

**Ecole Nationale Polytechnique**

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية  
البيئية  
DEPARTEMENT GENIE CIVIL  
BIBLIOTHEQUE  
PROJET DE FIN D'ETUDES

**ORGANISATION GENERALE DE  
L'EXECUTION DU VILLAGE SOCIALISTE LAMTAR**

Proposé par :

**C. P. R. A.**

Dirigé par :

**CIORIOU RADUCAN**

Etudié par :

**BENAÏSSA Ali**

**CHARIF Abdelhamid**



**Ecole Nationale Polytechnique**

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDES

**ORGANISATION GENERALE DE  
L'EXECUTION DU VILLAGE SOCIALISTE LAMTAR**

Proposé par :

**C. P. R. A.**

Dirigé par :

**CIORIOU RADUCAN**

Etudié par :

**BENAÏSSA Ali**

**CHARIF Abdelhamid**

Je dédie ce travail à :

- Ma mère
- Mon frère et mes soeurs
- Mes amis et toute ma famille.

- Charif Abdelhamid -

Je dédie ce travail à

- Mon père
- Mes frères et ma soeur
- Mes amis et toute ma famille.

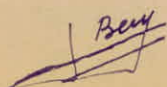
- Benaïssa ALi -

Nous saisissons cette occasion pour remercier tous les professeurs et toutes les personnes ayant contribué à notre formation.

Nos plus vifs remerciements et toute notre gratitude s'adressent plus particulièrement à M<sup>R</sup> CIORIOU qui a mis à notre disposition le fruit de ses 40 ans d'expérience, et dont les précieux conseils nous ont été d'une grande utilité pour l'élaboration de ce projet.

Nous tenons également à remercier les C.P.R.A qui nous ont fourni tous les moyens pour faciliter notre tâche.

A. Benaïssa



A. Charif



# SOMMAIRE

- INTRODUCTION
- CHAPITRE I : METHODES D'ORGANISATION
- CHAPITRE II: CHOIX DES PARAMETRES
- CHAPITRE III: CALCUL DE LA MAIN D'ŒUVRE
- CHAPITRE IV: CALCUL DES RESSOURCES
- CHAPITRE V: IMPLANTATION DU CHANTIER
- CHAPITRE VI: INDICES TECHNICO-ECONOMIQUES

# PROJET DE FIN D'ÉTUDES

## ORGANISATION GÉNÉRALE DE L'EXÉCUTION DU VILLAGE SOCIALISTE LAMTAR

(wilaya de Sidi Bel-Abbés)

Le village se situe à 30 Km au sud ouest de Sidi Bel-Abbés. Il s'étale sur une superficie de 14 hectares environ. Il fait partie d'un agro-combinat composé d'une partie zootechmique, d'une partie végétale et d'une partie résidentielle avec équipements.

Ce village comporte 150 logements type  $F_3$ .

Notre projet consiste à organiser l'exécution de ces logements y compris l'assainissement et tous les aménagements extérieurs (voies d'accès piétons et véhicules, parkings, espaces verts, etc...)

## INTRODUCTION

À l'amont de la réalisation d'un projet de construction le maître de l'ouvrage et l'entrepreneur doivent définir, dans le marché, l'ensemble des composantes du projet et sa réalisation à terme dans les meilleures conditions.

Dès que les autorisations et approbations de la part des autorités techniques et administratives sont accordées, on passe à la réalisation proprement dite.

L'organisation d'un chantier est l'ensemble des dispositions que doit prendre le chef de projet pour la bonne exécution du projet.

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

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

- LA RAPIDITÉ
- LA QUALITÉ
- L'ÉCONOMIE

Bien qu'étroitement liés dans le cadre d'une organisation scientifique et rationnelle, l'un ou l'autre de ces trois critères peut avoir un caractère prédominant.



1) LA RAPIDITÉ : Elle est exigée par le maître de l'ouvrage ou par le rendement financier. Cette rapidité se traduit par une économie au stade de financement du projet.

Il n'en est pas toujours de même au niveau de la réalisation : une exécution trop rapide peut exiger des moyens onéreux.

Une organisation scientifique permet toutefois de diminuer le délai d'exécution sans coût supplémentaire. Comment ?

a) Elle spécialise les ouvriers en leur faisant répéter la même opération plusieurs fois (méthode à la chaîne). Cette répétitivité permet, à l'évidence, de réduire les délais d'exécution en augmentant la productivité de la main d'œuvre. Rappelons à cet effet l'étude faite par l'anglais WRIGHT en 1935 dans une usine d'avion :

$T_1$  : durée de la première exécution

$T_n$  : " " " n<sup>ième</sup> " "

La loi de WRIGHT donne :

$$T_n = T_1 \frac{1-k}{n^k}$$

Les recherches en statistiques ont abouti à  $k=0,8$

d'où 
$$T_n = T_1 \frac{0,2}{n^{0,8}} \quad (T_1 > T_2 > \dots > T_n)$$

b) Elle synchronise tous les processus sur tous les secteurs et élimine par conséquent les temps morts

2/ LA QUALITÉ: Elle est le résultat d'une connaissance approfondie des matériaux et de leur mise en œuvre, d'un choix judicieux de la main d'œuvre et d'un contrôle continu des différentes phases de réalisation du projet.

3/ L'ÉCONOMIE: Elle est garantie par une organisation rationnelle permettant d'exploiter d'une manière optimale le matériel utilisé. L'utilisation à plein rendement de la main d'œuvre assure, elle aussi, l'économie.

Cette étude technico-économique consiste en l'élaboration des plannings et des diagrammes permettant la bonne application de l'organisation.

Outre le planning d'avancement des travaux qui donne la durée et l'échelonnement des différents cycles de travaux depuis l'implantation du chantier jusqu'à la réception, le chef de chantier doit avoir à sa disposition:

- le diagramme d'utilisation des engins donnant la date et la durée d'intervention de chaque engin.
- le diagramme prévisionnel d'approvisionnement en matériaux.
- Le diagramme de variation de l'effectif.

Il y aura également d'autres copies qui seront destinées au parc et au service planification qui se chargeront, chacun en ce qui le concerne, de la programmation des interventions et des approvisionnements.

## CHAPITRE I

### METHODES D'ORGANISATION

A/ METHODE SUCCESSIVE

B/ METHODE PARALLELE

C/ METHODE A LA CHAINE

Une organisation scientifique doit respecter les principes fondamentaux suivants :

- Continuité
- Uniformité
- Coût minimum
- Délai minimum

a/ La Continuité : le principe de continuité signifie que le travail se fait sans interruption. L'alimentation doit être continue, en ressources nécessaires.

b/ L'uniformité : le principe d'uniformité signifie que les quantités approvisionnées pendant des périodes égales sont égales, que les équipes gardent les mêmes effectifs et les mêmes dotations en matériaux et matériel, et que les quantités de travaux réalisées dans des périodes égales sont égales.

## DEFINITION DES PARAMETRES

1/ Cycles de travaux : On décompose le projet en plusieurs opérations qu'on appelle processus composants ou cycles de travaux

2/ Relations séquentielles : Elles définissent l'ordre chronologique dans lequel doivent s'effectuer les différentes phases du projet. Pour établir ces relations séquentielles nous répondons pour chaque processus  $i$  aux questions suivantes :

- Quel processus doit-on accomplir immédiatement avant le processus  $i$  ?

- Quel processus peut-on entamer immédiatement après le processus  $i$  ?

3/ Quantités de travaux: Pour chaque processus  $i$  il y a une quantité de travail à réaliser notée  $Q_i$ . Cette quantité est donnée par un mètre.

4/ Volume de travail: le volume de travail pour le processus  $i$ , noté  $V_{T_i}$ , est le temps mis par un exécutant (homme ou engin) pour exécuter la quantité de travail  $Q_i$ . C'est aussi l'effectif nécessaire pour réaliser cette même quantité de travail en une unité de temps (heure, jour, relève, semaine, etc...)

-soient:  $e_i$  le nombre d'exécutants ou effectif

$V_{T_i}$  le volume de travail

la durée de réalisation de la quantité de travail  $Q_i$  ou module de temps pour le processus  $i$  est donné par la relation suivante:

$$t_i = \frac{V_{T_i}}{e_i} \quad (1)$$

d'où:

$$V_{T_i} = t_i \times e_i \quad (1a)$$

5/ Norme de temps: c'est le minimum de temps nécessaire à un exécutant pour réaliser une unité de travail de bonne qualité. On la note  $N_{t_i}$  pour le processus  $i$ ; elle est donnée par la relation suivante:

$$N_{t_i} = \frac{V_{t_i}}{Q_i} \quad (2)$$

6/ Norme de production: c'est la quantité de production de travaux de bonne qualité effectuée par un exécutant en une unité de temps. On la note  $N_{Pi}$  pour le processus  $i$  elle est donnée par la relation suivante:

$$N_{Pi} = \frac{Q_i}{V_{Ti}} \quad (3)$$

On remarque qu'on tire à partir des relations (1) et (3) la relation universelle suivante:

$$t_i = \frac{Q_i}{N_{Pi} \times e_i} \quad (4)$$

7) Front de travail: c'est l'espace sous forme de volume, de surface ou de longueur dans lequel les équipes dotées en matériel et matériaux exercent leurs activités

la forme et l'étendue d'un front de travail dépendent de la nature de l'ouvrage et de la technologie adoptée pour sa réalisation.

8) Secteur de travail: on décompose le front de travail en plusieurs tronçons appelés secteurs de travail et notés  $S^1, S^2, \dots, S^{\lambda}, \dots, S^n$ .

En général les secteurs sont inégaux mais on recommande de diviser autant que possible le front de travail en "secteurs égaux".

Deux secteurs sont considérés égaux si l'écart entre les deux quantités de travaux n'excède pas plus ou moins quinze pour cent ( $\pm 15\%$ ).

## A/ METHODE SUCCESSIVE

Cette méthode consiste en ce qu'une équipe qui conserve sa dotation en effectif humain, matériel et matériaux attaque et réalise d'une manière successive les quantités de travaux du premier processus sur chaque secteur. Dès que cette équipe termine les travaux sur le dernier secteur, entre la deuxième équipe qui de la même manière attaque et réalise les travaux du 2<sup>ème</sup> processus sur chaque secteur et ainsi de suite jusqu'au dernier processus.

Les secteurs étant inégaux, en général, les modules de temps seront différents d'un secteur à un autre  $t_i^\lambda \neq t_i^{\lambda+1}$

Le cyclogramme sera donc composé de successions non rythmiques en général.

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

La durée de réalisation est la suivante :

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

$m$  : nombre de processus

$n$  : nombre de secteurs

Cas particulier :

