	2	3	4	5
36	Canalisations intérieures Secteur 1	CH1	10	33
37	" " " " " 2	CH2	11	36, 35
38	Béton en caniveaux Secteur 1	Bét C1	11	36
39	" " " " 2	Bét C2	2	38, 37
40	" " " " 3	Bét C3	25	39
41	Dalle sur sol Secteur 1	DH1	25	38
42	" " " " 2	DH2	5	42, 40
43	Enduits sur mur Secteur 1	EH1	5	41
44	" " Secteur 2	EH2	5	43, 42
45	" " " " 3	EH3	10	44
46	Peinture sur mur Secteur 1	PH1	10	43, 44
47	" " " " 2	PH2	2	46
48	" " " " 3	PH3	8	47, 49
49	Montage du Bardage Métallique	MBH	12	44
<u>DEPOT BALLES DE COTON</u>				
50	Fouilles manuelles Secteur 1	Fou-D1	5	15 + Attente de 10 jours
51	Fouilles manuelles " 2	Fou-D2	5	50
52	Béton en Fondations Secteur 1	Fon-D1	5	50
53	" " " " 2	Fon-D2	5	52, 51
54	Béton en murs Secteur 1	Bét-D1	5	52
55	" " " " 2	Bét-D2	5	54, 53
56	Montage des Poteaux	MP	6	54, 22
57	Montage des Fermes	MF	4	56
58	Montage des Contreventements	MCV	5	57, 29
59	Montage du Toit Secteur 1	MT1	4	58, 32
60	" " " " 2	MT2	6	59
61	Dalle sur sol Secteur 1	DD1	6	59
62	" " " " 2	DD2	4	61, 60
63	Enduits	E	3	62
64	Montage du Bardage Métallique	MBD	8	49
<u>POSTE HAUTE TENSION</u>				
65	Fouilles manuelles	Fou-P	5	51
66	Béton en Fondations	Fon-P	5	65
67	Béton en Murs	Bét-P	5	66
68	Plancher	P.P	5	67

1	2	3	4	5
69	Dalle sur sol	DP	5	68
70	Enduits intérieurs	End-int	5	69
71	Peintures Intérieures	Peint-int	5	70
72	Isolation sur Terrasse	Is-Terr	5	69
73	Enduits extérieurs	End-ext	5	71, 72
74	Peintures extérieures	Peint-ext	5	73
<b><u>ANNEXES TECHNIQUES</u></b>				
<i>Sous - Sol :</i>				
75	Fouilles à l'excavateur Secteur 1	Fou-ex1	3	34
76	" " " " 2	Fou-ex2	3	75
77	" " " " 3	Fou-ex3	3	76
78	" " " " 4	Fou-ex4	3	77
79	Fouilles manuelles Secteur 1	Fon-m1	3	75
80	" " " " 2	Fon-m2	3	79, 76
81	" " " " 3	Fon-m3	3	80, 77
82	" " " " 4	Fon-m4	4	81, 78
83	Béton en Fondations Secteur 1	Fon-1	5	79
84	" " " " 2	Fon-2	5	83, 80
85	" " " " 3	Fon-3	5	81, 84
86	" " " " 4	Fon-4	5	85, 82
87	Canalisations intérieures Secteur 1	CA1	5	83
88	" " " " 2	CA2	5	84, 87
89	" " " " 3	CA3	5	85, 88
90	" " " " 4	CA4	5	86, 89
91	Béton en murs Secteur 1	B <sub>0</sub> <sup>1</sup>	5	87.
92	" " " " 2	B <sub>0</sub> <sup>2</sup>	5	88, 91
93	" " " " 3	B <sub>0</sub> <sup>3</sup>	5	89, 92
94	" " " " 4	B <sub>0</sub> <sup>4</sup>	5	90, 93
95	Maçonnerie en briques secteur 1	M <sub>0</sub> <sup>1</sup>	5	91
96	" " " " 2	M <sub>0</sub> <sup>2</sup>	5	95, 92
97	" " " " 3	M <sub>0</sub> <sup>3</sup>	5	96, 93
98	" " " " 4	M <sub>0</sub> <sup>4</sup>	5	97, 94
99	Dalles sur sol Secteur 1	D <sub>1</sub>	5	95
100	" " " " 2	D <sub>2</sub>	5	96, 99
101	" " " " 3	D <sub>3</sub>	5	97, 100
102	" " " " 4	D <sub>4</sub>	5	98, 101
103	Plancher Haut Sous-Sol Secteurs	P <sub>0</sub> <sup>1</sup>	5	99, 102

1	2	3	4	5
104	Plancher Haut Sous Sol Secteur 2	$P_0^2$	5	103, 100
105	" " " 3	$P_0^3$	5	104, 101
106	" " " 4	$P_0^4$	5	105, 102
107	Cloisons secteur 1	$C_0^1$	5	129, 106
108	" " 2	$C_0^2$	5	107
109	Installations Technico-Sanitaires Sect 1	$I_0^1$	5	107
110	" " " 2	$I_0^2$	5	109
111	" " " 3	$I_0^3$	5	110, 108
112	" " " 4	$I_0^4$	5	111
113	Enduits Intérieurs Secteur 1	$E_0^1$	5	112, 109
114	" " " 2	$E_0^2$	5	113, 110
115	" " " 3	$E_0^3$	5	114, 111
116	" " " 4	$E_0^4$	5	115, 112
117	Peintures Intérieures Secteur 1	$P_0^1$	5	113
118	" " " 2	$P_0^2$	5	114, 117
119	" " " 3	$P_0^3$	5	115, 118
120	" " " 4	$P_0^4$	5	116, 119
<b>REZ-DE CHAUSSEE</b>				
121	Béton en murs secteur 1	$B_1^1$	5	94
122	" " " 2	$B_1^2$	5	121
123	" " " 3	$B_1^3$	5	122
124	" " " 4	$B_1^4$	5	123
125	Maçonnerie en briques secteur 1	$M_1^1$	5	121
126	" " " " 2	$M_1^2$	5	122, 125
127	" " " " 3	$M_1^3$	5	123, 126
128	" " " " 4	$M_1^4$	5	124, 127
129	Plancher Haut RDC secteur 1	$P_1^1$	5	125
130	" " " " 2	$P_1^2$	5	126, 129
131	" " " " 3	$P_1^3$	5	127, 130
132	" " " " 4	$P_1^4$	5	128, 131
133	Cloisons secteur 1	$C_1^1$	5	155, 132
134	" " " 2	$C_1^2$	5	133
135	Installations Technico-Sanitaires Sect 1	$I_1^1$	5	133
136	" " " " 2	$I_1^2$	5	135
137	" " " " 3	$I_1^3$	5	136, 134
138	" " " " 4	$I_1^4$	5	137

1	2	3	4	5
139	Enduits Intérieurs Sect 1	$E_1^1$	5	135
140	" " " 2	$E_1^2$	5	136, 139
141	" " " 3	$E_1^3$	5	137, 140
142	" " " 4	$E_1^4$	5	138, 141
143	Peintures Intérieures Secteur 1	$P_1^1$	5	139
144	" " " " 2	$P_1^2$	5	140, 143
145	" " " " 3	$P_1^3$	5	141, 144
146	" " " " 4	$P_1^4$	5	142, 145
<u>1<sup>er</sup> Etage ANNEXES</u>				
147	Bétons en murs secteur 1	$B_2^1$	5	124
148	" " " " 2	$B_2^2$	5	147
149	" " " " 3	$B_2^3$	5	148
150	" " " " 4	$B_2^4$	5	149
151	Maçonnerie en briques secteur 1	$M_2^1$	5	147
152	" " " " 2	$M_2^2$	5	148, 151
153	" " " " 3	$M_2^3$	5	149, 152
154	" " " " 4	$M_2^4$	5	150, 153
155	Plancher Haut 1 <sup>er</sup> Etage secteur 1	$P_2^1$	5	151
156	" " " " " 2	$P_2^2$	5	152, 155
157	" " " " " 3	$P_2^3$	5	153, 158
158	" " " " " 4	$P_2^4$	5	154, 159
159	Cloisons secteur 1	$C_2^1$	5	173
160	" " " 2	$C_2^2$	5	159
161	Installations Technico-Sanitaires secteurs	$I_2^1$	5	159
162	" " " " " 2	$I_2^2$	5	161
163	" " " " " 3	$I_2^3$	5	162, 160
164	" " " " " 4	$I_2^4$	5	163
165	Enduits Intérieurs secteur 1	$E_2^1$	5	161
166	" " " " 2	$E_2^2$	5	162, 165
167	" " " " 3	$E_2^3$	5	163, 166
168	" " " " 4	$E_2^4$	5	164, 167
169	Peintures Intérieures Secteur 1	$P_2^1$	5	165
170	" " " " " 2	$P_2^2$	5	166, 169
171	" " " " " 3	$P_2^3$	5	167, 170
172	" " " " " 4	$P_2^4$	5	168, 171

1	2	3	4	5
<u>2<sup>e</sup> Etage ANNEXES</u>				
173	Béton en murs secteur 1	B <sub>3</sub> <sup>1</sup>	5	150
174	" " " 2	B <sub>3</sub> <sup>2</sup>	5	173
175	" " " 3	B <sub>3</sub> <sup>3</sup>	5	174
176	" " " 4	B <sub>3</sub> <sup>4</sup>	5	175
177	Plancher Terrasse secteur 1	P <sub>3</sub> <sup>1</sup>	5	174
178	" " " " " 2	P <sub>3</sub> <sup>2</sup>	5	177
179	" " " " " 3	P <sub>3</sub> <sup>3</sup>	5	178
180	" " " " " 4	P <sub>3</sub> <sup>4</sup>	5	179
181	Cloisons secteur 1	C <sub>3</sub> <sup>1</sup>	5	160, 180
182	" " " " 2	C <sub>3</sub> <sup>2</sup>	5	181
183	Installations Technico-Sanitaires Sect	I <sub>3</sub> <sup>1</sup>	5	181
184	" " " " " 2	I <sub>3</sub> <sup>2</sup>	5	183
185	" " " " " 3	I <sub>3</sub> <sup>3</sup>	5	184, 182
186	" " " " " 4	I <sub>3</sub> <sup>4</sup>	5	185
187	Enduits Intérieurs secteur 1	E <sub>3</sub> <sup>1</sup>	5	183
188	" " " " 2	E <sub>3</sub> <sup>2</sup>	5	184, 187
189	" " " " 3	E <sub>3</sub> <sup>3</sup>	5	185, 188
190	" " " " 4	E <sub>3</sub> <sup>4</sup>	5	186, 189
191	Peintures Intérieures Secteur 1	P <sub>3</sub> <sup>1</sup>	5	187
192	" " " " 2	P <sub>3</sub> <sup>2</sup>	5	188, 191
193	" " " " 3	P <sub>3</sub> <sup>3</sup>	5	189, 192
194	" " " " 4	P <sub>3</sub> <sup>4</sup>	5	190, 193
<u>TRAVAUX EXTERIEURS</u>				
195	Isolation sur Terrasse secteur 1	IT1	5	180
196	" " " " 2	IT2	5	195
197	" " " " 3	IT3	5	196
198	" " " " 4	IT4	5	197
199	Enduits extérieurs secteur 1	Ee1	5	190
200	" " " " 2	Ee2	5	199
201	" " " " 3	Ee3	5	200
202	" " " " 4	Ee4	5	201
203	Peintures extérieures Secteur 1	Pe1	2	194, 199
204	" " " " 2	Pe2	3	194, 200, 203
205	" " " " 3	Pe3	5	194, 201, 204
206	" " " " 4	Pe4	5	202, 205

1	2	3	4	5
207	Peintures extérieures secteur 5	Pe 5	5	206
208	Canalisations extérieures secteur 1	Ce 1	5	90
209	" " " " " 2	Ce 2	5	208
210	" " " " " 3	Ce 3	5	209
211	" " " " " 4	Ce 4	5	210
212	Routes et trottoirs secteur 1	RT 1	18	203
213	" " " " 2	RT 2	2	212

- 1 - On suppose que les moyens affectés sont au niveau normal .
- 2 - Il n'y a jamais de conflit entre les tâches pour l'utilisation des moyens .