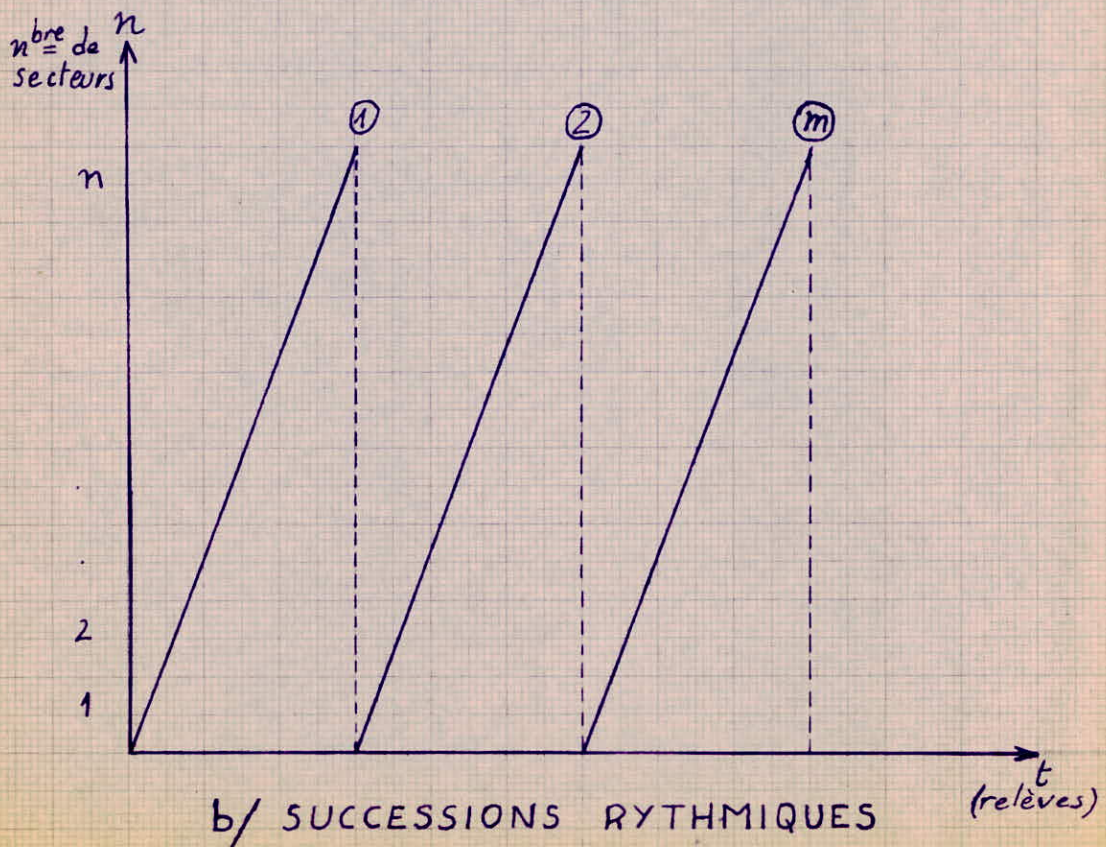
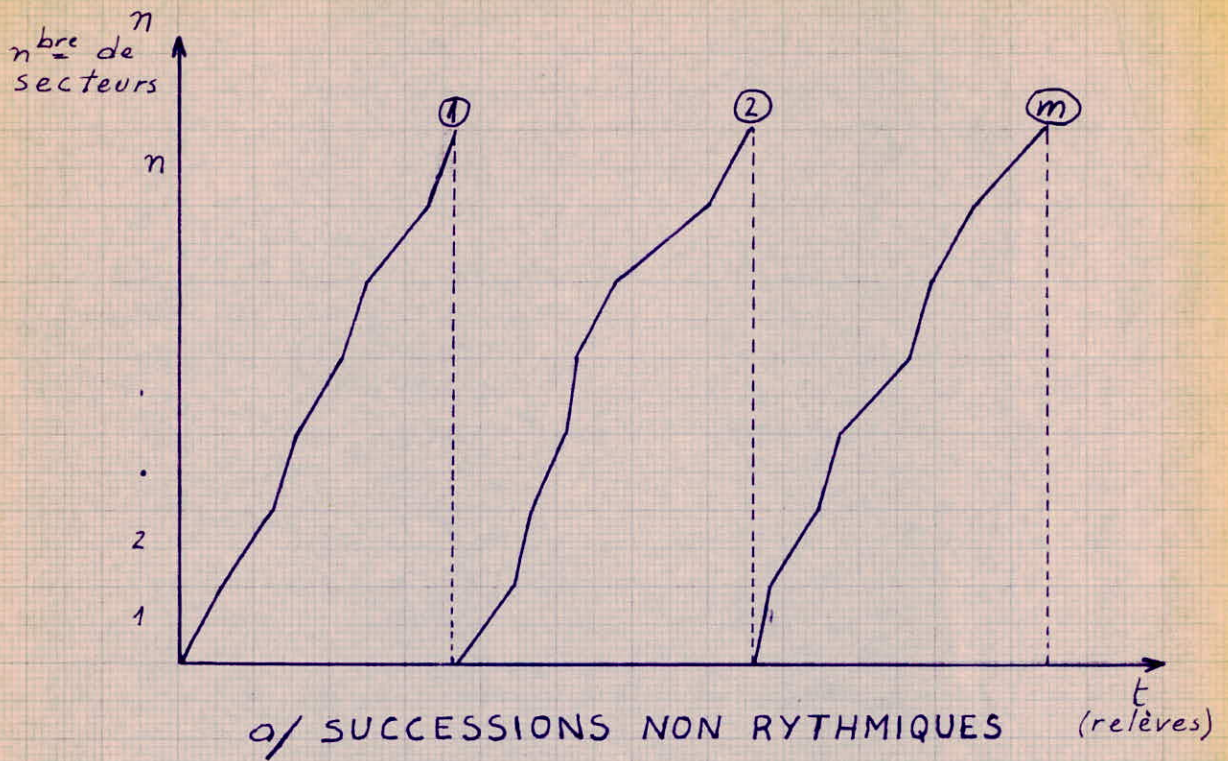
si les secteurs sont égaux, les modules de temps seront égaux  $\Rightarrow$

Les successions seront rythmiques

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

Cette méthode respecte le principe de continuité et de non chevauchement mais elle a une très grande durée de réalisation et comporte plusieurs temps morts.

# CYCLOGRAMME DE LA METHODE SUCCESSIVE





Une seule équipe travaille, ce qui entraîne un grand décalage entre les travaux de 2 processus successifs sur un même secteur. Cette méthode est rarement utilisée.

## B/ METHODE PARALLELE

Cette méthode consiste à exécuter simultanément sur les  $n$  secteurs, les travaux du premier processus avec  $n$  équipes différentes. En respectant la synchronisation  $n$  autres équipes réalisent les travaux du 2<sup>ème</sup> processus et ainsi de suite jusqu'au dernier processus.

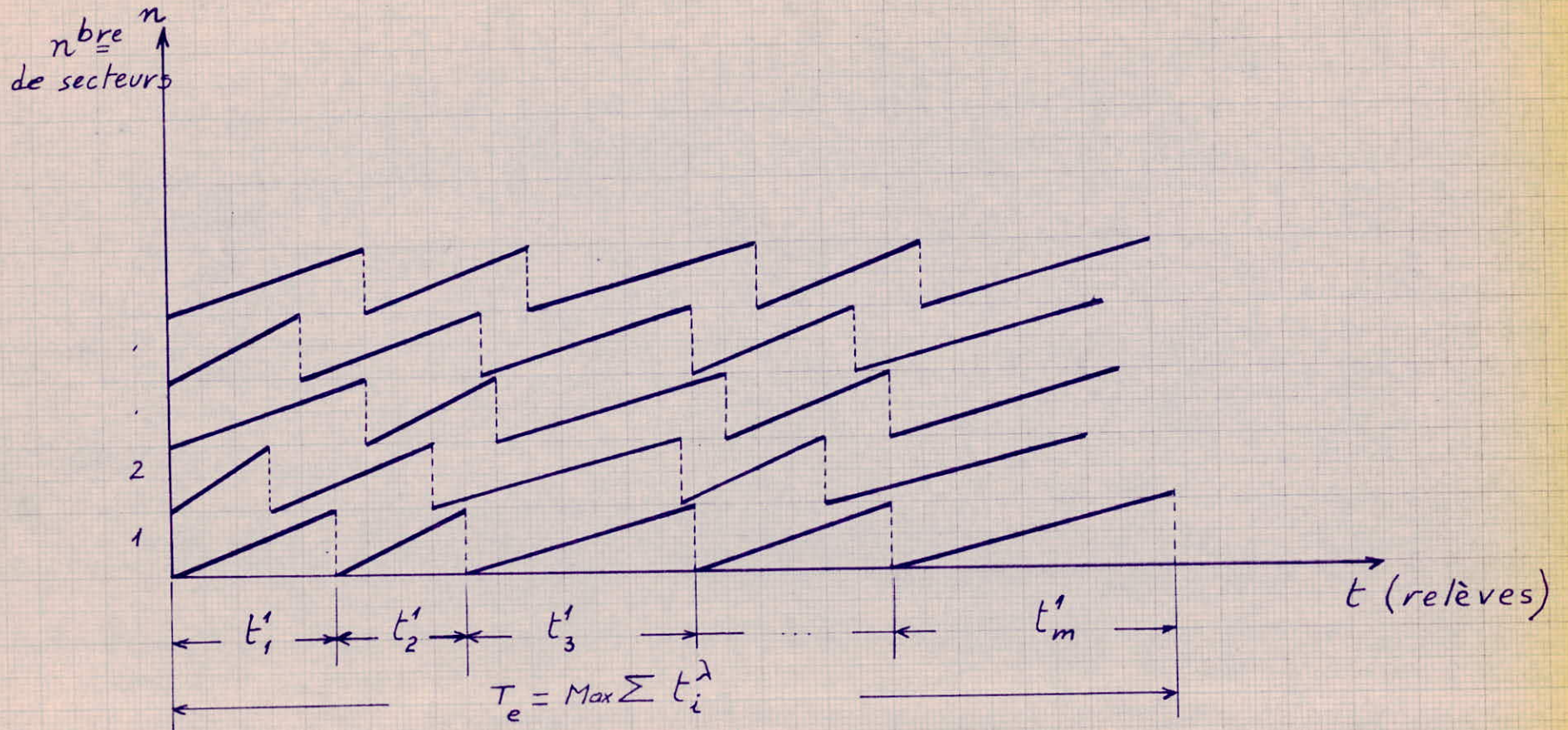
La durée de réalisation sera :

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

Le nombre d'équipes utilisées pour  $m$  processus, par cette méthode est égal à  $m \times n$ .

Cette méthode présente un grand inconvénient. Elle exige un très grand nombre d'équipes et un front de travail total. Ce grand afflux de ressources impose un coût onéreux. Cette méthode n'est utilisée que pour des travaux urgents (réparation d'une chaussée, accidents, incendies, etc...) car elle a une très courte durée d'exécution.

# CYCLOGRAMME DE LA METHODE PARALLELE



- 11 -

## C/ METHODE A LA CHAINE

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

Définition du pas: C'est la durée de temps entre les démarrages, sur le même secteur  $\lambda$  de 2 processus simples consécutifs  $i$  et  $i+1$ ; il est noté  $k_i^\lambda$ .

Si le pas est égal au module de temps ( $k_i^\lambda = t_i^\lambda$ ), il y a alors synchronisation entre le processus  $i$  et le processus  $i+1$  sur le secteur  $\lambda$ .

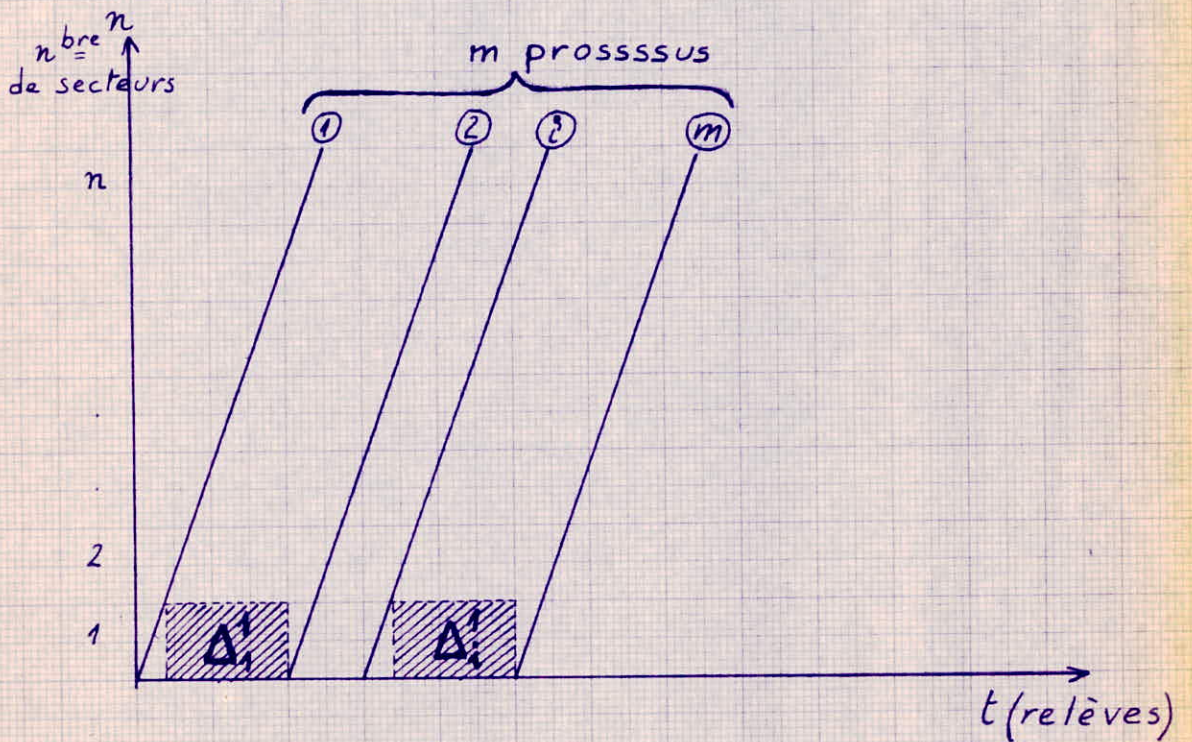
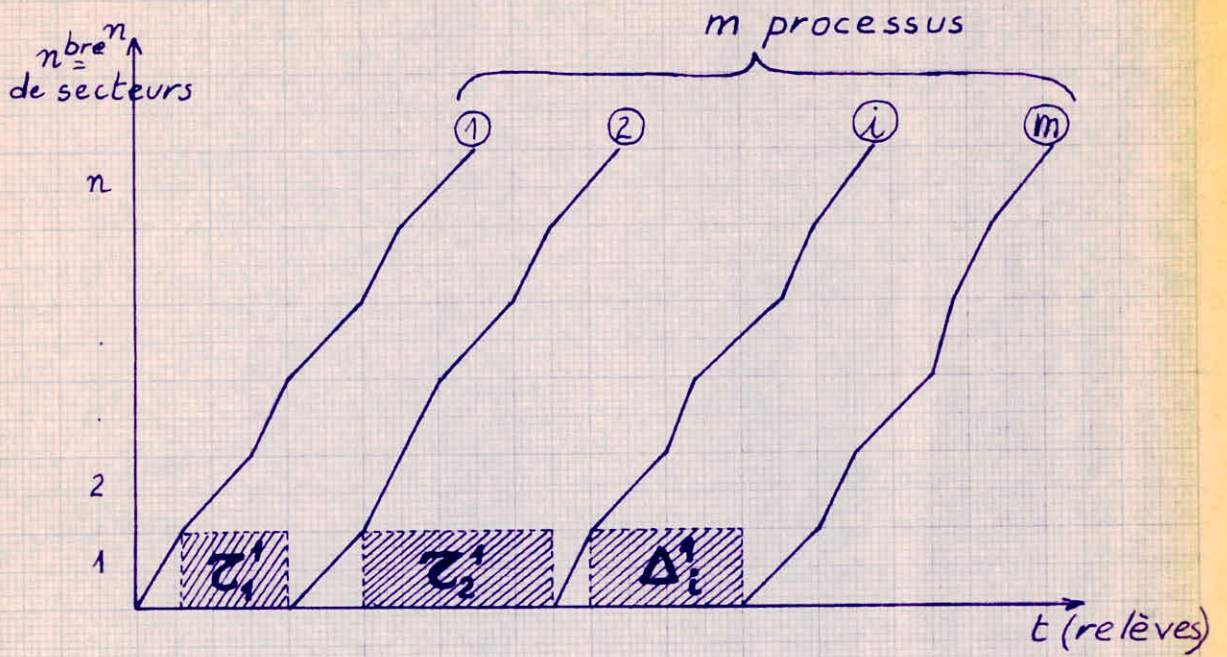
La synchronisation sur le secteur  $\lambda$  signifie que les travaux du processus  $i+1$  commencent immédiatement après la fin des travaux du processus  $i$  sur ce secteur.

Un procédé simple et qui ne nécessite aucun surplus de ressources, pour obtenir une méthode à la chaîne, consiste à décaler, à partir du cyclogramme de la méthode successive, un processus quelconque  $i+1$  vers le précédent jusqu'à ce qu'on ait synchronisation sur au moins un secteur tout en évitant le chevauchement. La durée d'exécution est obtenue à partir du cyclogramme:

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

$\tau_i^1$ : décalage organisationnel du processus  $i$  sur le secteur  $\lambda$   
 $\Delta_i^1$ : " " technologique " " " " " "

# CYCLOGRAMME DE LA METHODE A LA CHAINE



## CAS PARTICULIER : Méthodes en bandes ou en tapis

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

$$t_i^a = c^{ste} = t \Rightarrow \sum_{i=1}^{m-1} \tau_i^a = 0$$

d'où

$$T_e = (m+n-1).t + \sum_{i=1}^{m-1} \Delta_i^a$$

Le nombre d'équipes utilisées est égal à  $m$

Dans cette dernière méthode, il y a synchronisation sur tous les secteurs

\* Cette méthode présente des avantages certains :

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

## CHAPITRE II

### CHOIX DES PARAMETRES

A/ NOMBRE DE SECTEURS

B/ NOMBRE DE CYCLES / SECTEUR

C/ DUREES

D/ QUANTITES DE TRAVAUX / SECTEUR

Les travaux étant homogènes et s'étalant sur un front considérable, nous allons adopter pour l'étude de ce projet, compte tenu des divers avantages qu'elle offre, la méthode à la chaîne en bandes (ou en tapis).

## A/ NOMBRE DE SECTEURS

Nous avons 75 villas identiques de 2 logements chacune. On prend le nombre de secteurs  $n$  égal 75 ( $n=75$ ); un secteur étant égal à une villa. Nous aurons donc 75 secteurs égaux.

## B/ NOMBRE DE CYCLES / SECTEUR

Les cycles composants du projet sont :

- Décapage
- Implantation du chantier
- Terrassement en grande masse
- V.R.D
- Fouilles en puits
- Fouilles en rigole
- Béton
- Etançhèité ferrasse
- Maçonnerie
- Enduits et revêtements
- Menuiserie
- Plomberie sanitaire
- Electricité
- Peinture - Vitrierie

Les quatre premiers cycles ne sont pas "sectorisés": ce sont des processus qui ne sont pas propres à un secteur. Les dix autres sont sectorisés.

## C/ DUREES

La durée totale d'exécution de l'ouvrage est de 17 mois et demi, soit  $T_e = 17,5 \times 26^* = 455$  jours ouvrables (établie par contrat)

Le premier cycle sectorisé, à savoir les fouilles, ne commence qu'après trente jours environ de décapage d'implantation et de terrassement. D'autre part tous les processus non sectorisés s'achèvent avant le dernier cycle sectorisé qu'est la peinture et vitrerie.

En tenant compte de 10 jours de durcissement du béton avant le décoffrage (décalage technologique), la durée  $t$  de chaque processus sectorisé doit être telle que:

$$t_0 + (m+n-1) \cdot t + (\Delta - t) = T_e \quad \text{voir Graphe page 170}$$

$t_0$ : date du début du 1<sup>er</sup> cycle sectorisé  $t_0 = 30$  j

$m$ : nombre de cycles sectorisés  $m = 10$

$n$ : nombre de secteurs  $n = 75$

$\Delta$ : décalage technologique  $\Delta = 10$  j

$T_e$ : durée totale d'exécution  $T_e = 455$  j

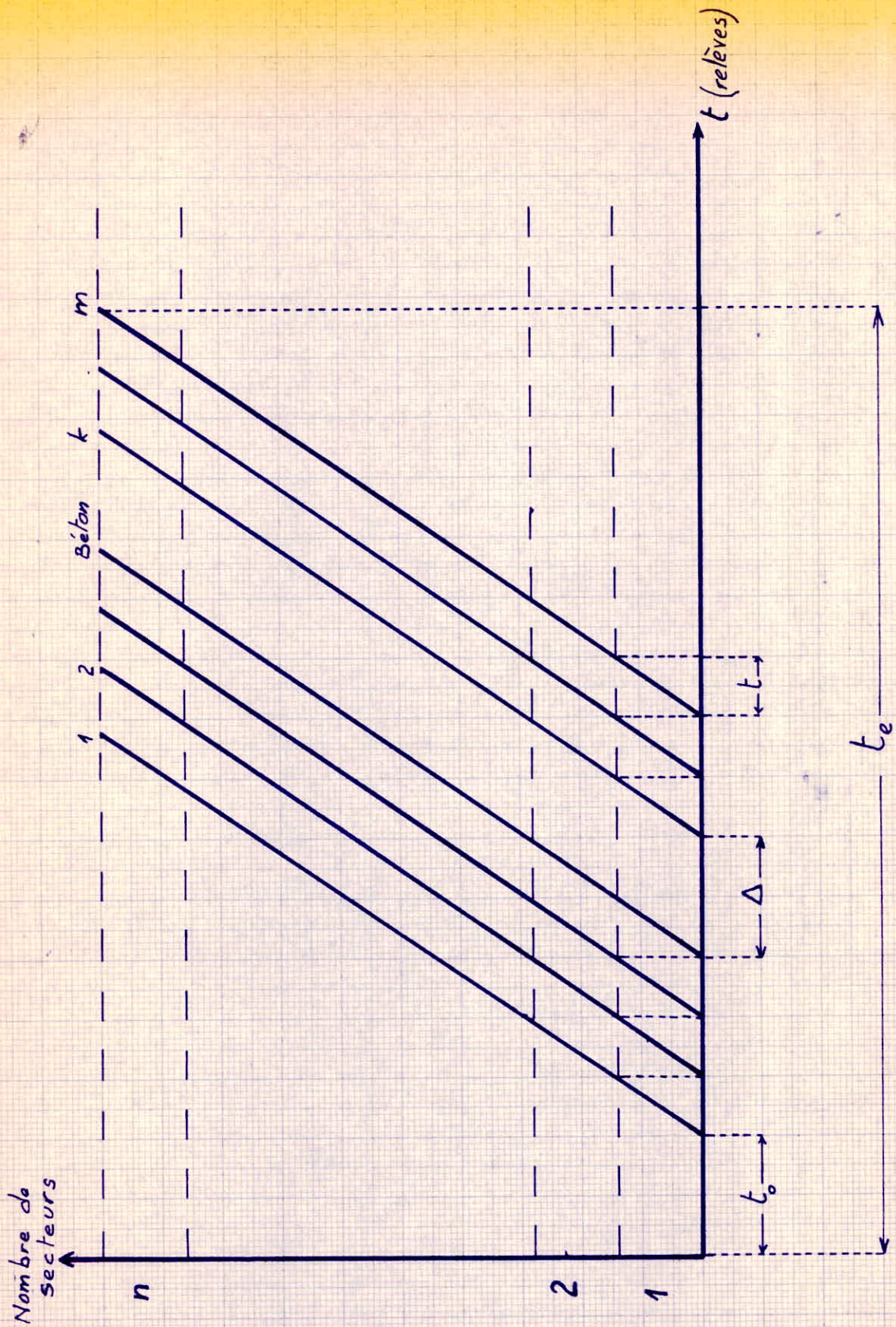
On a donc:

$$30 + 84t + 10 - t = 455 \Rightarrow 83t = 415$$

$$\text{d'où } t = \frac{415}{83} = \underline{\underline{5 \text{ j} = 40 \text{ heures}}}$$

\* Dans un mois, on a 26 jours ouvrables.





## D/ QUANTITES DE TRAVAUX / SECTEUR

Nous avons calculé les différentes quantités de travaux par secteur, nous les avons présentées sous forme de tableaux. Pour les processus non sectorisés il faut multiplier par 75 pour trouver la quantité totale.

Remarque : les quantités de travaux pour le V.R.D ne figurent pas sur le tableau récapitulatif.  
Le V.R.D sera traité à part.

- CALCUL DES QUANTITES DE TRAVAUX / SECTEUR

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	QUANTITE
01	<u>TERRASSEMENT EN GRANDE MASSE</u>		
	- Terrassement en grande masse	m <sup>3</sup>	480,00
	- Décapage des terres (épaisseur 20cm)	m <sup>2</sup>	480,00
	- Fouilles en puits	m <sup>3</sup>	26,00
	- Fouilles en rigole	m <sup>3</sup>	136,00
02	<u>BETON</u>		
	- Gros béton	m <sup>3</sup>	118,00
	- Béton pour fondation	m <sup>3</sup>	80,00
	- Coffrage pour béton en fondation	m <sup>2</sup>	60,00
	- Béton pour élévation	m <sup>3</sup>	24,00
	- Coffrage pour béton en élévation	m <sup>2</sup>	254,00
	- Acier	kg	3200,00
	- Hérisson en pierres sèches 20cm	m <sup>2</sup>	240,00
	- Dalle armée sur hérisson 10cm	m <sup>2</sup>	230,00
	- Plancher semi-préfabriqué 16x4 (y compris dalle de compression avec treillis soudé)	m <sup>2</sup>	210,00
	- Remblais des vides	m <sup>3</sup>	32,00
03	<u>ETANCHEITE TERRASSE</u>		
	- Relevé d'étanchéité pour terrasse	ml	70,00
	- Protection gravillon	m <sup>2</sup>	210,00
04	<u>MAÇONNERIE</u>		
	- Maçonnerie en parpaings de 20x20x40	m <sup>2</sup>	204,00
	- Maçonnerie en parpaings de 10x20x40	m <sup>2</sup>	204,00
	- Maçonnerie en briques creuses 9 trous	m <sup>2</sup>	134,00
	- Maçonnerie en briques creuses 3 trous	m <sup>2</sup>	204,00
05	<u>ENDUITS ET REVETEMENTS</u>		
	- Enduit extérieur au mortier de ciment	m <sup>2</sup>	204,00
	- Enduit intérieur au mortier de ciment	"	476,00
	- Carreaux de ciment colorés	"	213,00
	- Faïences de 15x15	"	24,00
	- Plinthes vernisées de 7x20	ml	142,00
06	<u>MENUISERIE</u>		
	- Porte isoplane à 1 vantail 2,10x0,94	U	2
	- Porte isoplane à 1 vantail 2,10x0,84	U	6
	- Porte isoplane à 1 vantail 2,10x0,70	U	10
	- Fenêtres en bois à 2 vantaux 1,70x1,20	U	6
	- Vasistas en bois 55x65	U	2
	- Vasistas en bois 40x55	U	2

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	QUANTITE
07	<p align="center"><u>PLOMBERIE SANITAIRE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Canalisation en tube acier galvanisé  <div style="margin-left: 150px;"> <math>\phi 12/17</math>  <math>\phi 15/21</math> </div> </li> <li>- Lavabo 70x54 en porcelaine</li> <li>- W.C à la turque en porcelaine avec chasse d'eau en fonte</li> <li>- Receveur de douche 0,75x0,75 en porcelaine avec accessoires</li> <li>- Evier de cuisine avec égouttoir en porcelaine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ml</li> <li>ml</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>38,00</li> <li>60,00</li> <li>2</li> <li>2</li> <li>2</li> <li>2</li> </ul>
08	<p align="center"><u>ELECTRICITE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coffret de distribution</li> <li>- Réglette mono-fluo 1x40 W</li> <li>- Sortie de lustre 200 W</li> <li>- Hublot diffuseur</li> <li>- Hublot avec roche</li> <li>- Applique Lavabo</li> <li>- Boite de dérivation</li> <li>- Interrupteur</li> <li>- Prise de courant</li> <li>- Sonnette 6250 V, 10 A y compris poussoir</li> <li>- Raccordement canalisation électrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>U</li> <li>ml</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2</li> <li>2</li> <li>2</li> <li>12</li> <li>2</li> <li>2</li> <li>12</li> <li>20</li> <li>10</li> <li>2</li> <li>68,00</li> </ul>
09	<p align="center"><u>PEINTURE - VITRERIE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Badigeon à la chaux pour murs extérieurs</li> <li>- Badigeon blanc gélatineux intérieur</li> <li>- Peinture à l'huile laquée sur murs intérieurs</li> <li>- Peinture à l'huile sur boiserie</li> <li>- Verre demi-double</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>m<sup>2</sup></li> <li>m<sup>2</sup></li> <li>m<sup>2</sup></li> <li>m<sup>2</sup></li> <li>m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>210,00</li> <li>410,00</li> <li>92,00</li> <li>62,00</li> <li>13,40</li> </ul>

## CHAPITRE III

### CALCUL DE LA MAIN D'OEUVRE

A/ CYCLES NON SECTORISES

B/ CYCLES SECTORISES

C/ ACTIVITES AUXILIAIRES

## A/ CYCLES NON SECTORISES

Nous rappelons que les processus non sectorisés sont au nombre de 4 :

- Décapage
- Implantation du chantier
- Terrassement en grande masse
- V.R.D

L'implantation du chantier fera l'objet d'un chapitre à part.