Il est à noter que l'unité de durée reste la même pour l'ensemble des tâches du réseau . Ces durées seront exprimées en jours ouvrés et non en jours de calendrier .

7.2. Calcul du calendrier :

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 .

7.2.1. Dates de réalisation au plus tôt des étapes :  $T_{oi}$

On part de l'origine et on détermine, en fonction de l'accomplissement des tâches, la date la plus proche de l'origine à laquelle on peut espérer atteindre chacune des étapes .

L'étape qui correspond à l'origine est affectée du temps  $T_{oi} = 0$  .

Dans le cas, où l'on a deux tâches qui convergent en une étape, on prend la valeur maximum ; car elle correspond à la réalisation totale des tâches .

On poursuit le calcul jusqu'à la fin du réseau .

7.2.2. Dates de réalisation au plus tard:  $T_{Ai}$

On cherche à définir pour chaque étape la date la plus tardive à laquelle celle-ci peut encore être atteinte, sans que cela modifie la date de fin du projet .



Ce calcul part de l'étape finale et remonte vers le début du projet . Pour une étape, où deux tâches convergent, on prend la plus petite des deux valeurs, car au delà de cette date ; il devient impossible d'achever toutes les tâches qui suivent l'étape concernée, sans dépasser le délai final .

3. Chemin critique :

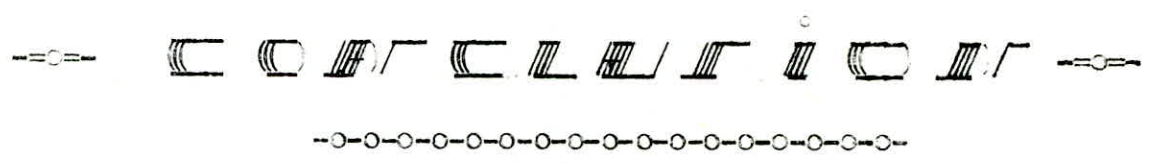
On définit la marge comme étant la différence entre les dates de réalisation au plus tôt, et celles au plus tard en chaque étape . Cette marge exprime la flexibilité de l'ordonnement . En effet ; on peut déplacer la date de réalisation d'une étape possédant une marge, sans compromettre la date d'achèvement du projet .

Dans le cas, où les dates au plus tôt et au plus tard coïncident, on définit le chemin critique comme étant formé par les étapes de marge nulle à la condition que la marge totale entre les tâches reliant les étapes soit nulle .

Le chemin critique part de l'étape origine et aboutit à l'étape finale du réseau . On peut avoir plus d'un chemin critique . La principale caractéristique du chemin critique est que tout accroissement de la durée sur l'une quelconque des "tâches critiques" se répercutera nécessairement sur la date de réalisation de l'objectif final .

Il est indéniable que la définition du chemin critique et l'analyse de la marge vont permettre de prendre des décisions rapides et d'affecter au mieux les moyens nécessaires à une bonne réalisation du projet .

La méthode de réalisation en continu présente un grand nombre de chemins critiques définissant ainsi une politique de réalisation assez rigide .



Le but poursuivi dans l'activité de construction (Eâtiments, ouvrages d'art, usines) est de pouvoir réaliser ces objectifs d'une manière compétitive sur le plan qualitatif ; en ayant soin de réduire les délais au maximum .

Le fait que le constructeur soit obligé de travailler " à la belle étoile " et de subir les conditions naturelles les plus dures (pluies, soleil), réduit sa productivité . Il est bon alors de s'attacher à réduire la part de l'improvisation dans l'activité de construction . Le seul domaine où l'homme est capable d'agir est l'étude détaillée des processus de construction . Cette étude permet de :

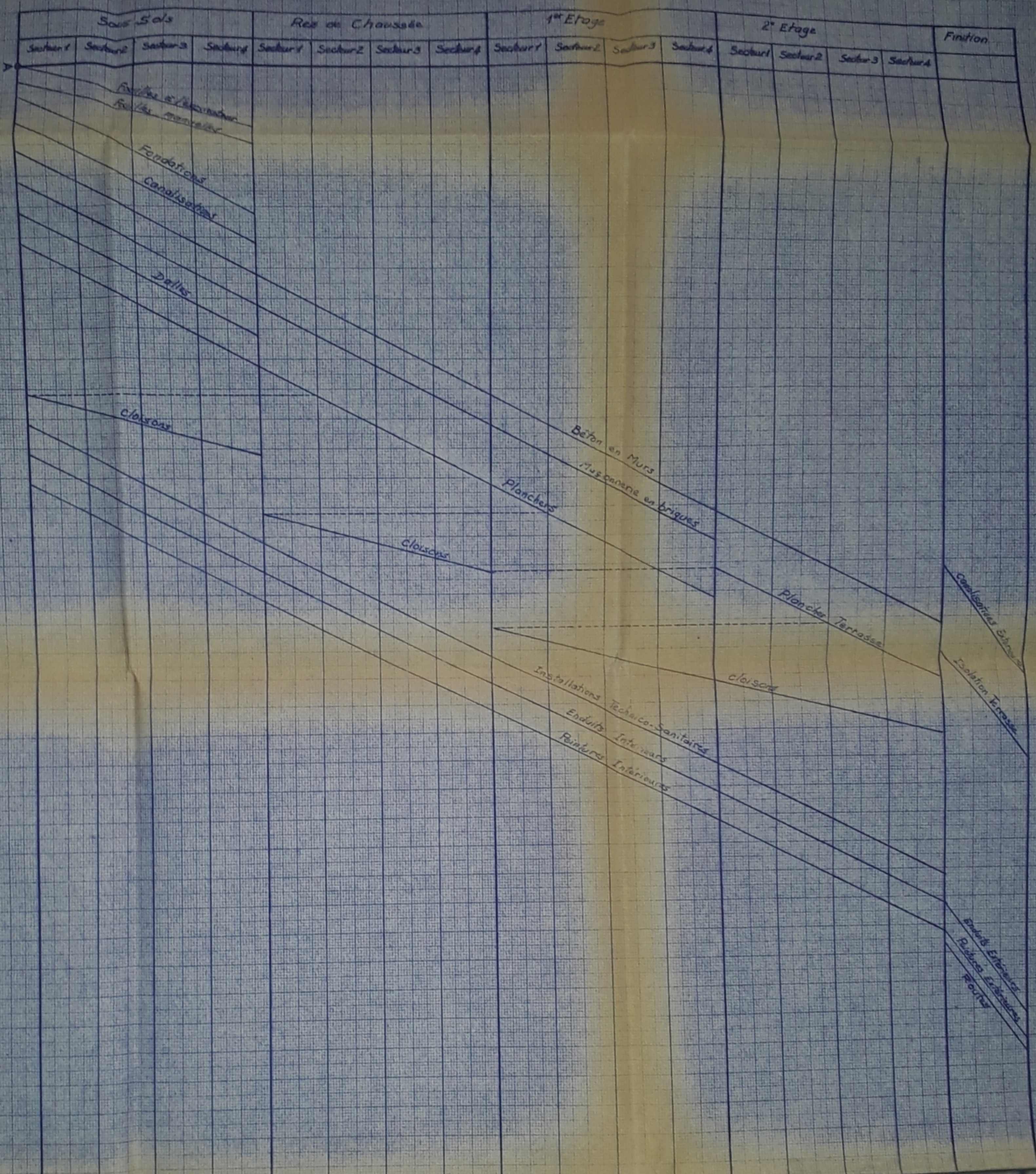
- déceler les problèmes (montage, technologie d'exécution) et de leur trouver une solution adéquate avant qu'ils ne se posent réellement sur le terrain,
- déterminer un programme de réalisation qui tienne compte des capacités réelles de l'entreprise et du délai prévu par contrat,
- définir un planning d'utilisation rationnelle du matériel et engins disponibles .

L'intérêt et la méthode PERT exposé au chapitre 15 ; est de définir les priorités dans l'exécution des tâches, tout en ayant soin de respecter le délai d'exécution . L'efficacité de cette méthode

a été démontrée par des études faites sur des cas concrets .

Pour terminer, il aurait été souhaitable qu'un calcul d'optimisation fasse partie de cette étude, mais la difficulté de réunir les divers indices et le temps imparti créaient pour nous un empêchement majeur .

En ce qui nous concerne ; nous pensons que cette étude reste à parfaire .



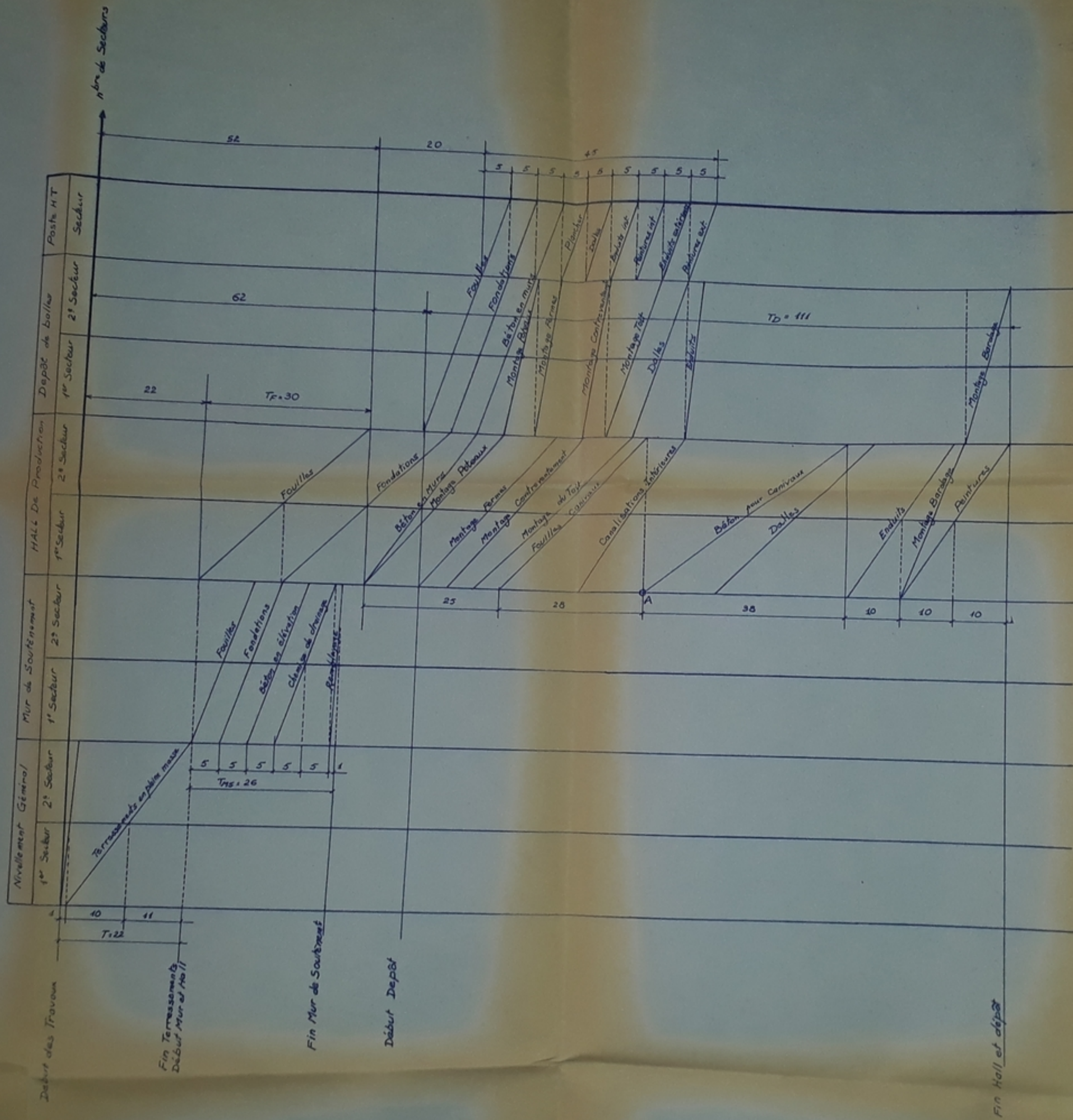
Relevés de 88.

SECTEUR 1  
ATA

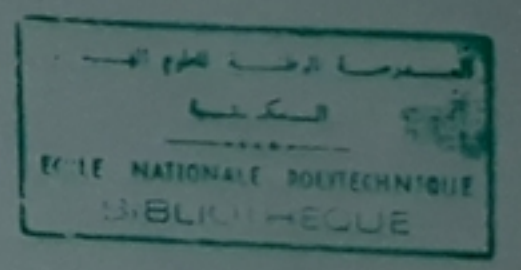
Echelle : 1cm = 5 mètres

PB 02775  
-16-

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DEPARTEMENT GENIE CIVIL		PROJET DE FIN D'ETUDE 1970 - 1975	PROJET DE FIN D'ETUDE Cyclogramme des Annexes Techniques et Travaux Extérieurs	NOMBRE DES FEUILLES 1
ETAT ETUDE ZND/MLL	DATE Juin 75			

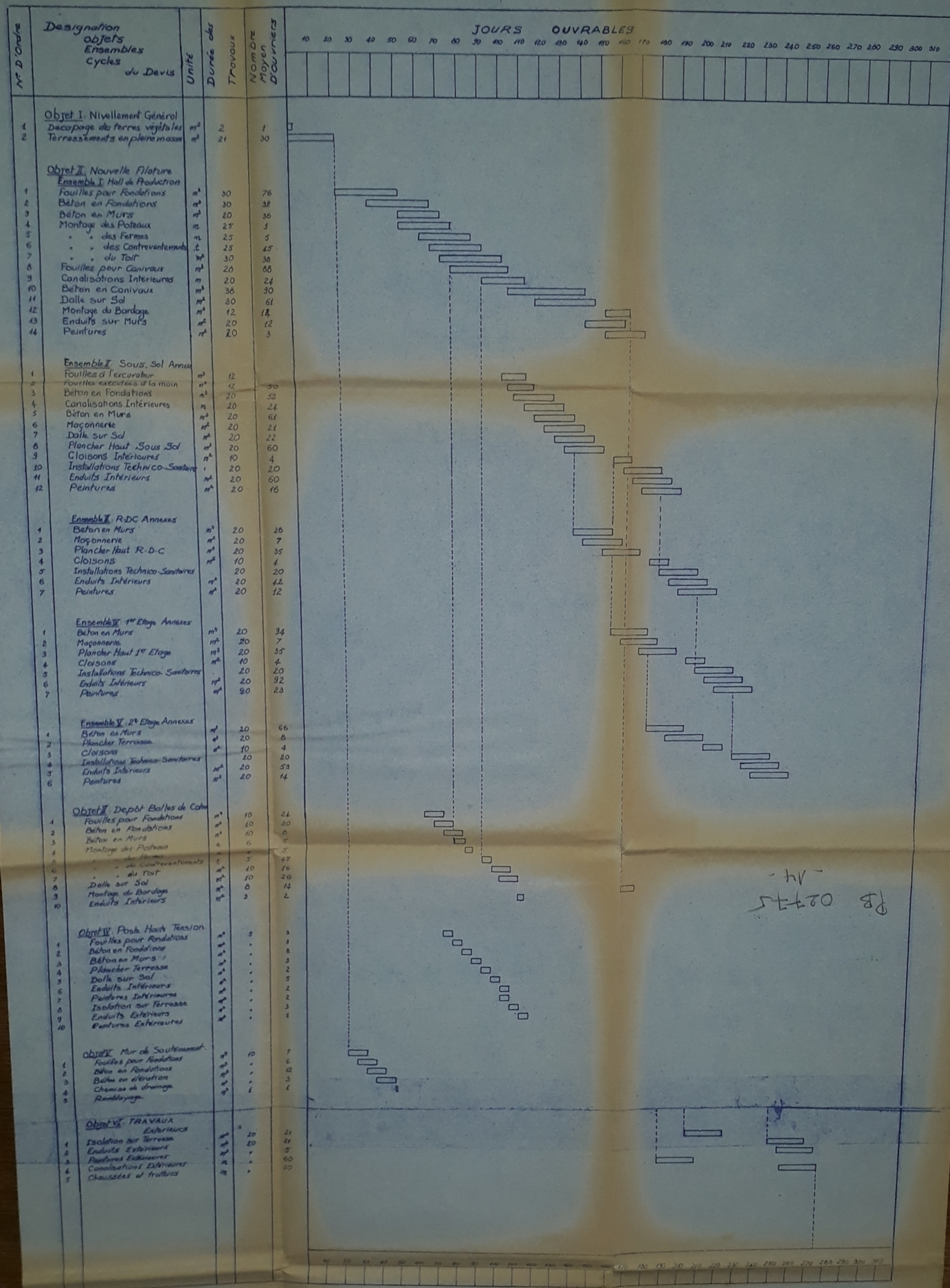


ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
 DEPARTEMENT GENIE CIVIL  
 PROMOTION 1970 - 1975  
 PROJET DE FIN DETUDE  
 Cyclogramme du Hall, du  
 Depot, du Mur de Soutè-  
 nement et du Poste H-T  
 2



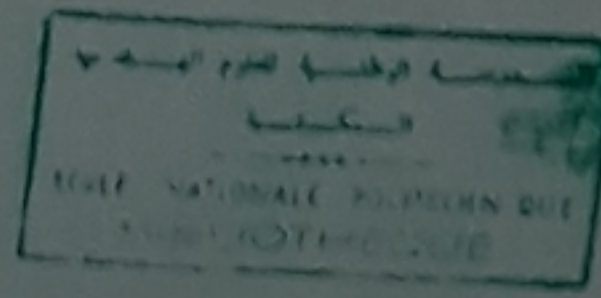
PB 02775  
15.

Echelle: 1cm = 5 jours

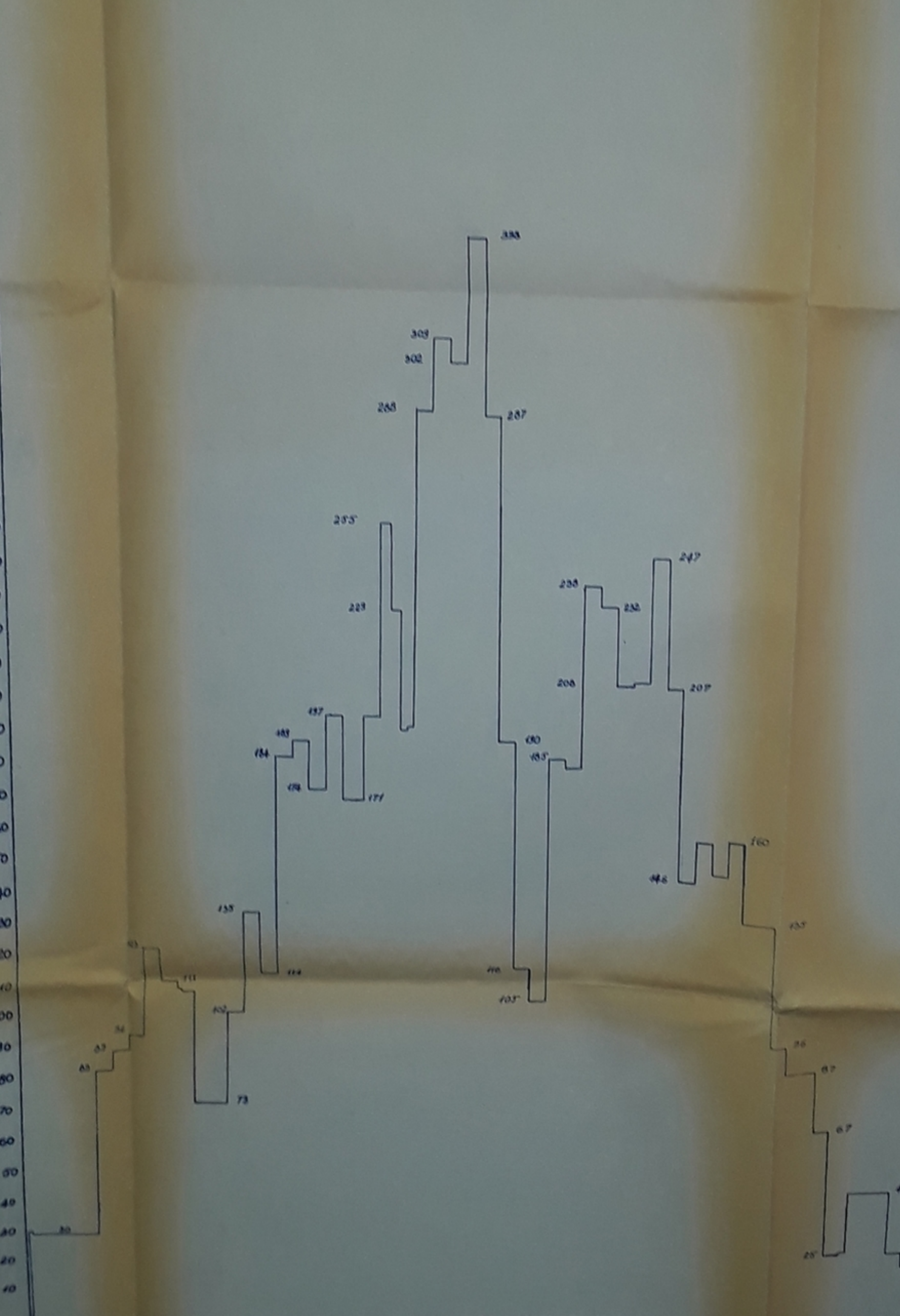
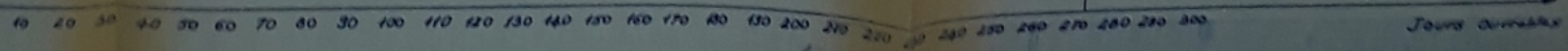
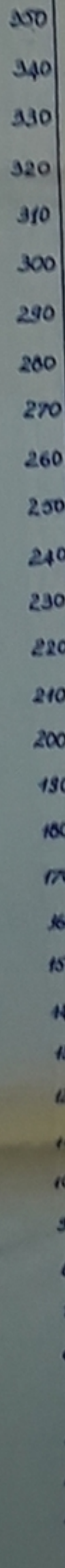