### 1/ DECAPAGE

C'est l'opération qui consiste à racler la couche superficielle du terrain, sur une profondeur allant de 10 à 30 cm, afin de nettoyer l'assiette du terrain, de dégager les voies d'accès et les pistes provisoires du chantier.

Les terres provenant du décapage sont en général maintenues dans l'enceinte du chantier pour leur utilisation ultérieure dans les aménagements et espaces verts.

Cette opération se fait mécaniquement et l'engin qui s'y prête le mieux est le bulldozer dont la norme de production est fonction de sa puissance, de son âge, de la nature et de la topographie du terrain.

Notre terrain est moyen, de 2<sup>ème</sup> catégorie. La quantité totale est de  $480\text{m}^2 \times 75 = 36000\text{m}^2$ .

$$\underline{\underline{Q = 36000\text{m}^2}}$$

Le décapage se fera dans notre cas sur une épaisseur de 20cm. On prend un bulldozer 80 CP, 59 kW qui transporte la terre sur une distance de 100m. Sa norme de temps est  $N_t = 0,83h/100m^2$

La durée d'exécution de cette opération sera donnée par la formule universelle suivante:  $t = \frac{Q}{N_p \cdot e} = \frac{Q}{\frac{1}{N_t} \cdot e}$

$$t = \frac{36000}{\frac{100 \times 1}{0,83}} = 298,8h = \underline{\underline{37,5 \text{ jours}}}$$

L'effectif nécessaire pour cette opération est de 2 hommes:

- 1 conducteur et 1 aide.

## 2/ TERRASSEMENT EN GRANDE MASSE

C'est l'ensemble des mouvements de terres qu'il faut effectuer pour reproduire, sur le terrain, les plateformes données par les plans d'implantation.

Cette opération est également mécanique et le choix de l'engin dépend de la nature du sol et du volume du terrassement à exécuter. Nous aurons donc à employer une pelle de coupe  $1m^3$  dont la norme de temps est:

$N_t = 1,67h/100m^3$ . La quantité à exécuter est  $480m^3 \times 75 = 36000m^3$

$$\text{La durée sera: } t = \frac{Q}{\frac{1}{N_t} \times e} = \frac{36000}{\frac{100 \times 1}{1,67}} = 601,2h = \underline{\underline{75 \text{ jours}}}$$

L'effectif correspondant est de 2 hommes:

- 1 conducteur et son aide

### 3/ VOIERIES ET RESEAUX DIVERS (V.R.D)

Dans une ville neuve (ou village, le cas de notre projet) il est toujours possible de coordonner les diverses installations souterraines en plan, suivant des normes imposées par l'expérience, la sécurité ou l'hygiène, et aussi dans l'espace, pour en faciliter la visite, l'entretien ou la réparation.

Il y a également la coordination dans le temps, laquelle peut s'envisager sous l'aspect de la coordination entre eux des travaux de construction des réseaux souterrains.

#### a/ Exécution des tranchées

Le profil en long d'une fouille de tranchée pour canalisations est déterminé de manière à permettre la pose des éléments suivant les pentes prescrites au projet. On notera que le fil d'eau d'une canalisation est la génératrice intérieure la plus basse de celle-ci.

Les tranchées sont ouvertes par tronçon, leur fond est dressé de façon régulière et doit faire l'objet d'une vérification avant l'exécution de l'ouvrage.

#### b/ Épuisements

L'eau dans les fouilles peut provenir des eaux de ruissellement extérieures et de celles survenant par les parois et par le fond.

Les installations et le matériel affectés aux épuisements (pompes, moteurs, transformateurs, lignes de transport d'énergie)



doivent comprendre les engins de secours permettant de maintenir ces épaissements au niveau nécessaire à l'exécution continue des travaux et en tout état de cause, à la sécurité du chantier.

### c/ Pose des canalisations

La pose des canalisations, comme l'étalement et le blindage des fouilles, est d'une grande importance et on doit y apporter beaucoup de soins.

La canalisation des tuyaux de toute espèce doit se faire avec les plus grandes précautions. On doit examiner l'intérieur des tuyaux avant leur mise en place et les débarrasser éventuellement de tous les corps étrangers qui pourraient y avoir été introduits. L'entreprise a l'entière responsabilité de cette vérification.

Les tuyaux sont descendus soigneusement dans la tranchée et présentés bien dans le prolongement les uns des autres. Ils doivent être posés en files bien alignés et avec une pente bien régulière entre deux regards consécutifs. Les pentes du projet doivent être scrupuleusement respectées, avec cependant une tolérance de  $1/20$  en plus ou moins à l'exécution.

Le réglage de la canalisation doit s'effectuer au moyen d'opérations topographiques définissant des points entre lesquels il fait usage de nivelettes. Le réglage au niveau du maçon est formellement interdit. Les tuyaux sont posés sur un lit de sable de 0,15 m d'épaisseur, soigneusement dressé et damé. Les changements de direction

de pente, de diamètre et tout raccordement d'un égout secondaire sur un égout principal, s'effectuent dans des regards qui sont distants au plus de 50 m.

#### d/ Les épreuves de canalisations

Le chef de chantier doit procéder à des essais d'étanchéité des canalisations sur place.

Pour permettre ces essais, la surveillance des chantiers doit être organisée dès que les sections sont en état. Tout retard peut avoir des conséquences sur la tenue des tranchées ou l'organisation du chantier.

Un essai en tranchée est effectué à l'eau. Il sera réalisé par tronçons allant d'un regard au regard suivant.

Le regard amont est rempli d'eau, aucune fuite ne doit se produire dans la canalisation ni dans les joints.

L'essai sera satisfaisant si l'abaissement du niveau d'eau constaté dans la cheminée des regards 10 heures après le commencement de l'essai est inférieur à 5 cm.

#### e/ REmblaiement des tranchées et compactage

Au fond de la tranchée et jusqu'à 20 cm au dessus des tuyaux, les remblais seront exécutés en matériaux pulvérulents. Ils seront constitués soit de déblais en réemploi, soit de matériaux d'apport dont la qualité doit être agréée. S'il s'agit de déblais en réemploi, ceux-ci doivent être expurgés de tous éléments susceptibles de porter atteinte aux conduites.

Ces remblais devront être énergiquement compactés à la main, après avoir été humidifiés à la teneur en eau optimale, par couches de 20 cm de façon à assurer un bourrage complet entre le fond de la fouille, ses parois et le tuyau.

Le compactage d'un sol utilisé comme remblai de tranchée est d'une grande importance. Bien que l'entreprise soit tenue d'assurer convenablement et de manière soutenue, l'exécution et l'entretien des travaux provisoires de chaussées, trottoirs et accotements, elle doit réaliser au moment du remblaiement un compactage tel qu'il n'y ait pas de dépressions profondes à l'aplomb de la tranchée pendant les jours qui suivent.

Dans la partie supérieure de la tranchée il y aura des déblais sableux. La compacité des remblais doit atteindre 90%.

Les méthodes utilisées pour le compactage du sable et du gravier sont :

- la vibration
- l'arrosage
- le roulage.

On se sert de ces trois méthodes concurremment.

# CALCUL DES QUANTITES DE TRAVAUX

## 1/ Réseaux d'eau potable

Désignations	diametre (mm)	unité	Quantité
tubes acier galvanisé	102/112	ml	320
"	26/34	ml	1050
"	40/49	ml	260
"	50/60	ml	250
"	33/42	ml	410
"	80/90	ml	200
Tubes en fer noir	100	ml	1328

## 2/ Réseaux des eaux usées

Désignations	diamètre (mm)	unité	Quantité
buses en amiante ciment	1000	ml	340
"	700	ml	75
"	600	ml	150
"	500	ml	65
"	400	ml	250
"	300	ml	150
"	250	ml	235
"	200	ml	450
"	150	ml	1000

3/ Voieries

Désignations	unité	Quantité
- Chaussées et parkings	m <sup>2</sup>	9500
- Trottoirs	m <sup>2</sup>	3000
- Espaces verts	m <sup>2</sup>	5000

Normes de temps et de production pour le V.R.D

\* Norme de temps pour 1 m<sup>2</sup> de trottoirs

$$N_t = 0,56 \text{ h.H/m}^2$$

\* Norme de temps pour 1 m<sup>2</sup> de routes ou parkings

$$N_t = 0,884 \text{ h.H/m}^2$$

\* Norme de temps pour 1 ml de conduite

$$N_t = 2,40 \text{ h.H/m}^2 \text{ y compris le ramblayage et le compactage.}$$

On utilisera 1 bull de 65 CP et des dames manuelles. Pour la pose des buses on employera une autogrue de 5 tonnes qui mobilisera 2 hommes: un conducteur et son aide.

Pour l'exécution des tranchées, il y aura un excavateur ETU 353, 75 CP. Sa norme de production est de 40 m<sup>3</sup>/h.

On mettra un conducteur et son aide.

En ce qui concerne les routes, parkings et trottoirs, il y aura comme engins: - 1 Auto grader (nivelleuse) 100 CP  
- 1 Rouleau compacteur 10T  
- 1 plaque vibrante de 0,9 kW

On prendra une équipe de 6 hommes pour l'utilisation de ce matériel.

## DETERMINATION DE L'EFFECTIF

### a) CALCUL DES VOLUMES DE TRAVAIL

$$Q_{\text{TOTALE}} = 6523 \text{ m}^3 \quad (\text{eau potable et eaux usées tous les diamètres})$$

$$V_T = 6523 \times 2,4 = 15625,2 \text{ h.H}$$

$$Q_{\text{TOTALE}} = 9500 \text{ m}^2 \quad (\text{Routes et parkings})$$

$$V_T = 0,884 \times 9500 = 8398 \text{ h.H}$$

$$Q = 3000 \text{ m}^2 \quad (\text{trottoirs})$$

$$V_T = 3000 \times 0,56 = 1680 \text{ h.H}$$

Le volume de travail total pour le V.R.D est:

$$V_T = 15625,2 + 8398 + 1680 = \underline{\underline{25703,2 \text{ h.H}}}$$

La durée totale d'exécution étant de 370 j soit 2960 heures, l'effectif nécessaire sera:

$$e = \frac{25703,2}{2960} = 8,7 \approx 9 \text{ hommes}$$

Dans cette équipe de 9 hommes, il y aura:

- 1 chef d'équipe
- 4 Qualifiés
- 4 Manoeuvres

Donc pour le V.R.D, on mobilisera en total 21 hommes

## B/ CYCLES SECTORISES

Nous avons 10 processus sectorisés

### 1/ FOUILLES en PUIITS

La profondeur moyenne étant de 1m, le sol étant moyen l'exécution de ces fouilles sera manuelle. la quantité par secteur est  $Q = 26 \text{ m}^3$ . la norme de temps pour un terrassier est  $N_t = 5,5 \text{ h H/m}^3$  y compris le jet de la terre par les ouvriers dans un basculant. L'effectif nécessaire e sera

tel que :  $t = \frac{Q}{\frac{1}{N_t} \times e}$  où t est le module de temps  
 $t = 5j = 40 \text{ h}$

$$\text{d'où } e = \frac{Q \cdot N_t}{t} \quad e = \frac{26 \times 5,5}{40} = 3,6 \text{ H} \approx 4 \text{ terrassiers}$$

effectif e = 4 terrassiers

### 2/ FOUILLES en RIGOLE

Pour les mêmes raisons, l'exécution sera manuelle. la norme de temps pour un terrassier est  $N_t = 1,75 \text{ h H/m}^3$  y compris le jet des terres dans un basculant. la quantité par secteur

$$\text{est } Q = 136 \text{ m}^3. \quad e = \frac{Q \cdot N_t}{t} \quad e = \frac{136 \times 1,75}{40} = 5,95 \text{ H}$$

l'effectif e sera de 6 terrassiers

### 3/ CYCLE DU BETON

ce cycle est complexe, il comporte :

- Gros béton
- Béton en fondation
- Béton en élévation
- Hérisson en pierres sèches (0,20m)

- Dalle armée (0,10 m)
- Plancher (0,20 m)
- Coffrage fondation
- Coffrage élévation
- Montage de l'armature
- Remblai des vides



## TECHNOLOGIE DU COFFRAGE

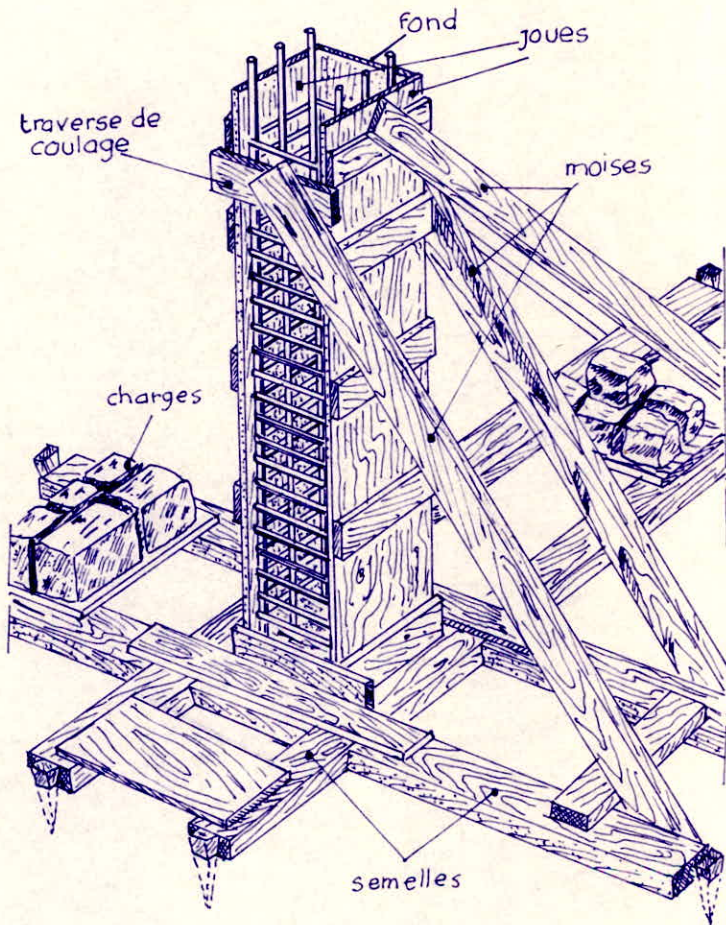
La fonction du coffrage est de contenir le béton pendant le coulage, d'assurer sa protection durant la période de prise et de durcissement, de le dimensionner à la cote voulue et de lui donner l'apparence désirée. Il joue donc un rôle prépondérant dans la technique de réalisation des ouvrages en béton. De plus son incidence financière est très importante puisqu'il représente 10 à 20% du montant global d'une construction.

### Production du coffrage en bois :

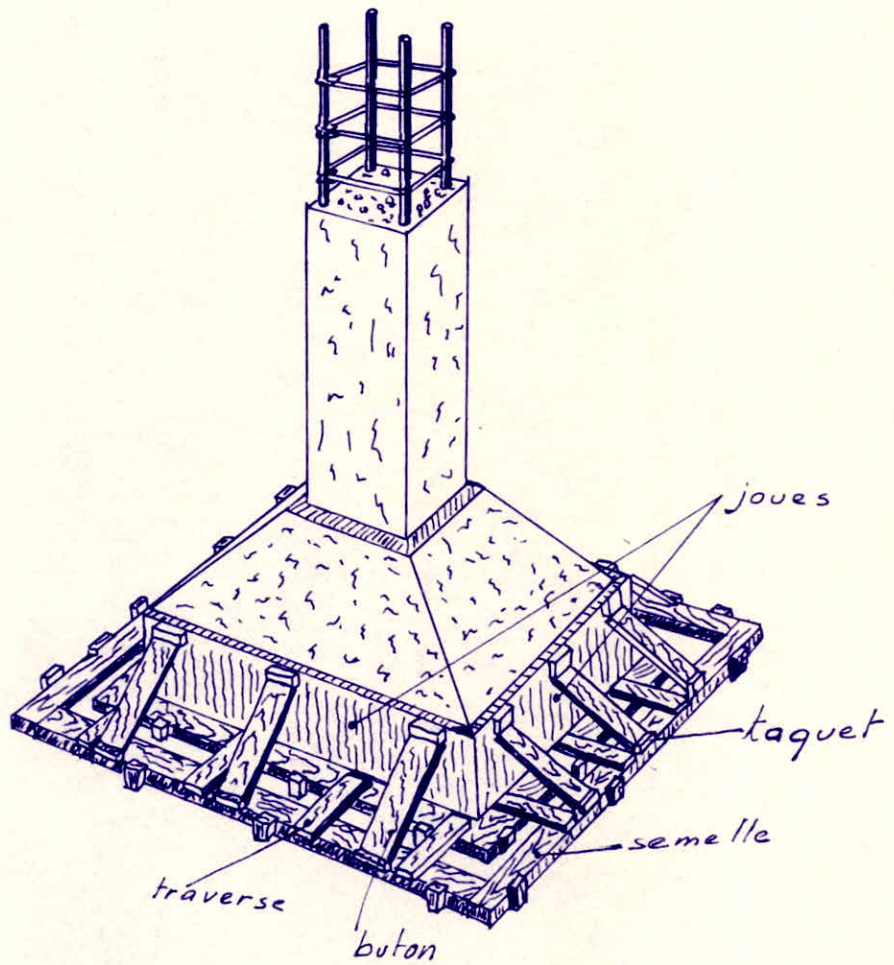
Le coffrage en bois se présente sous plusieurs formes :

- madriers
- chevrons
- planches
- panneaux
- feuilles de contreplaqué

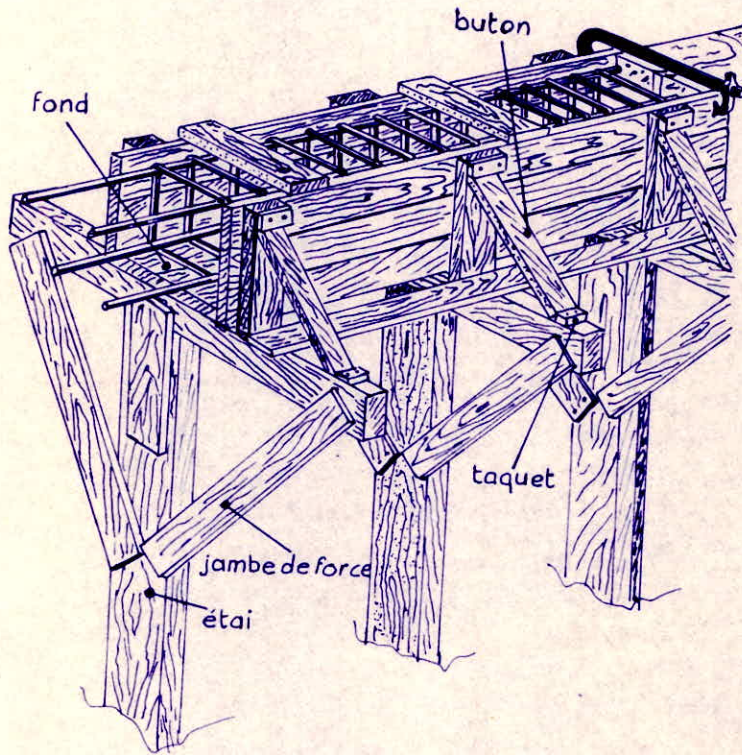
Les coffrages ne doivent pas buter sur les échafaudages mais prendre appui sur les parties inférieures de béton déjà exécutées et être, si possible, entretoisés à leur partie supérieure. Les panneaux et les planches doivent être suffisamment rigides. Leur assemblage doit être simple et robuste, et permettre leur réglage en position.



Coffrage d'un poteau.



Coffrage d'une semelle pour poteau isolé



Coffrage d'une poutre

## TECHNOLOGIE DU BETON

Le dosage est le poids du liant employé pour réaliser  $1\text{ m}^3$  de béton.

Le dosage est fonction de la résistance désirée. Le béton est issu d'un mélange de sables, de graviers, de liants et d'eau. Les ciments CP ou CPA sont les plus courants.

### \* Béton maigre :

C'est un béton dosé à 150 ou 200 kg environ de ciment par mètre cube mis en oeuvre. Il est de faible résistance et est employé pour réaliser des aires propres sous les fondations ou pour le remplissage.

### \* Béton armé :

Il est réalisé avec des mélanges contenant 300 à 400 kg de ciment par mètre cube. Cet important dosage est destiné à offrir des garanties de résistance appropriée et à présenter une protection efficace de l'armature.

La composition et le dosage du béton armé doivent être soigneusement étudiés. Sa préparation et sa mise en oeuvre doivent être surveillées de près.

Outre le dosage en ciment, la composition d'un mètre cube de béton est d'environ :

- $0,80\text{ m}^3$  de graviers
- $0,40\text{ m}^3$  de sable
- 150 à 200 litres d'eau.

### \* Préparation du béton

Suivant la quantité de béton demandée horairement, On peut utiliser :

- Des bétonnières simples à tambour fixe ou basculant dont la production horaire est inférieure à  $5\text{m}^3$
- Des mini-centrales dont la production horaire est comprise entre  $5$  et  $15\text{m}^3$ .
- Des centrales à béton : la production horaire peut atteindre  $150\text{m}^3$ .

Pour les centrales et les mini-centrales, le dosage du béton s'effectue automatiquement. Le principe de fonctionnement comporte les temps suivants :

- Chargement - dosage
- Malaxage
- Déchargement.

Afin d'éviter tout déficit de résistance, le dosage doit être scrupuleusement respecté car il influe directement sur le comportement ultérieur des structures. Il faut donc laver soigneusement les agrégats afin d'éliminer les impuretés qui risqueraient de diminuer la résistance du béton.

Dans toute préparation, des échantillons seront prélevés pour procéder à des essais en laboratoire de 3, 7, 14, 21, 28 jours.

### \* Mise en oeuvre

Le mode de transport du béton jusqu'au point de coulage dépend de la distance par rapport à la position sur le chantier de la centrale de production du béton (ou bétonnière, ...). La distance sera telle que pendant le transport le béton ne fait pas prise. Suivant la disponibilité en espace on essaiera de positionner la centrale à béton dans un rayon équidistant des ouvrages à exécuter afin de minimiser la durée de transport. Dans certains cas, on placera la centrale de production dans le champ d'action de la grue, ainsi on aura éliminé la fonction transport. Le cas échéant, on utilisera soit:

- camions malaxeurs pour des distances supérieures à 2 Km.

- Dumpers pour des distances inférieures à 2 Km.

Les camions malaxeurs sont équipés d'un système qui garde le béton en agitation pendant le transport.

Les grues permettent le transport du béton jusqu'à pied-d'oeuvre dans des bennes dont la capacité varie entre 500 et 1000 litres.

Avant de couler le béton il est nécessaire de faire une vérification à savoir:

- Vérifier la propreté du coffrage et le nettoyer par un jet d'air comprimé ou eau sous pression.

- S'assurer que la position des aciers correspond aux plans
- Respecter les conditions d'enrobage.

Dans la mise en œuvre du béton, il faut veiller à lui conférer les caractéristiques techniques exigées:

- Diminuer le pourcentage des vides dans le béton
- Assurer une bonne adhérence aux aciers.
- Augmenter son indice d'imperméabilité.

La technique la plus utilisée pour le compactage du béton est la vibration. Sur les chantiers les systèmes courants sont:

- a/ la pervibration par aiguilles
- b/ la vibration des coffrage (plus fréquente sur coffrage métallique).

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



## DECOFFRAGE

Compte tenu des contraintes auxquelles elle sera soumise sous son poids propre et les surcharges accidentelles (les surcharges d'exploitation étant exclues), chaque partie de l'ouvrage doit attendre un certain délai allant de 24 heures à plusieurs jours, avant de procéder au décoffrage.

L'effet de la température est important : en chauffant le béton (chauffage électrique, exposition à un courant d'air saturé ou aux rayons infra-rouges, ...), on peut réduire considérablement les délais d'attente.