14  
51675 88

PB975  
- 14 -



Nombre d'ouvriers



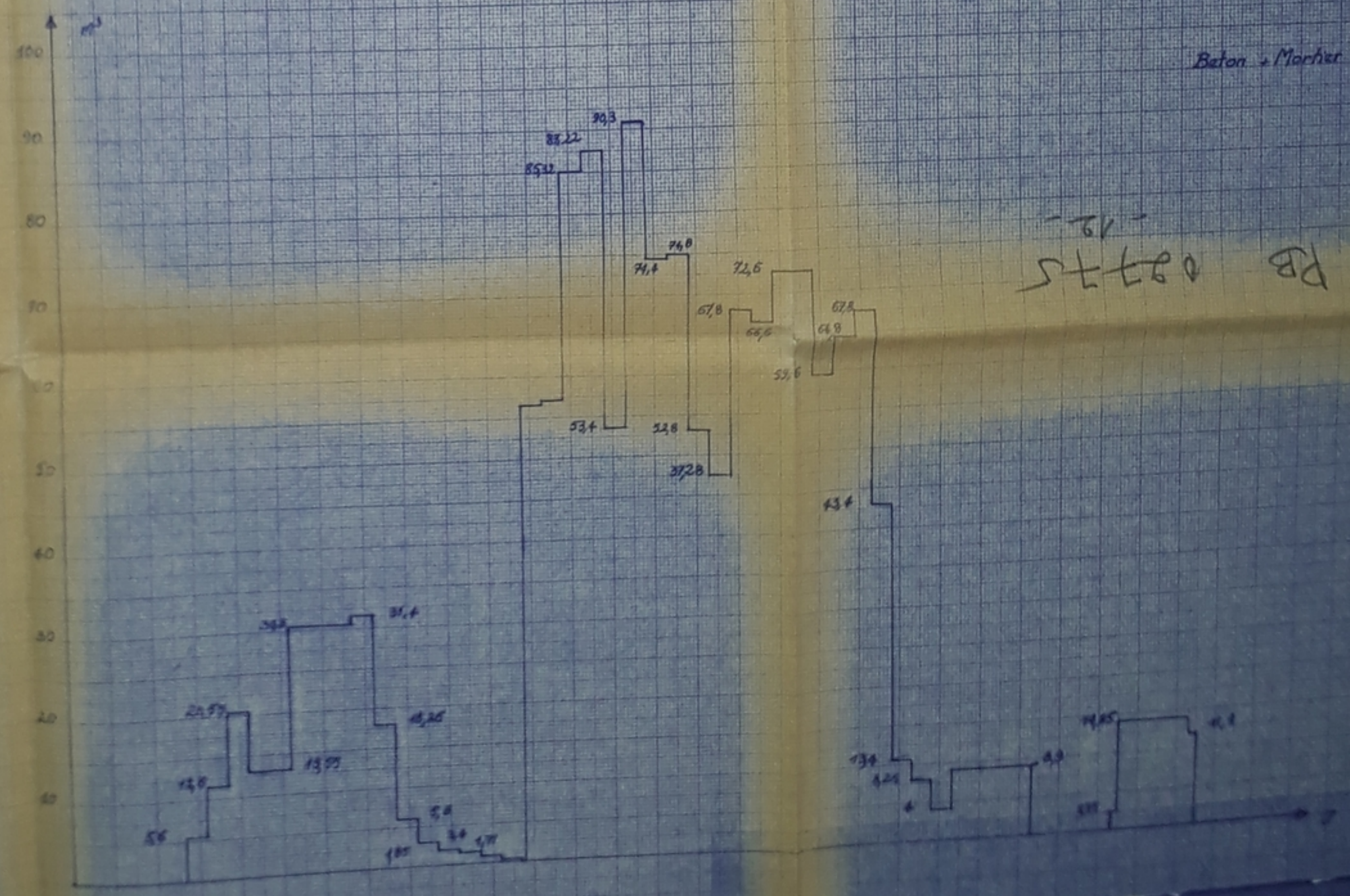
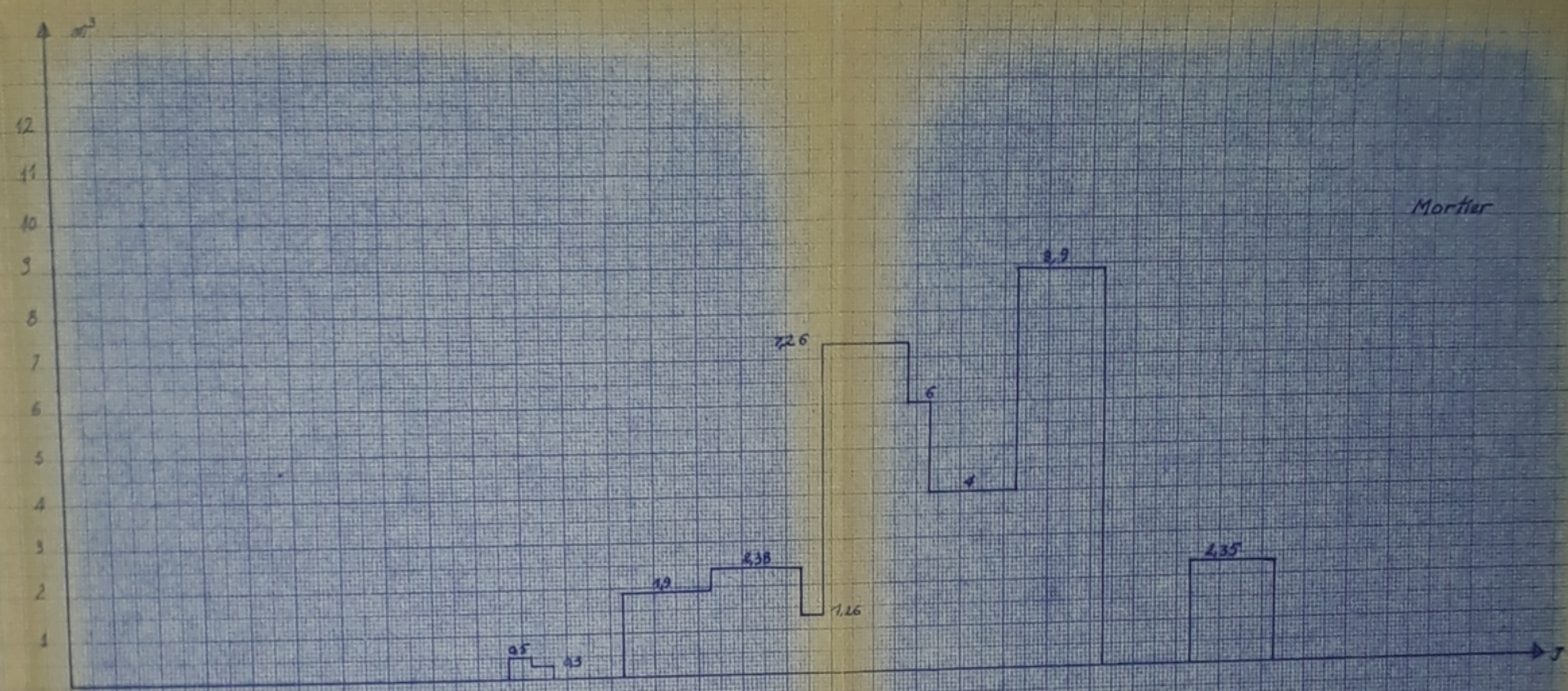
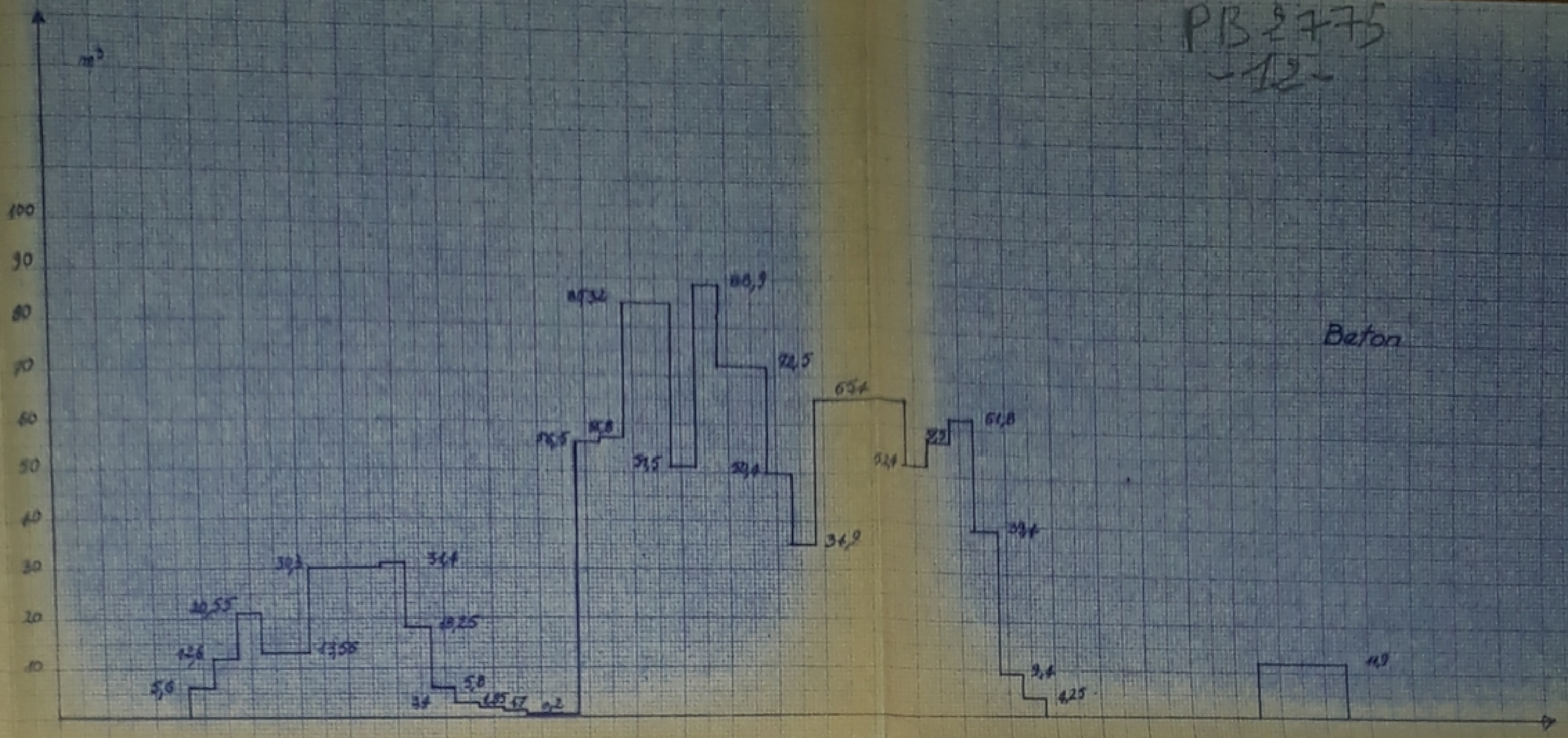
- 8V -  
08/75 JB

Note: l'origine des temps est considérée comme étant le jour de démarrage des terres végétales. les installations de chantier sont considérées séparément.

PB0775  
- 13 -

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DÉPARTEMENT GENIE CIVIL	
PROMOTION 1970 - 1975	PROJET DE FIN DE TUDE
DIAGRAMME D'ÉVOLUTION DE LA MAIN D'ŒUVRE VBE	

PB 2775  
-12-



PB 2775  
-12-

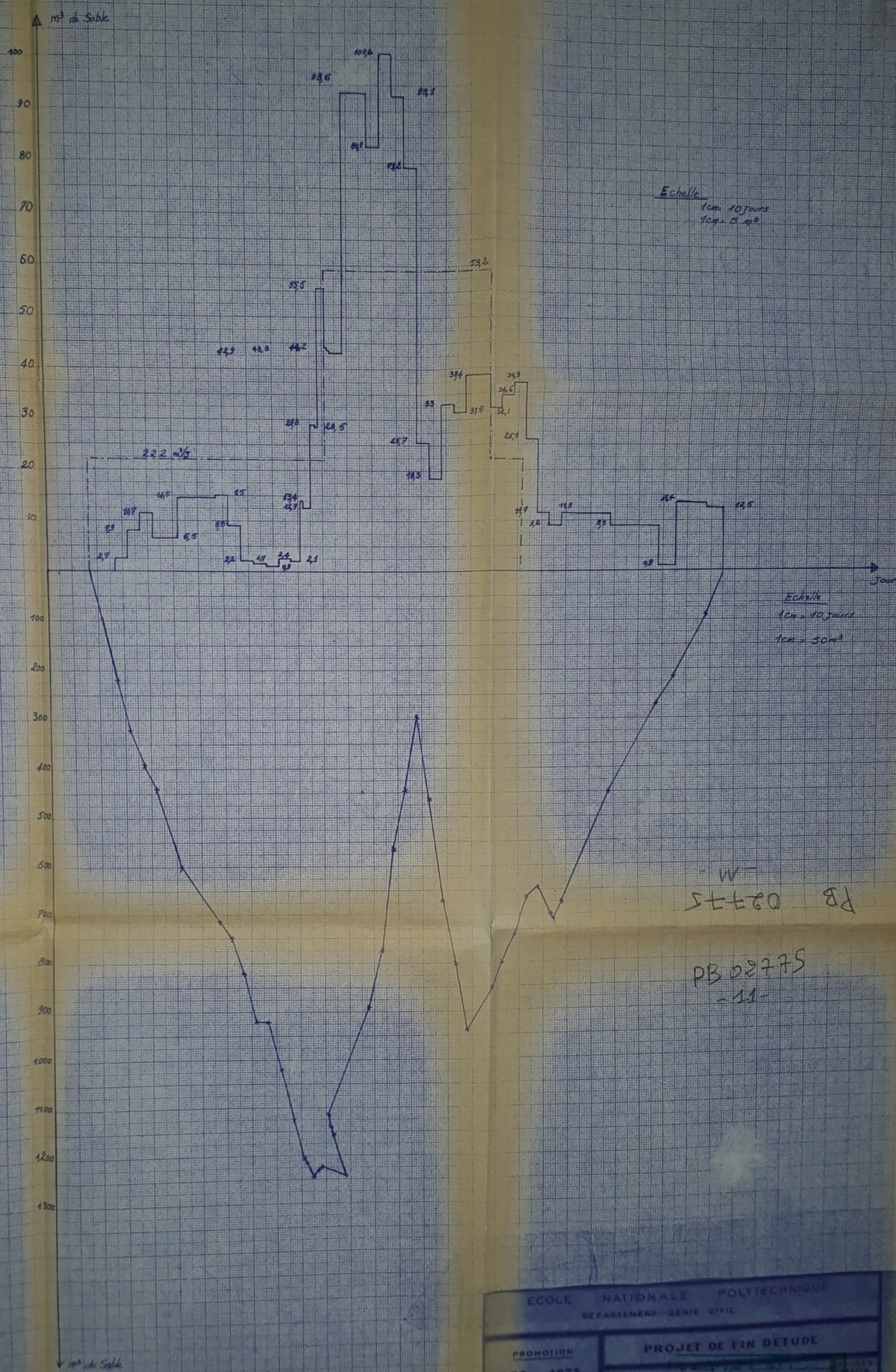
ÉCOLE NATIONALE  
D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