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

a/ Le gros béton

La quantité de gros béton à couler est  $Q = 118 \text{ m}^3$  par secteur. la norme de temps pour  $1 \text{ m}^3$  est :

- bétonnistes:  $N_t = 3,3 \text{ hH}/\text{m}^3$

- M.O (manoeuvres):  $N_t = 0,8 \text{ hH}/\text{m}^3$

Les volumes de travail sont :

- bétonnistes :  $V_T = 3,3 \times 118 = 389,4 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 0,8 \times 118 = 94,4 \text{ h.H}$

b/ Béton pour fondation:

$Q = 80 \text{ m}^3$  par secteur. la norme de temps est :

- bétonnistes:  $N_t = 1,1 \text{ hH}/\text{m}^3$

- charpentiers:  $N_t = 0,25 \text{ h.H}/\text{m}^3$

- M.O :  $N_t = 2,7 \text{ hH}/\text{m}^3$

Les volumes de travail correspondants sont :

- bétonnistes :  $V_T = 1,1 \times 80 = 88 \text{ hH}$

- charpentiers :  $V_T = 0,25 \times 80 = 20 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 2,7 \times 80 = 216 \text{ hH}$

c) Béton en élévation:

$Q = 24 \text{ m}^3$  par secteur

La norme de temps est

- bétonnistes:  $N_t = 2,25 \text{ h.H}/\text{m}^3$

- charpentiers:  $N_t = 0,25 \text{ h.H}/\text{m}^3$

- M.O :  $N_t = 2,7 \text{ h.H}/\text{m}^3$

Les volumes de travail sont:

- bétonnistes :  $V_T = 2,25 \times 24 = 54 \text{ h.H}$

- charpentiers :  $V_T = 0,25 \times 24 = 6 \text{ h.H}$
- M.O :  $V_T = 2,7 \times 24 = 64,8 \text{ h.H}$

d/ Hérisson en pierres (0,20m):

$$Q = 240 \text{ m}^2 \times 0,2 = 48 \text{ m}^3 \text{ par secteur}$$

La norme de temps pour  $1 \text{ m}^3$  est:

- bétonnistes :  $N_t = 0,75 \text{ h.H/m}^3$
- charpentiers :  $N_t = 0,25 \text{ h.H/m}^3$
- M.O :  $N_t = 2,7 \text{ h.H/m}^3$

Les volumes de travail sont :

- bétonnistes :  $V_T = 48 \times 0,75 = 36 \text{ h.H}$
- charpentiers :  $V_T = 48 \times 0,25 = 12 \text{ h.H}$
- M.O :  $V_T = 48 \times 2,7 = 129,6 \text{ h.H}$

e/ Dalle armée (0,10m):

$$Q = 230 \text{ m}^2 \times 0,10 = 23 \text{ m}^3 \text{ par secteur}$$

La norme de temps pour un mètre cube est

- Bétonnistes :  $N_t = 1,55 \text{ h.H/m}^3$
- Charpentiers :  $N_t = 0,25 \text{ h.H/m}^3$
- Ferrailleurs :  $N_t = 0,25 \text{ h.H/m}^3$
- M.O :  $N_t = 2,6 \text{ h.H/m}^3$

Les volumes de travail correspondants sont:

- Bétonnistes :  $V_T = 23 \times 1,55 = 35,65 \text{ h.H}$
- charpentiers :  $V_T = 23 \times 0,25 = 5,75 \text{ h.H}$
- Ferrailleurs :  $V_T = 23 \times 0,25 = 5,75 \text{ h.H}$
- M.O :  $V_T = 23 \times 2,6 = 59,8 \text{ h.H}$

f/ Plancher (0,20cm)

$$Q = 210 \text{ m}^2 \times 0,2 = 42 \text{ m}^3 \text{ par secteur}$$

La norme de temps est :

- bétonnistes :  $N_t = 2,55 \text{ h.H/m}^3$
- charpentiers :  $N_t = 0,25 \text{ h.H/m}^3$
- ferrailleurs :  $N_t = 0,25 \text{ h.H/m}^3$
- M.O :  $N_t = 2,6 \text{ h.H/m}^3$

Les volumes de travail sont :

- bétonnistes :  $V_T = 42 \times 2,55 = 107,1 \text{ h.H}$
- charpentiers :  $V_T = 42 \times 0,25 = 10,5 \text{ h.H}$
- Ferrailleurs :  $V_T = 42 \times 0,25 = 10,5 \text{ h.H}$
- M.O :  $V_T = 42 \times 2,6 = 109,2 \text{ h.H}$

g/ Coffrage fondation :

$$Q = 60 \text{ m}^2 \text{ par secteur.}$$

La norme de temps suivante tient compte du coffrage, du décoffrage, du nettoyage et du transport.

- charpentiers :  $N_t = 1 \text{ h.H/m}^2$
- M.O :  $N_t = 0,14 \text{ h.H/m}^2$

Les volumes de travail sont :

- charpentiers :  $V_T = 60 \times 1 = 60 \text{ h.H}$
- M.O :  $V_T = 60 \times 0,14 = 8,4 \text{ h.H}$

h/ Coffrage en élévation :

$$Q = 254 \text{ m}^2 \text{ par secteur}$$

La norme de temps tient compte du coffrage, du décoffrage, du nettoyage et du transport.

- charpentiers :  $N_t = 0,69 \text{ h.H/m}^2$

- M.O :  $N_t = 0,14 \text{ h.H/m}^2$

Les volumes de travail sont :

- charpentiers :  $V_T = 254 \times 0,69 = 175,26 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 254 \times 0,14 = 35,56 \text{ h.H}$

i) Montage de l'armature :

$Q = 3200 \text{ kg}$  par secteur

La norme de temps pour 1 kg est :

- Ferrailleurs :  $N_t = 0,052 \text{ h.H/kg}$

- M.O :  $N_t = 0,003 \text{ h.H/kg}$

Les volumes de travail sont :

- Ferrailleurs :  $V_T = 0,052 \times 3200 = 166,4 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 0,003 \times 3200 = 9,6 \text{ h.H}$

j) Remblai des vides :

Après 10 jours de durcissement du béton, on décoffre et on fait le remblai des vides. l'exécution est manuelle.

$Q = 32 \text{ m}^3$  par secteur.

La norme de temps tient compte du damage par couches de 20 cm.

Manoeuvres :  $N_t = 0,67 \text{ h.H/m}^3$

Le volume de travail est :  $V_T = 0,67 \times 32 = 21,44 \text{ h.H}$ .

## DETERMINATION DES VOLUMES DE TRAVAIL en h.H CYCLE DU BETON

	charpentiers	betonnistes	Ferrailleurs	M. O
Gros béton	—	389,4	—	94,4
Béton fondation	20	88	—	216
Béton élévation	6	54	—	64,8
Hérisson en pierres	12	36	—	129,6
dalle armée	5,75	35,65	5,75	59,8
Plancher	10,5	107,1	10,5	109,2
coffrage fondation	60	—	—	8,4
coffrage élévation	175,26	—	—	35,56
montage de l'armature	—	—	166,4	9,6
remblai des vides	—	—	—	21,44
<b>TOTAL</b>	<b>289,51 h.H</b>	<b>710,15 h.H</b>	<b>182,65 h.H</b>	<b>748,8 h.H</b>

### FORMATION DE L'EQUIPE DE BETON

Le module de temps pour un secteur est de 5 jours soit 40 heures. L'équipe de béton sera la suivante:

- bétonnistes :  $\frac{710,15}{40} = 17,8 \approx 18$  hommes

- Charpentiers :  $\frac{289,51}{40} = 7,2 \approx 7$  hommes

- Ferrailleurs :  $\frac{182,65}{40} = 4,6 \approx 5$  hommes

- Manoeuvres :  $\frac{748,8}{40} = 18,7 \approx 19$  hommes

L'équipe sera donc composée de 49 hommes.

#### 4/ CYCLE DE L'ÉTANCHEITE TERRASSE

Ce cycle est composé :

- Étanchéité et protection en gravillons
- Relevé d'étanchéité

##### a/ Étanchéité et protection en gravillons :

La quantité par secteur est  $Q = 210 \text{ m}^2$ .

La norme de temps pour  $1 \text{ m}^2$  est décomposée comme suit :

- \* amorçage : isolateurs hydrofuges :  $0,05 \text{ h.H/m}^2$
- \* 2 couches de tissus bitumés : isolateurs hydrofuges :  $0,26 \text{ h.H/m}^2$
- \* carton bitumé :  $0,20 \text{ h.H/m}^2$  (isolateurs hydrofuges)
- \* Protection gravillon : - isolateurs hydrofuges :  $0,60 \text{ h.H/m}^2$   
- M.O :  $0,12 \text{ h.H/m}^2$

La norme de temps sera donc :

- isolateurs hydrofuges :  $N_t = 1,11 \text{ h.H/m}^2$

- M.O :  $N_t = 0,12 \text{ h.H/m}^2$

Les volumes de travail correspondants sont :

- isolateurs hydrofuges :  $V_T = 210 \times 1,11 = 233,1 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 210 \times 0,12 = 25,2 \text{ h.H}$

##### b/ Relevé d'étanchéité :

$Q = 70 \text{ ml}$  par secteur

Norme de temps :  $N_t = 1 \text{ h.H/ml}$  pour isolateurs hydrofuges

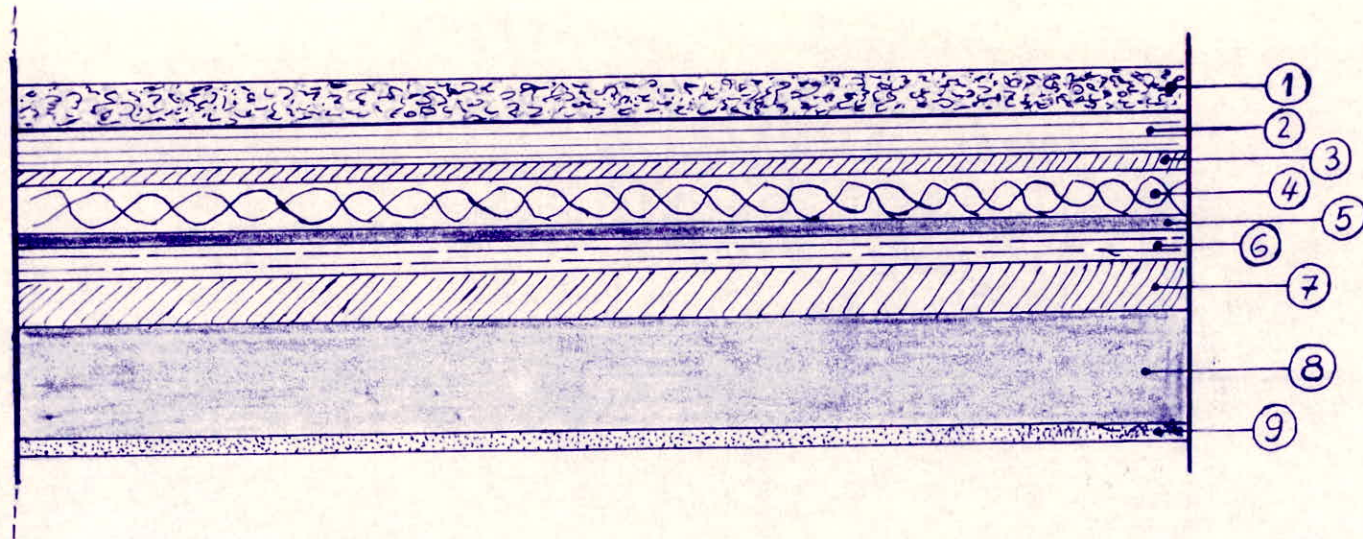
Le volume de travail est :  $V_T = 70 \times 1 = 70 \text{ h.H}$

Le volume de travail total pour l'étanchéité terrasse

sera donc : - isolateurs hydrofuges :  $V_T = 233,1 + 70 = 303,1 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 25,2 \text{ h.H}$

# COUPE D'UNE TERRASSE MULTICOUCHE NON ACCESSIBLE



## LEGENDE

- ① 5cm de gravier (couverture et protection)
- ② isolation hydrofuge: réalisée par 3 couches de carton asphalté et 4 couches de bitume
- ③ chape de protection de l'isolation thermique (1cm)
- ④ Isolation thermique (épaisseur suivant les régions)
- ⑤ Barrière en carton asphalté pour la vapeur
- ⑥ 2 cartons perforés pour diffuser les vapeurs
- ⑦ 6cm de béton de pente
- ⑧ Dalle en béton armé (13cm)
- ⑨ 2cm d'enduit, de plâtre



Le module de temps étant égal à 5 jours (40 heures)  
l'effectif sera :

- isolateurs hydrofuges :  $\frac{303,1}{40} = 7,6 \approx 7$

on prend 7 hommes en dépassant la norme de 8%

- M.O :  $\frac{25,2}{40} = 0,63 \approx 1$  homme.

L'équipe sera donc composée de 8 hommes

## 5/ CYCLE DE LA MAÇONNERIE

Dans les normes, on tient compte de la pose des cadres pour la menuiserie.

Le cycle de la maçonnerie comprend par secteur :

- 204 m<sup>2</sup> en parpaings 20x20x40

- 204 m<sup>2</sup> " " 10x20x40

- 134 m<sup>2</sup> en briques creuses 9 trous

- 204 m<sup>2</sup> en briques creuses 3 trous

### a/ Normes pour 1 m<sup>2</sup> de parpaings 20x20x40

\* Matériaux :

- parpaings : 12,5 pièces

- perte : 2%

- Mortier : 0,025 m<sup>3</sup>

\* Main d'oeuvre :

- Maçons : 0,75 h.H

- M.O : 0,75 h.H

b/ Normes pour 1m<sup>2</sup> de parpaings 10x20x40

\* Matériaux :

- Parpaings : 12,5 pièces
- Perte : 2%
- Mortier : 0,018 m<sup>3</sup>

\* Main d'oeuvre :

- Maçons : 0,55 h.H
- M.O : 0,55 h.H

c/ Normes pour 1m<sup>2</sup> de briques creuses 9 trous

\* Matériaux :

- briques : 39 pièces
- Perte : 2%
- Mortier : 0,022 m<sup>3</sup>

\* Main d'oeuvre :

- Maçons :  $\frac{2}{3}$  h.H
- M.O : 0,5 h.H

d/ Normes pour 1m<sup>2</sup> de briques creuses 3 trous

\* Matériaux :

- briques : 39 pièces
- Perte : 2%
- Mortier : 0,009 m<sup>3</sup>

\* Main d'oeuvre

- Maçons : 0,6 h.H
- M.O : 0,3 h.H

CALCUL DES VOLUMES DE TRAVAIL

a/ Parpaings 20x20x40

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

- Maçons :  $V_T = 0,75 \times 204 = 153 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 0,75 \times 204 = 153 \text{ h.H}$

b/ Parpaings 10x20x40

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

- Maçons :  $V_T = 204 \times 0,55 = 112,2 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 204 \times 0,55 = 112,2 \text{ h.H}$

c/ Briques creuses 9 trous

$Q = 134 \text{ m}^2$  par secteur

- Maçons :  $V_T = \frac{2}{3} \times 134 = 89,33 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 0,5 \times 134 = 67 \text{ h.H}$

d/ Briques creuses 3 trous

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

- Maçons :  $V_T = 0,6 \times 204 = 122,4 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 0,3 \times 204 = 61,2 \text{ h.H}$

	Maçons	Manoeuvres
Parpaings 20x20x40	153 h.H	153 h.H
Parpaings 10x20x40	112,2 h.H	112,2 h.H
Briques creuses 9 trous	89,33 h.H	67 h.H
Briques creuses 3 trous	122,4 h.H	61,2 h.H
<b>TOTAL</b>	<b>476,93 h.H</b>	<b>393,4 h.H</b>

## FORMATION DE L'EQUIPE

Le module de temps étant de 5 jours (40 heures), l'effectif sera :

- Maçons :  $\frac{476,93}{40} = 11,9 \approx 12$  hommes

- M.O :  $\frac{393,4}{40} = 9,8 \approx 10$  hommes

L'équipe de la maçonnerie sera composée de 22 hommes

## 6/ CYCLE DES ENDUITS ET REVETEMENTS

### Revêtement des murs :

Les enduits extérieurs seront en mortier de ciment dosé à 500 kg CPA 325.

Les enduits intérieurs et les plafonds seront également en mortier de ciment.

### Revêtement des sols :

Il sera en carreaux de ciment coloré. Une bordure sera exécutée sur tous les périmètres des revêtements carrelage et Gerflex. Les plinthes seront en terre cuite vernissée de 7 x 20.

Les toilettes, W/C, douches recevront un placage en faïence blanche 15 x 15 sur une hauteur moyenne de 1,60 m.

Le cycle des enduits et revêtements est composé de :

- Enduits extérieurs au mortier de ciment
- Enduits intérieurs au mortier de ciment
- Carreaux de ciment coloré
- Faïences de 15x15
- Plinthes vernissées de 7x20

a/ Normes pour 1 m<sup>2</sup> d'enduit extérieur au mortier de ciment

\* Matériaux :

- Mortier n°1 : 0,025 m<sup>3</sup>

\* Main d'oeuvre

- Maçons : 0,70 h.H

- M.O : 0,35 h.H

b/ Normes pour 1 m<sup>2</sup> d'enduit intérieur au mortier de ciment

\* Matériaux :

- Mortier n°1 : 0,020 m<sup>3</sup>

\* Main d'oeuvre :

- Maçons : 0,55 h.H

- M.O : 0,275 h.H

c) Normes pour 1 m<sup>2</sup> de carreaux de ciment coloré uni

\* Matériaux :

- Ciment blanc : 0,5 kg

- Carreaux : 25 pièces

- déchets : 2%

\* Main d'oeuvre :

- Carreleurs :  $\frac{7}{12}$  h.H

- M.O :  $\frac{7}{24}$  h.H

d/ Normes pour 1 m<sup>2</sup> de faïences 15x15

\* Matériaux :

- Mortier : 0,02 m<sup>3</sup>
- Ciment blanc : 0,5 Kg
- Faïences : 44 pièces
- déchets : 3%

\* Main d'oeuvre :

- carreleurs :  $\frac{3}{2}$  h.H
- M.O :  $\frac{3}{4}$  h.H

e/ Normes pour 1 ml de plinthes en terre cuite vernissée 7x20

\* Matériaux :

- Ciment blanc : 0,5 Kg
- Plinthes : 5 pièces
- déchets : 0,9%

\* Main d'oeuvre :

- Carreleurs : 0,20 h.H
- M.O : 0,07 h.H

CALCUL DES VOLUMES DE TRAVAIL

a/ Enduits extérieurs au mortier de ciment

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

- Maçons :  $V_T = 204 \times 0,70 = 142,8 \text{ h.H}$
- M.O :  $V_T = 204 \times 0,35 = 71,4 \text{ h.H}$

b/ Enduits intérieurs au mortier de ciment

$Q = 476 \text{ m}^2$  par secteur

- Maçons :  $V_T = 476 \times 0,55 = 261,8 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 476 \times 0,275 = 130,9 \text{ h.H}$

c/ Carreaux de ciment coloré

$Q = 212 \text{ m}^2$  par secteur

- carreleurs :  $V_T = 212 \times \frac{7}{12} = 123,67 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 212 \times \frac{7}{24} = 61,83 \text{ h.H}$

d/ Plinthes en terre cuite vernissée 7x20

$Q = 142 \text{ ml}$

- Carreleurs :  $V_T = 142 \times 0,2 = 28,4 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 142 \times 0,07 = 9,94 \text{ h.H}$

e/ Faïences 15x15

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

- Carreleurs :  $V_T = 24 \times \frac{3}{2} = 36 \text{ h.H}$

- M.O :  $V_T = 24 \times \frac{3}{4} = 18 \text{ h.H}$

	Maçons	carreleurs	Manoeuvres
Enduit extérieur	142,8 hH		71,4 hH
Enduit intérieur	261,8 hH		130,9 hH
Carreaux de ciment		123,67 hH	61,83 hH
Faïences 15x15		36 hH	18 hH
Plinthes		28,4 hH	9,94 hH
<b>TOTAL</b>	404,6 hH	188,07 hH	292,07 hH

## FORMATION DE L'EQUIPE

Le module de temps pour le cycle des enduits et revêtements est de 5 jours (40 heures)

- Maçons :  $\frac{404,6}{40} = 10,12 \approx 10$  hommes (dépassement des normes de 1,2%)

- Carreleurs :  $\frac{188,07}{40} = 4,7 \approx 5$  hommes

- M.O :  $\frac{292,07}{40} = 7,3 \approx 7$  hommes (dépassement des normes de 4%)

L'équipe sera composée de 22 hommes

## 7/ CYCLE DE LA MENUISERIE

Toutes les menuiseries seront réalisées en bois dur ou en bois blanc encadré de bois dur, avec scellement de cadres dans la maçonnerie, ainsi que toutes les quincailleries suivant les dimensions portées sur les plans de détails de menuiserie.

\*Le volume de travail pour une villa normalement équipée d'une surface utile de  $150 \text{ m}^2$  est :  $V_T = 240 \text{ h.H}$

ce volume de travail englobe les différents processus de la menuiserie.

Le module de temps étant de 5 jours (40 heures), l'effectif nécessaire qui en découle est  $a = \frac{240}{40} = 6$  hommes

L'équipe sera composée de 6 menuisiers.



## 8/ CYCLE DE LA PLOMBERIE SANITAIRE

L'installation de l'alimentation en eau comprendra :

- La conduite principale
- Le branchement sur la conduite principale
- Les colonnes montantes
- Les conduites d'alimentation en eau des appareils sanitaires.
- La fourniture et la pose des appareils sanitaires

Toutes les canalisations d'alimentation seront en tube acier galvanisé. Quant aux canalisations de raccordement aux appareils, elles seront en tube cuivre rouge. Les robinets de puisage et d'arrêt seront en cuivre à l'amont de chaque groupe d'appareils sanitaires.

APPAREIL SANITAIRE : l'installation complète des sièges à la turque, lavabos, receveurs de douche, éviers de cuisine et tout l'équipement sanitaire avec robinetterie complète, alimentation et vidange y compris glaces de lavabos, étagères, porte-savons etc...

\*Le volume de travail pour une villa normalement équipée et d'une surface utile de  $150 \text{ m}^2$  est :  $V_T = 320 \text{ hH}$

L'effectif qui se dégage sera  $e = \frac{320}{40} = 8$  hommes  
Le module de temps n'a pas changé (40 heures)

Dans cette équipe on aura :

- 1 chef d'équipe
- 4 ouvriers qualifiés
- 3 manoeuvres.

## 9/ CYCLE DE L'ELECTRICITE

L'installation électrique comprendra :

- la ligne principale
- le branchement sur la ligne principale
- les colonnes montantes sous tubes plastiques
- la distribution vers les points lumineux sous tubes plastiques encastrés.

Toute l'installation sera montée sous tubes encastrés conformément à l'étude établie et en tenant compte des normes de la SONELGAZ et de la sécurité contre l'incendie.

\* Le volume de travail pour une villa normalement équipée et d'une surface utile de  $150\text{m}^2$  est

$$V_T = 400 \text{ h.H}$$

Le module de temps étant de 40 heures, l'effectif nécessaire sera  $e = \frac{400}{40} = 10$  hommes

L'équipe comprendra :

- 2 chefs d'équipe
- 4 électriciens
- 4 Manœuvres.

## 10) CYCLE DE LA PEINTURE - VITRERIE

Les travaux préparatoires sur les surfaces à peindre consistent à gratter, brosser, épousseter et débarrasser toutes ces surfaces de toutes les natures pouvant s'attaquer à la peinture.

La peinture vinylique intérieure et extérieure sur murs sera en deux couches.

Sous plafonds on effectue une couche de badigeon au blanc gélatineux.

Sur la boiserie, on mettra une peinture à l'huile laquée.

En ce qui concerne la vitrerie, les travaux consistent en la garniture et la protection de toutes les ouvertures en verre demi-double.

Les verres seront posés et fixés au bain de mastic.

\* La norme moyenne de temps est  $N_t = 0,3 \text{ h.H/m}^2$

La quantité totale est  $Q = 210 + 410 + 92 + 62 + 13,4$

$$Q = 787,4 \text{ m}^2$$

\* Le volume de travail sera :  $V_T = 0,3 \times 787,4 = 236,22 \text{ h.H}$

Le module de temps étant de 5 jours (40 heures)

L'effectif nécessaire sera  $e = \frac{236,22}{40} = 5,9 \approx 6 \text{ hommes}$

## C/ ACTIVITES AUXILIAIRES

### 1/ PREPARATION DU BETON

- Pour déterminer la capacité de la bétonnière ou de la mini-centrale et l'effectif correspondant, il faut connaître
- la quantité horaire de béton à consommer soit  $Q_{Bh}$
  - la quantité horaire de Mortier " " soit  $Q_{Mh}$
  - la quantité horaire d'enduit et revêtement soit  $Q_{Eh}$
  - la quantité horaire de mortier pour V.R.D soit  $Q_{Vh}$

#### a/ Calcul de la quantité de béton consommée par secteur

- \* Gros béton :  $118 \text{ m}^3$
- \* Béton fondation:  $80 \text{ m}^3$
- \* Béton élévation:  $24 \text{ m}^3$
- \* Terrasse  $210 \times 0,05$ :  $10,5 \text{ m}^3$
- \* Dalle armée  $230 \times 0,10$ :  $23 \text{ m}^3$
- \* Dalle de compression  $210 \times 0,10 = 21 \text{ m}^3$

La quantité totale / secteur est  $Q_B = \underline{\underline{276,5 \text{ m}^3}}$

#### b/ Calcul de la quantité de mortier consommée par secteur

- \* Maçonnerie parpaings  $20 \times 20 \times 40$  ( $204 \text{ m}^2$ )

d'après les normes on a:  $0,025 \text{ m}^3/\text{m}^2$  de parpaings  $20 \times 20 \times 40$   
2% de perte.

$$\text{donc } Q_{M_1} = 204 \times 0,025 + 204 \times 0,025 \times 0,02 = 520 \text{ m}^3$$

- \* Maçonnerie parpaings  $10 \times 20 \times 40$  ( $204 \text{ m}^2$ )

on a:  $0,018 \text{ m}^3/\text{m}^2$  de parpaings  $10 \times 20 \times 40$   
2% de perte

$$\text{donc } Q_{M_2} = 204 \times 0,018 \times 1,02 = 3,75 \text{ m}^3$$

\* Maçonnerie briques 9 trous (134 m<sup>2</sup>)

on a: 0,022 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de briques 9 trous

$$\text{d'où } Q_{M_3} = 134 \times 0,022 + 2\% \text{ perte}$$

$$Q_{M_3} = 134 \times 0,022 \times 1,02 = 3,00 \text{ m}^3$$

\* Maçonnerie briques 3 trous (204 m<sup>2</sup>)

on a: 0,009 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de briques 3 trous