PROMOTION  
1970 - 1975

PROJET DE FIN D'ÉTUDE

DIAGRAMME DE  
CONSOMMATION DU  
BETON ET MORTIER



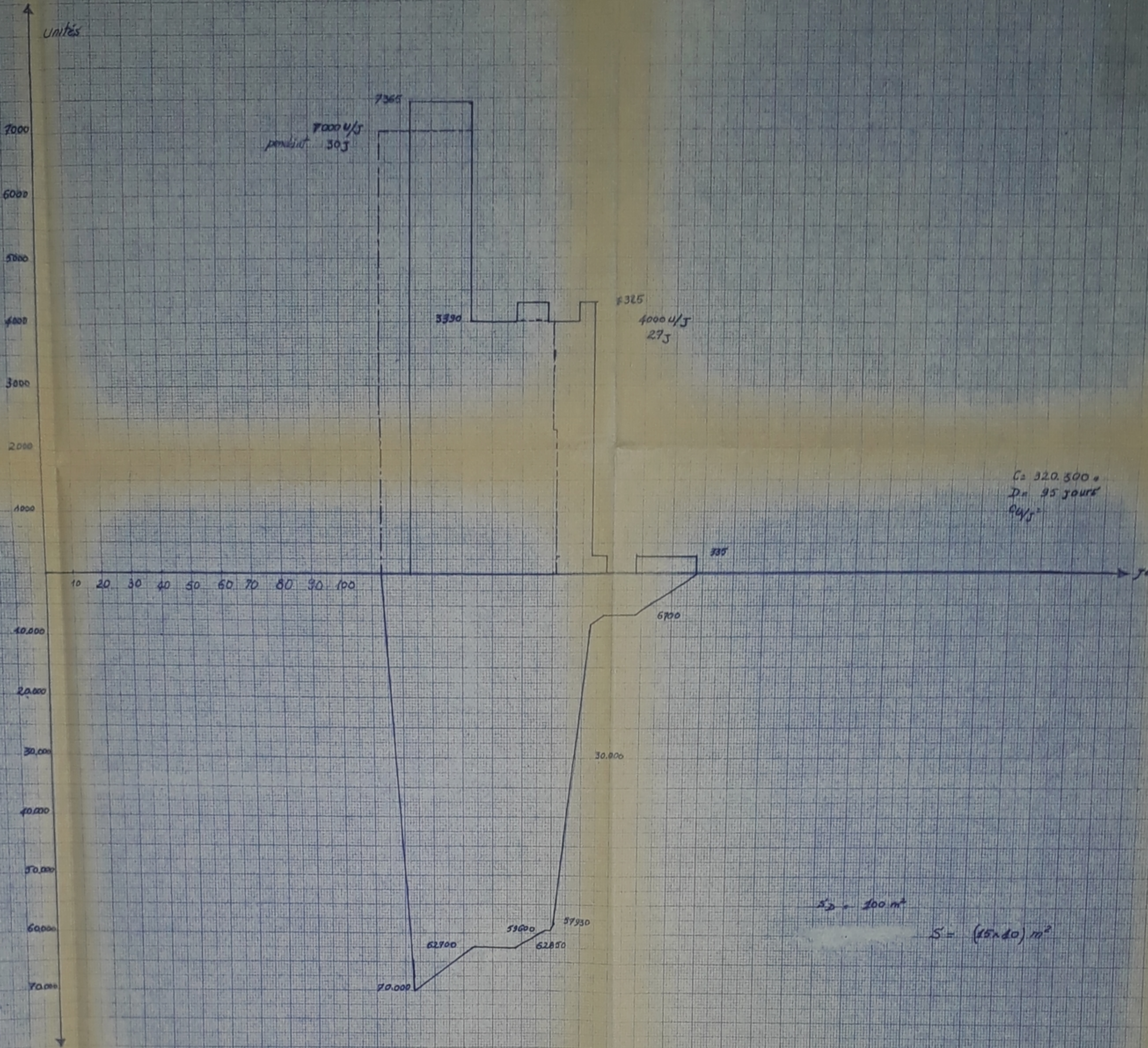


Echelle  
1cm = 10 jours  
1cm = 5  $m^3$

Echelle  
1cm = 10 jours  
1cm = 50  $m^3$

- M -  
PB 02775  
- 11 -

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DEPARTEMENT GENIE CIVIL	
PROMOTION 1970 - 1975	PROJET DE FIN DETUDE
NOM ZINE-L	DIAGRAMME DIFFERENTIEL DU SABLE
DATE Juin 75	5



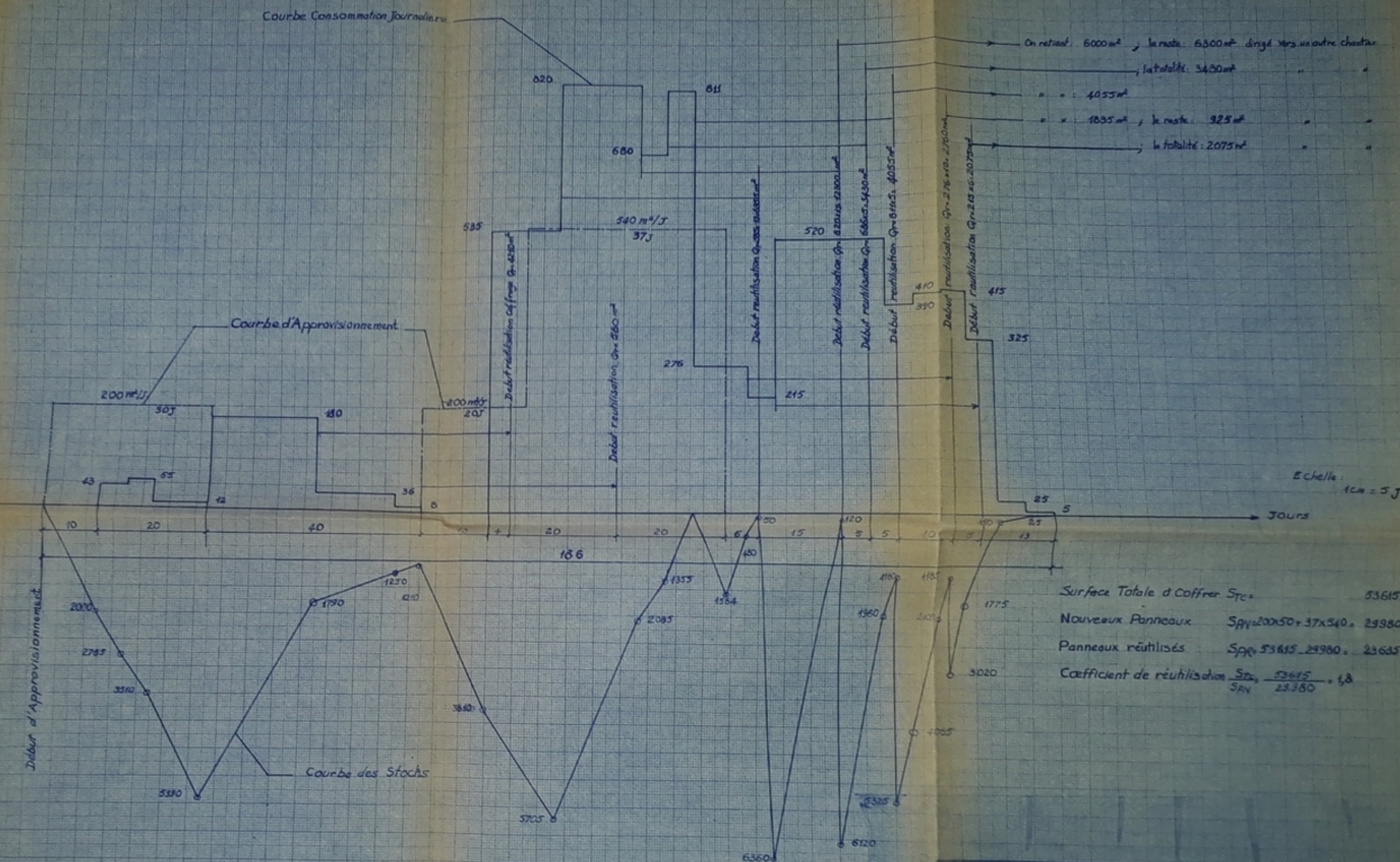
PB 02775

PB 02775

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DEPARTEMENT GENIE CIVIL	
PROMOTION 1970 - 1975	PROJET DE FIN DETUDE DIAGRAMME DIFFERENTIEL DES BRIQUES
DATE Juin 75	NUMERO DESSIN 7

Echelle: 1cm = 50m<sup>2</sup>

(m<sup>2</sup>)  
1000  
900  
800  
700  
600  
500  
400  
300  
200  
100  
1000  
2000  
3000  
4000  
5000  
6000  
7000  
(m<sup>2</sup>)



Echelle: 1cm = 5 jours

Surface Totale d Coffrage S<sub>TC</sub> = 53615 m<sup>2</sup>  
 Nouveaux Panneaux S<sub>PN</sub> = 200x50 + 37x540 = 23980 m<sup>2</sup>  
 Panneaux réutilisés S<sub>PR</sub> = 53615 - 23980 = 29635 m<sup>2</sup>  
 Coefficient de réutilisation  $\frac{S_{PR}}{S_{PN}} = \frac{29635}{23980} = 1,2$

Echelle: 1cm = 500m<sup>2</sup>

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
 DEPARTEMENT GENIE CIVIL

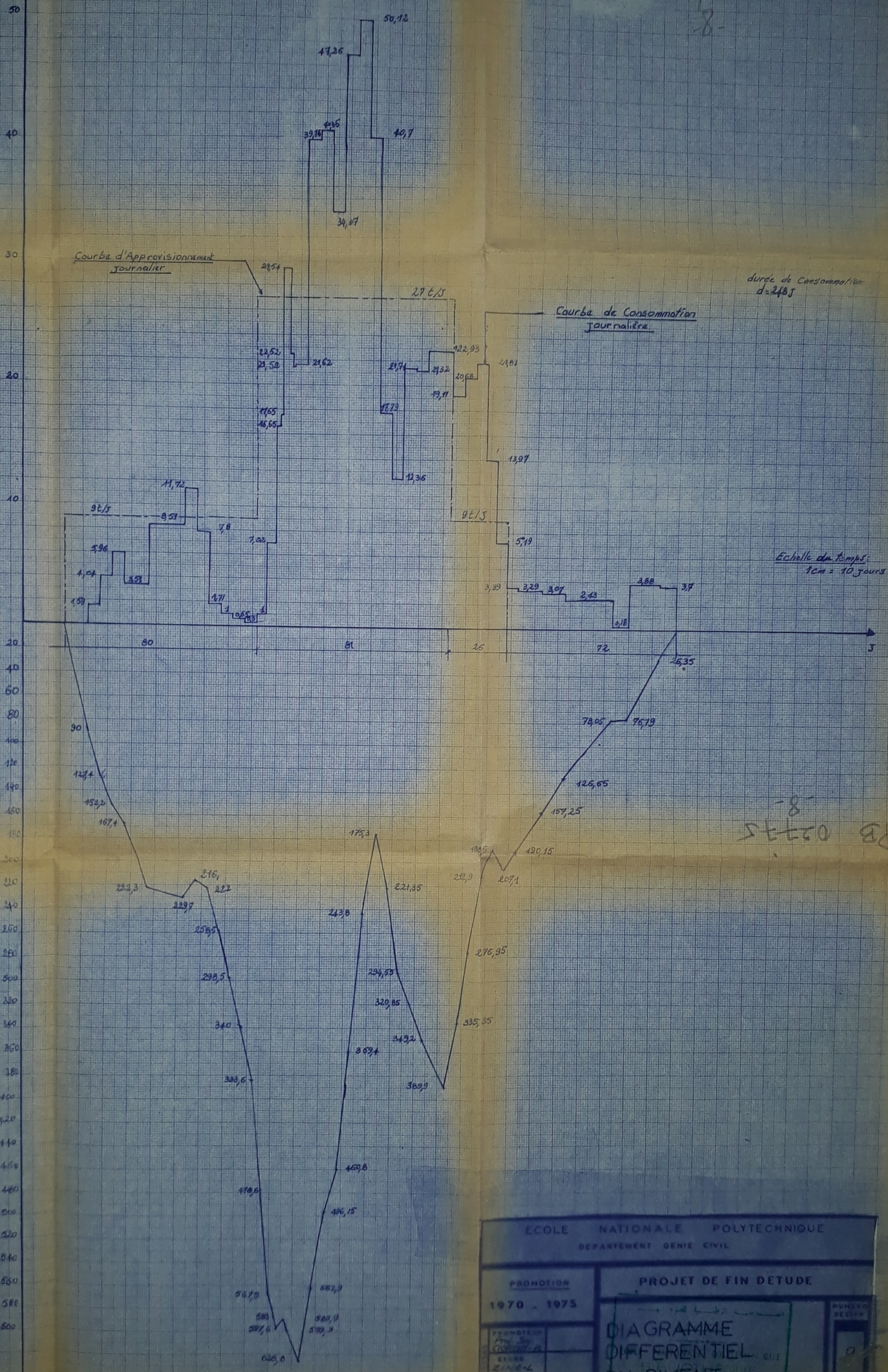
PROMOTION  
 1970 - 1975

PROJET DE FIN DETUDE

DIAGRAMME DIFFERENTIEL DE CONSOMMATION REUTILISATION DES COFFRAGES

NUMERO DRESSIN  
 8

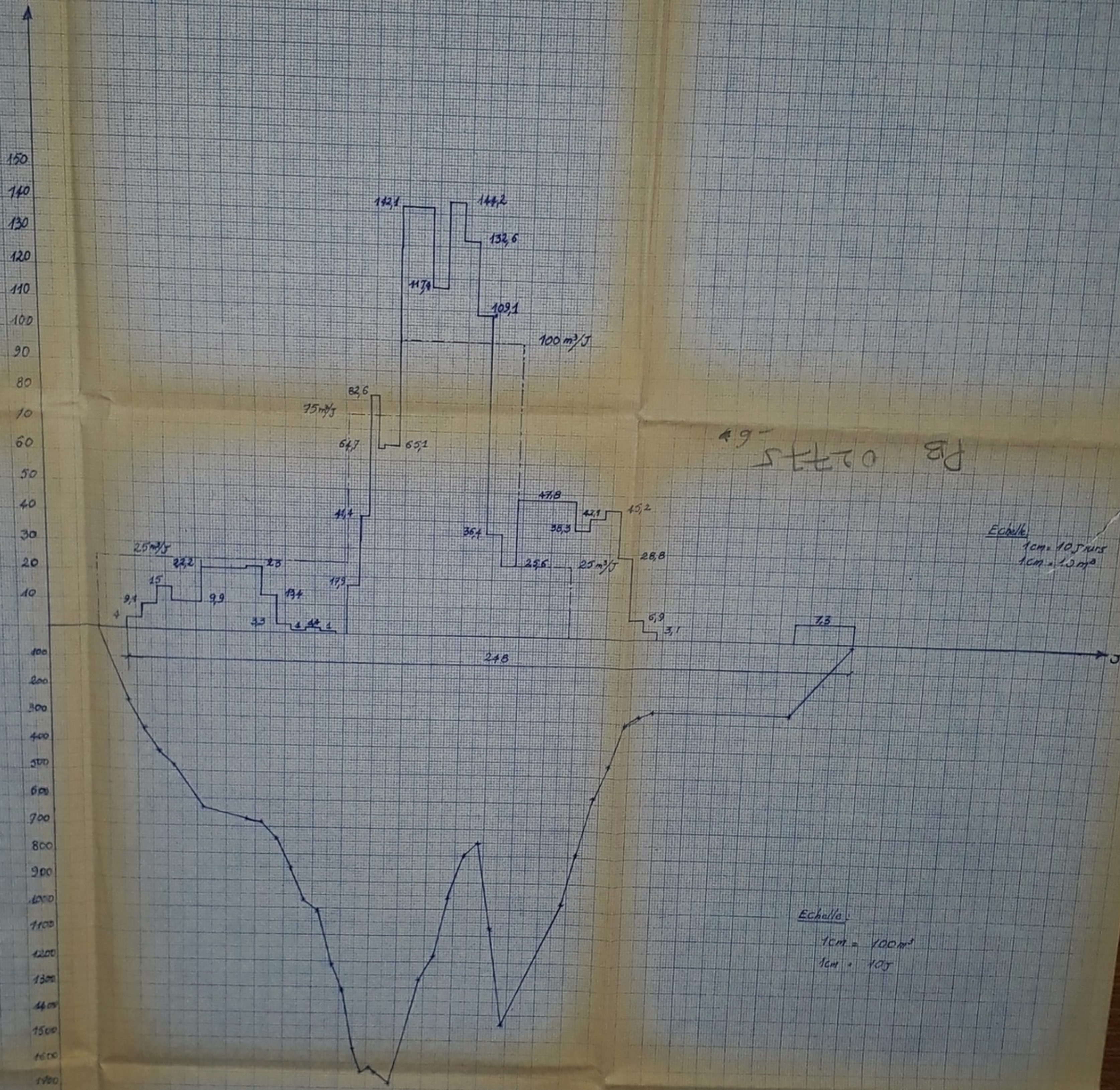
DATE  
 Juin 70



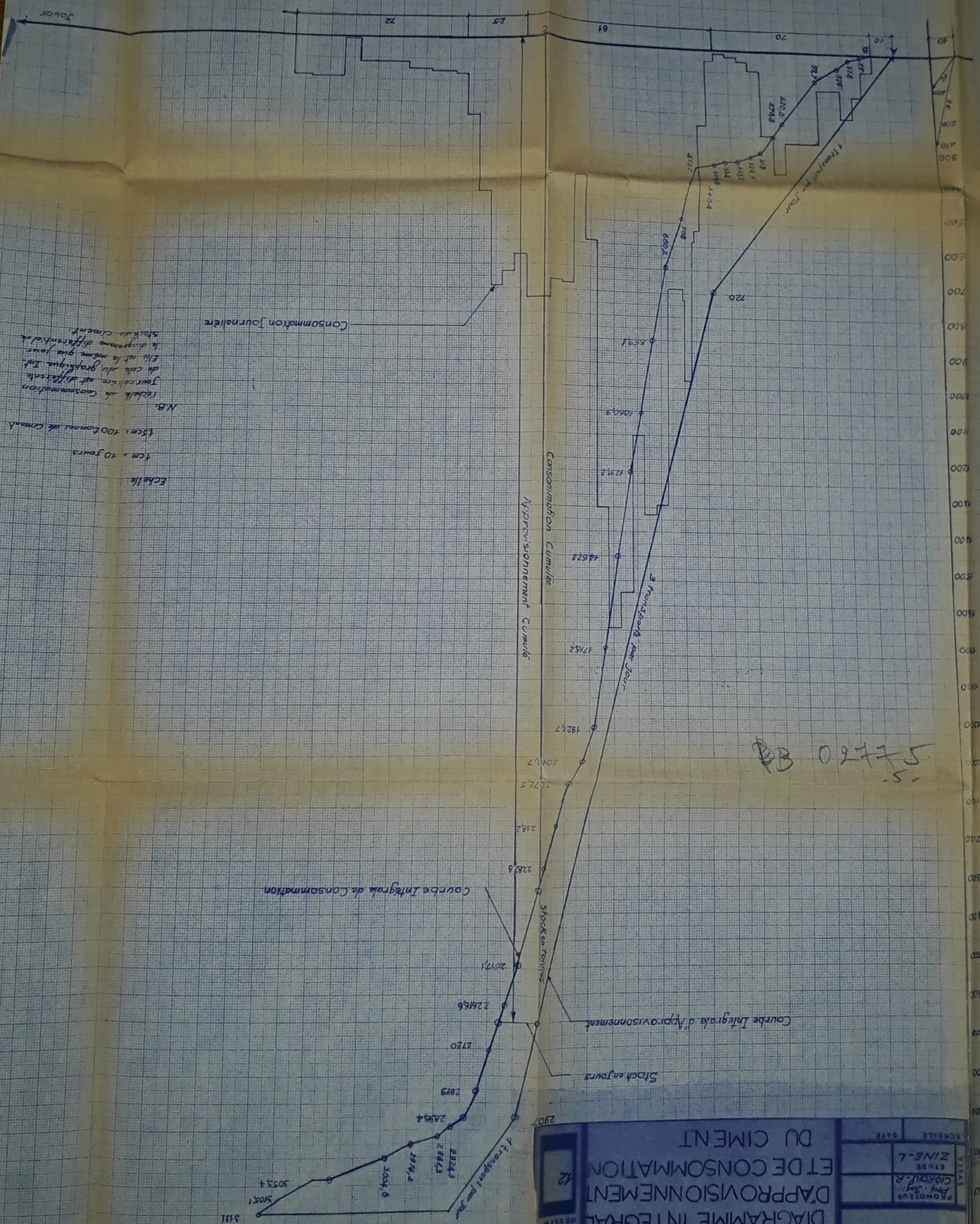
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DEPARTEMENT SERIE CIVIL	
PROMOTION 1970 - 1975	PROJET DE FIN DETUDE
PROMOTEUR ETUDE ZONE-L	DIAGRAMME DIFFERENTIEL DU CIMENT
DATE 7/4/75	NUMERO DESIGN



YB 02775  
6-



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE DEPARTEMENT GÉNIE CIVIL	
PROMOTION 1970 - 1975	PROJET DE FIN D'ETUDE DIAGRAMME DIFFERENTIEL DU GRAVIER
NOMBRE DE FEUILLES 11	NOMBRE DE FEUILLES 11



Echelle:  
 1cm = 10 jours  
 15cm = 100 tonnes de Ciment  
 N.B.:  
 l'échelle de consommation  
 journalière est différente  
 de celle du graphique Int.  
 Elle est la même que pour  
 le diagramme différentiel et  
 stock en ciment.

02775  
 5

02775  
 3  
 98

ÉCOLE NATIONALE  
 DE POLYTECHNIQUE  
 DÉPARTEMENT GÉNIE CIVIL  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE RECHERCHES  
 POLYTECHNIQUES  
 PROJET DE FIN D'ÉTUDE  
 NOMBRE 2  
 DESIGN

PROMOTION  
 1970 - 1975

VISA  
 PROJETUS  
 GÉNIE CIVIL  
 ÉTUDE  
 ZINE-1  
 DATE

DU CIMENT  
 ET DE CONSOMMATION  
 D'APPROVISIONNEMENT  
 INTÉGRAL

Tonnes de Ciment

PB 02775

legende

- I dortoirs  
 1. Chambre à coucher  
 2. lavabos  
 3. vestibules  
 4. Couloir  
 5. Sechoir  
 6. Salle

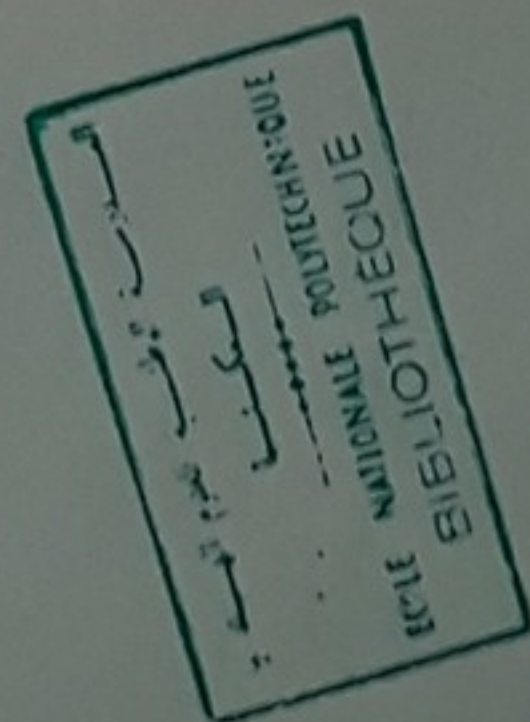
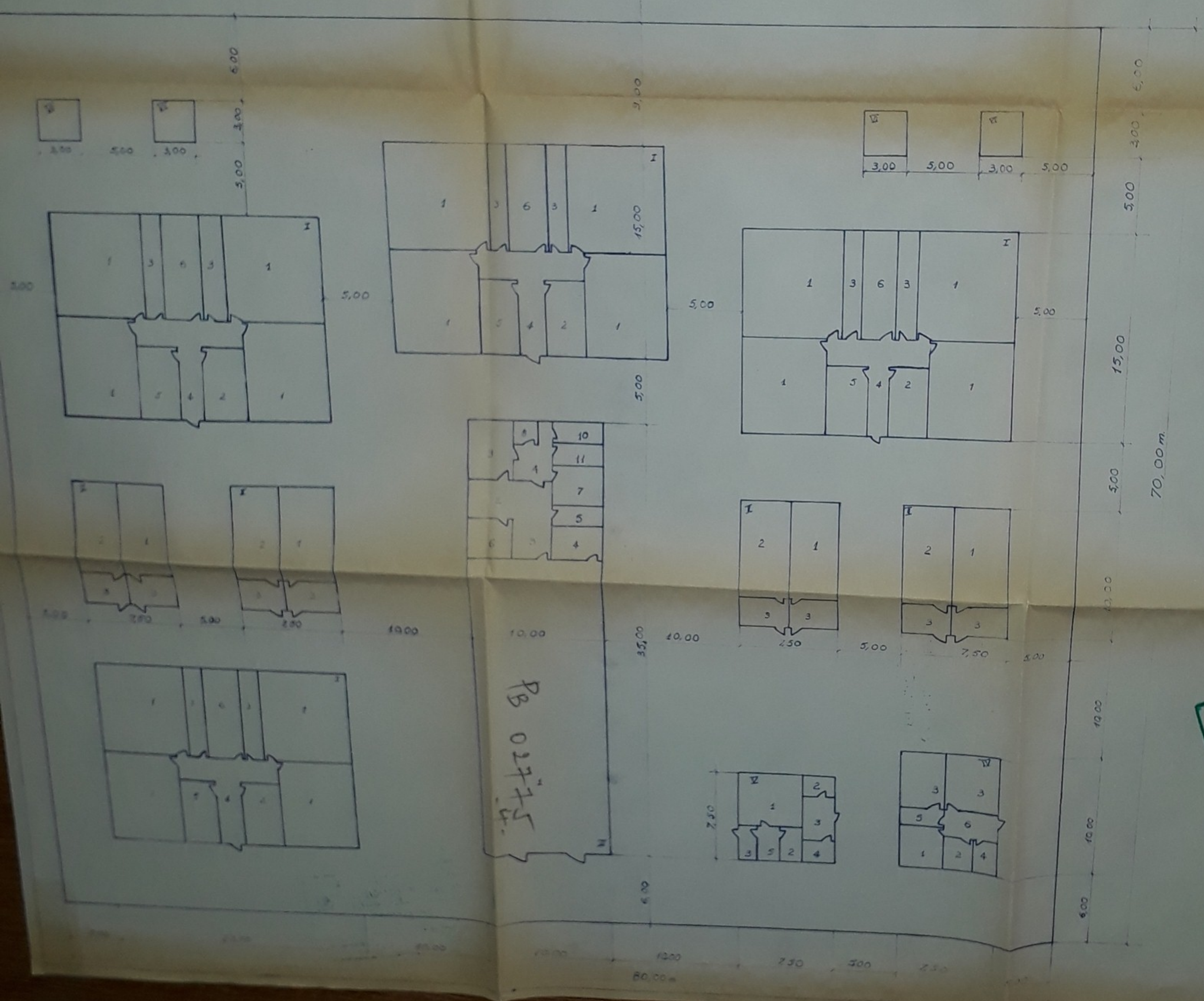
- II. vestiaires  
 1. vestiaire  
 2. vestiaire  
 3. lavabos, couloirs

- III - Cantine  
 1. Salle à manger  
 2. Cuisine  
 3. Office  
 4. Vestibule  
 5. Bureaux  
 6. Dépôts  
 7. Préparation des aliments  
 8. Préparation des légumes  
 9. Box  
 10. vestiaires  
 11. Toilettes

- IV Point Sanitaire  
 1. Salle de Consultation  
 2. Salle de traitement  
 3. Salle d'attente  
 4. Douche  
 5. Box  
 6. Couloir

- V Douches  
 1. Douche  
 2. lavabos  
 3. Couloir  
 4. W-C  
 5. vestiaires

- VI W.c



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
 DEPARTEMENT GENIE CIVIL

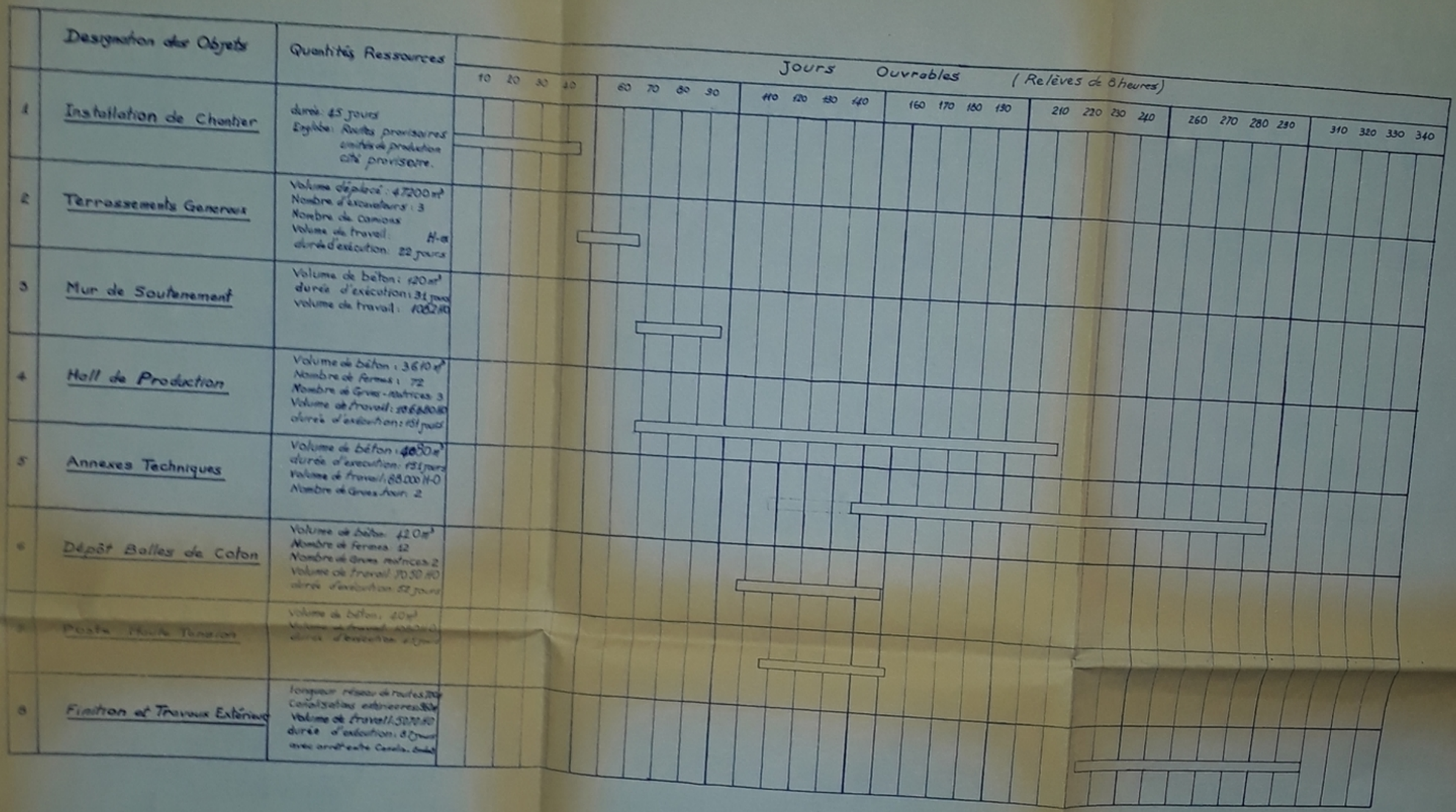
PROJET DE FIN DETUDE

CITE OUVRIERE  
 PROVISOIRE

PRODUCTION  
 1970 - 1975

11/20 75





ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
 DEPARTEMENT GENIE CIVIL

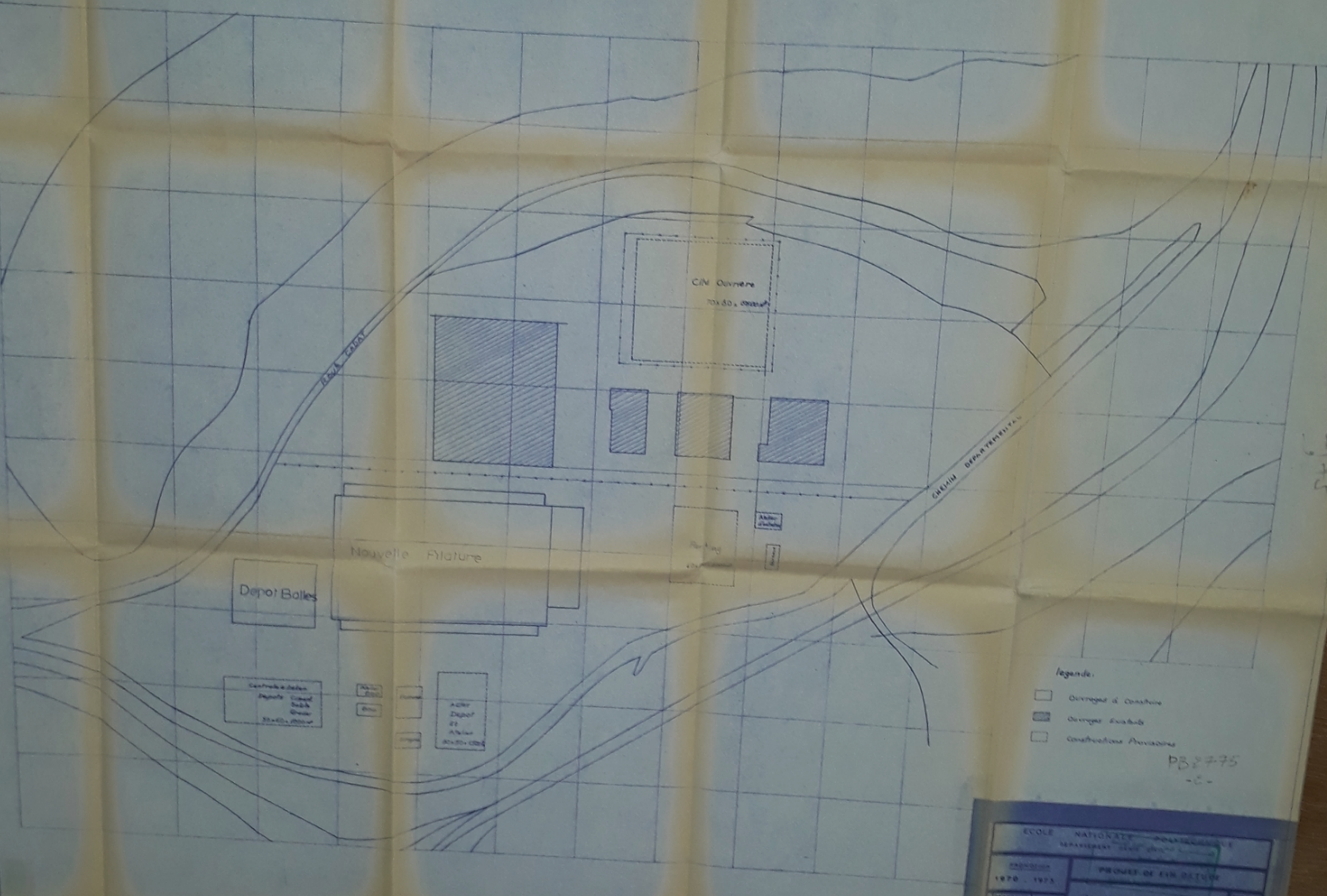
PROMOTION  
 1970 - 1975

PROJET: BELFIN BELUDE  
 BIBLIOTHEQUE

DIAGRAMME A BARRES  
 GENERAL DU COMPLEXE  
 TEXTILE

NOMBRE DESIN: 14

DATE: Juin 75



Depot Balles

Nouvelle Filature

C/M Ouvrière  
70x50x 0200m

Centre de Balles  
Dépôt: 100m  
Salle: 100m  
Bureau: 100m  
20x40x 0200m

AGM  
Dépôt  
20

AGM  
Dépôt  
20  
AGM  
20x40x 0200m

AGM  
Dépôt  
20

AGM  
Dépôt  
20

CHENIM DEPARTEMENTAL

legende:

- Ouvrages à Construire
- Ouvrages Exécutés
- Constructions Provisaires

PB 2775  
-C-

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
DEPARTEMENT DES BASSES ALPES

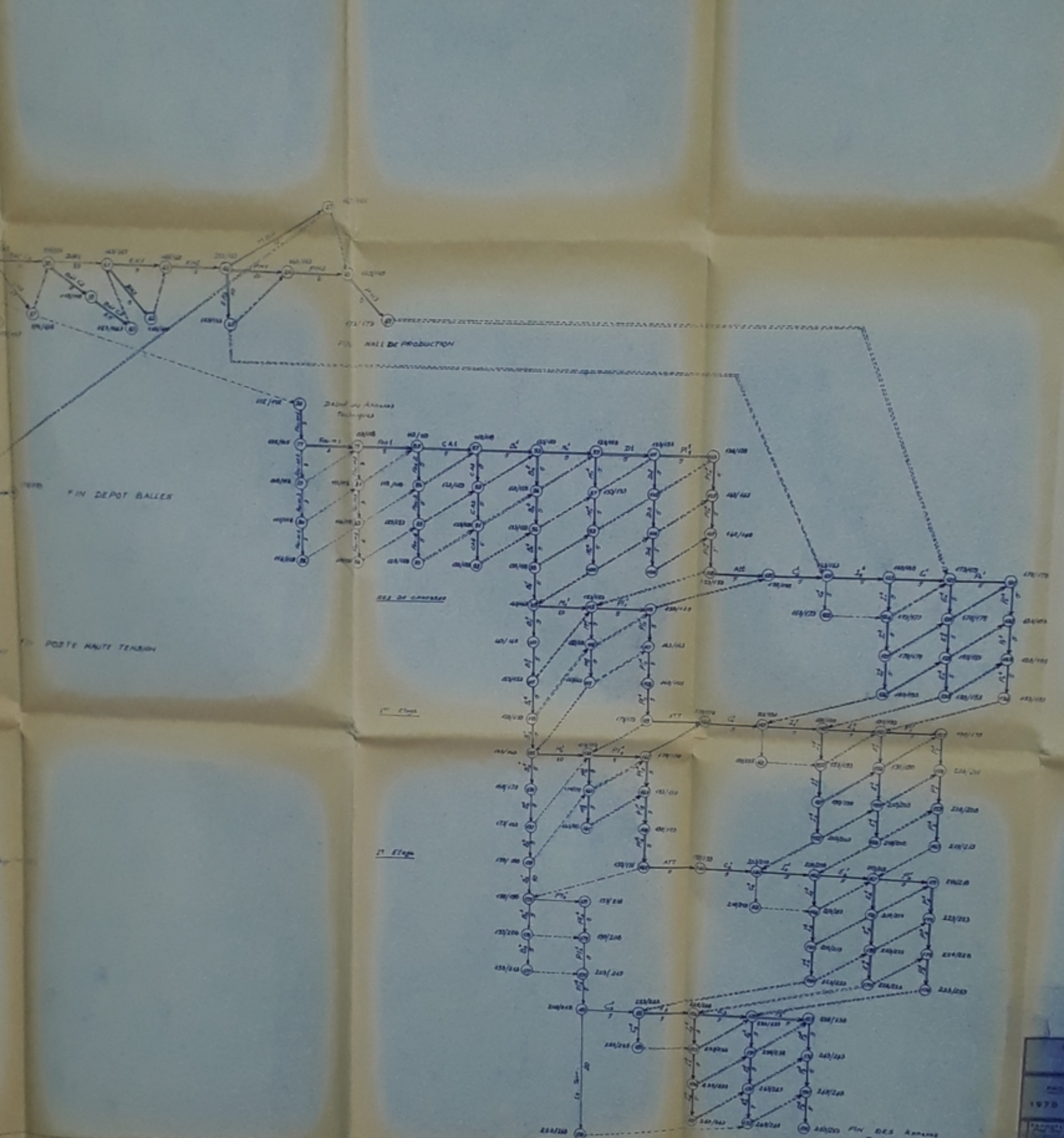
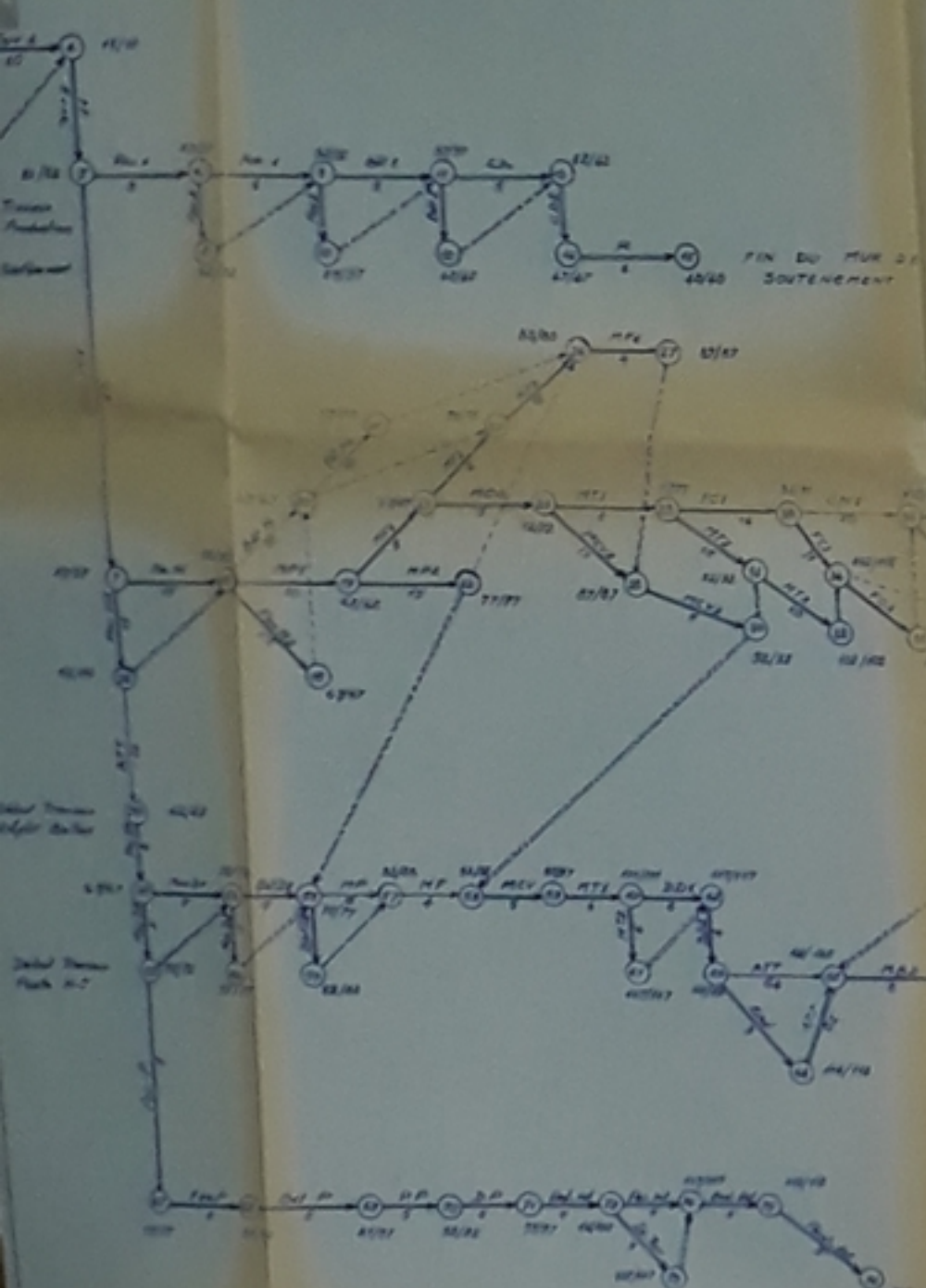
PROGRES 1970 - 1975

PROGRES DE FIN DE TRAVAIL

PLAN GENERAL DE L'INSTALLATION DE CHANTIER

5450

PBUTFA

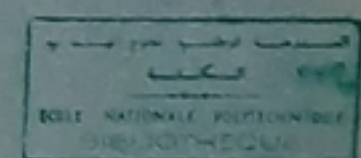
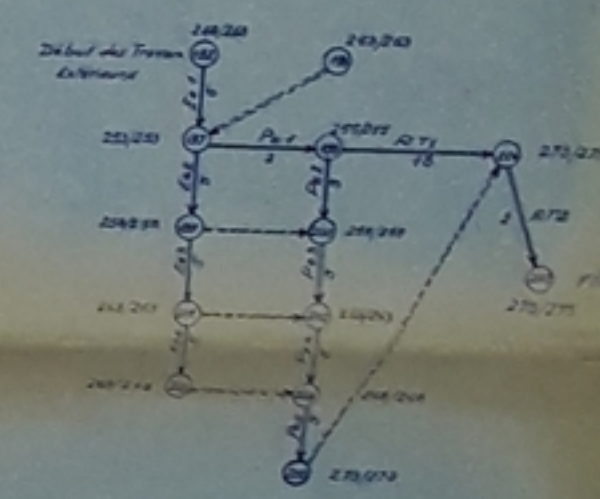


02775 80

- (circle) — Poste
- (circle) — Ligne haute tension
- (circle) — Ligne appartenant au réseau national
- (circle) — Ligne ne faisant pas partie du réseau national
- (circle) — Ligne de liaison et autres de la même nature (voir l'annexe technique)

L'usage de ce graphique est réservé à la détermination des tracés de câblage des réseaux d'installation de câbles en tout ou en partie souterrains.

Les données sont exprimées en mètres (voir l'annexe technique).



ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
DÉPARTEMENT DE GENIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ÉTUDE

1970 - 1975

GRAPHIQUE RESEAU  
DE CABLES