2% perte

$$Q_{M_4} = 204 \times 0,009 \times 1,02 = 1,87 \text{ m}^3$$

La quantité totale de mortier / secteur est  $Q_M = 13,82 \text{ m}^3$

c/ Calcul de la quantité d'enduit consommée par secteur

\* Enduit extérieur (204 m<sup>2</sup>)

on donne: 0,025 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> d'enduit extérieur

$$\text{d'où } Q_{E_1} = 204 \times 0,025 = 5,1 \text{ m}^3$$

\* Enduit intérieur (476 m<sup>2</sup>)

on a: 0,02 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> d'enduit intérieur

$$\text{d'où } Q_{E_2} = 476 \times 0,02 = 9,52 \text{ m}^3$$

\* Faiences (24 m<sup>2</sup>)

on a: 0,02 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de Faiences

$$\text{d'où } Q_{E_3} = 24 \times 0,02 = 0,48 \text{ m}^3$$

La quantité totale d'enduit / secteur est  $Q_E = 15 \text{ m}^3$

d/ Calcul de la quantité de mortier pour le V.R.D

On prendra 10% de la quantité totale de béton.

puisque on a 75 secteurs, on aura alors  $Q_V = 75 Q_B \times 0,1$

$$\text{donc } Q_V = 75 \times 276,5 \times 0,1 = \underline{\underline{2073,75 \text{ m}^3}}$$

## Détermination des quantités horaires

\* Béton :

On a  $Q_B = 276,5 \text{ m}^3 / \text{secteur}$

la quantité totale sera  $Q_B \times 75$  (75 secteurs)

la durée d'exécution du cycle béton étant de 375 jours

la quantité horaire sera donc :

$$Q_{Bh} = \frac{276,5 \times 75}{375 \times 8} = \underline{\underline{6,9 \text{ m}^3 / \text{h}}}$$

\* Mortier :

On a  $Q_M = 13,82 \text{ m}^3 / \text{secteur}$

la quantité totale sera  $Q_M \times 75$

la durée d'exécution du cycle maçonnerie étant de 375 j

la quantité horaire sera :

$$Q_{Mh} = \frac{13,82 \times 75}{375 \times 8} = \underline{\underline{0,35 \text{ m}^3 / \text{h}}}$$

\* Enduit :

On a  $Q_E = 15 \text{ m}^3 / \text{secteur}$

la quantité totale sera  $Q_E \times 75$

la durée d'exécution du cycle enduit étant de 375 jours

la quantité horaire est :

$$Q_{Eh} = \frac{15 \times 75}{375 \times 8} = \underline{\underline{0,38 \text{ m}^3 / \text{h}}}$$

\* V.R.D

on a la quantité totale  $Q_V = 2073,75 \text{ m}^3$

La durée d'exécution du cycle V.R.D étant de 370 jours

la quantité horaire sera :

$$Q_{Vh} = \frac{2073,75}{375 \times 8} = \underline{\underline{0,7 \text{ m}^3 / \text{h}}}$$

Nous allons calculer la quantité max de béton, mortier et enduit par heure et nous choisirons en conséquence le matériel nécessaire à cette préparation.

$$Q_{\max.h} = Q_{Bh} + Q_{Mh} + Q_{Eh} + Q_{Vh}$$

$$Q_{\max.h} = 6,9 + 0,35 + 0,38 + 0,7 = 8,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\underline{\underline{Q_{\max h} = 8,33 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

On prendra alors une mini-centrale dont la capacité horaire est de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Cette mini-centrale mobilisera 3 hommes.

### Transport du béton et mortier

La norme de temps d'un dumper est  $0,3 \text{ h}/\text{m}^3$

Le  $n^{\text{bre}}$  de dumpers nécessaires est:  $n = \frac{Q_{\max.h}}{\frac{1 \times 1}{N_t}}$

$$n = \frac{8,33}{\frac{1 \times 1}{0,3}} = 2,5 \approx 3 \text{ dumpers}$$

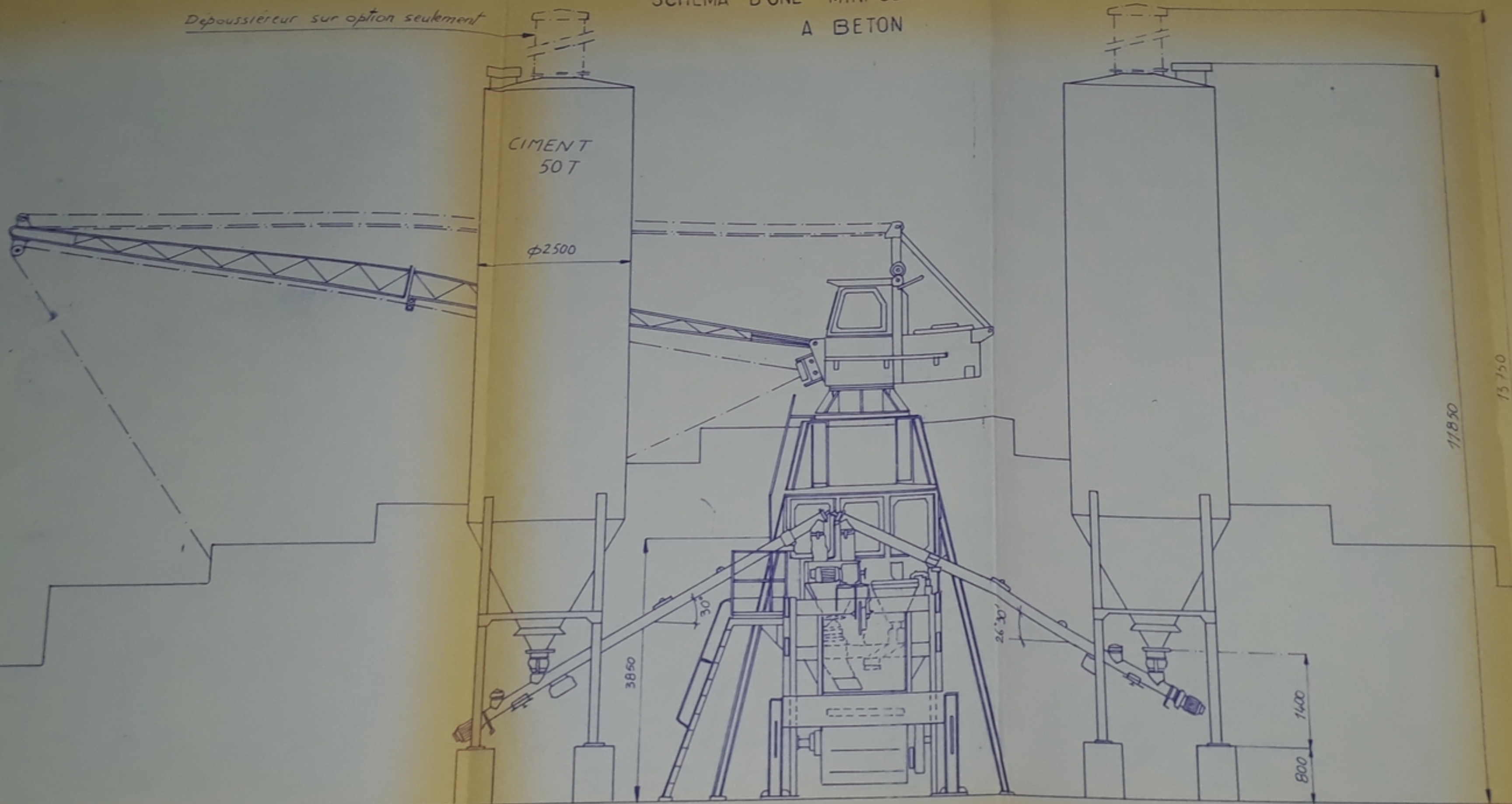
Ces 3 dumpers mobiliseront 3 hommes.

La préparation du béton et mortier nécessite donc 1 mini-centrale, 3 dumpers et un effectif correspondant de 6 hommes.

La date d'intervention de cette équipe (et du matériel) coïncidera avec le début du 1<sup>er</sup> cycle consommant du béton (ou du mortier), à savoir le cycle du béton qui commence le 10<sup>ème</sup> jour.

SCHEMA D'UNE MINI-CENTRALE  
A BETON

*Dépoussiéreur sur option seulement*





## 2/ ATELIER DE FERRAILLAGE

Les activités de l'atelier de ferrailage doivent commencer 5 jours avant le bétonnage.

La quantité d'acier par secteur est  $Q = 3200 \text{ Kg}$

La norme de temps est  $N_t = 0,040 \text{ h.H/Kg}$

Le cycle du béton dure 5 jours par secteur, la quantité exigée par est  $Q_h = \frac{Q}{40} = \frac{3200 \text{ Kg}}{40} = 80 \text{ Kg/h}$

Le volume de travail/heure est:  $V_{Th} = 80 \times 0,04 = 3,2 \text{ h.H/h}$

Donc l'effectif sera de 3 hommes

## 3/ ATELIER DE COFFRAGE

Les activités dans cet atelier doivent elles aussi commencer 5 jours avant le bétonnage.

La quantité par secteur est  $Q = 134 \text{ m}^2$ .

La norme de temps est  $N_t = 1,75 \text{ h.H/m}^2$

La quantité horaire est  $Q_h = \frac{134}{40} = 7,85 \text{ m}^2/\text{h}$

Le volume de travail horaire est:  $V_{Th} = 7,85 \times 1,75 = 13,7 \text{ h.H/h}$

Donc il nous faut 14 coffreurs.

### Réutilisation du coffrage:

D'après le cyclo gramme, nous voyons qu'on procède au décoffrage sur le 1<sup>er</sup> secteur juste avant l'opération de coffrage sur le 11<sup>ème</sup> secteur. Nous pouvons donc réutiliser le coffrage après 10 secteurs. Comme le nombre de réutilisation est de 3 fois sans que le coffrage perde ses qualités, nous

utiliserons alors le coffrage des 10 premiers secteurs pour 30 autres secteurs.

Il faudra donc préparer le coffrage pour  $n_0$  secteurs

où  $n_0 = \frac{n}{l}$        $n$ : n<sup>bre</sup> total de secteurs  
                             $l$ : n<sup>bre</sup> de réutilisation d'un coffrage

$$\text{donc } n_0 = \frac{75}{3} = 25$$

Pour les 25 premiers secteurs l'effectif sera de 100% soit 14 coffreurs pour les 50 derniers secteurs, l'effectif sera réduit à 25% soit 4 coffreurs pour le reconditionnement du coffrage.

#### 4/ ELEVATION DES MATERIAUX

Nous calculons le poids maximum horaire de matériaux à élever

\* Béton :  $Q_{\text{max.h}} = 8,33 \text{ m}^3/\text{h}$   
la densité est de  $2,4 \text{ t/m}^3$

Poids de béton à élever par heure

$$P_{\text{B.h}} = 8,33 \times 2,4 = 19,99 \text{ t/h}$$

\* Terrasse :

- Gravier : épaisseur 5cm, densité  $1800 \text{ kg/m}^3$
- isolation : densité  $100 \text{ kg/m}^2$
- chape : épaisseur 10cm, densité  $2200 \text{ kg/m}^3$
- dalle en béton : épaisseur 13cm, densité  $2400 \text{ kg/m}^3$
- Enduits : épaisseur 2cm, densité  $2 \text{ t/m}^3$

densité totale de la terrasse /m<sup>2</sup>

- Gravier :  $1800 \text{ kg} \times 0,05 = 90 \text{ kg/m}^2$

- isolations :  $100 \text{ kg/m}^2$

- Chape :  $2200 \text{ kg/m}^3 \times 0,1 = 220 \text{ kg/m}^2$

- Dalle en béton :  $2400 \times 0,13 = 312 \text{ kg/m}^2$

- Enduits  $2000 \times 0,02 = \underline{40 \text{ kg/m}^2}$

$$d = 662 \text{ kg/m}^2$$

La surface totale pour les 75 secteurs est :

$$S = 210 \times 75 = 15750 \text{ m}^2$$

Poids total :  $P_T = 15750 \times 662 = 10426500 \text{ kg}$

le poids total horaire sera (la durée étant de 375j) :

$$P_{Th} = \frac{10426500}{375 \times 8} = 3475,5 \text{ kg/h}$$

$$P_{Th} = 3,5 \text{ t/h}$$

\* Maçonnerie :

- parpaings  $20 \times 20 \times 40$  :  $204 \text{ m}^2$ , densité  $2 \text{ t/m}^3$

- parpaings  $10 \times 20 \times 40$  :  $204 \text{ m}^2$ , densité  $2 \text{ t/m}^3$

- briques 3 trous :  $134 \text{ m}^2$ , densité  $2 \text{ t/m}^3$

- " 3 trous :  $204 \text{ m}^2$ , densité  $2 \text{ t/m}^3$

Poids au m<sup>2</sup> pour maçonnerie

- parpaings  $20 \times 20 \times 40$  :  $204 \text{ t/m}^3 \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ t/m}^2$

- parpaings  $10 \times 20 \times 40$  :  $2 \text{ t/m}^3 \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ t/m}^2$

- briques 3 trous (épaisseur 10cm)  $2 \text{ t/m}^3 \times 0,1 = 0,2 \text{ t/m}^2$

- briques 3 trous (épaisseur 10cm)  $2 \text{ t/m}^3 \times 0,1 = 0,2 \text{ t/m}^2$

la surface totale pour parpaings est :

$$S_1 = (204 + 204) 75 = 30600 \text{ m}^2$$

la surface totale pour briques est:

$$S_1 = (134 + 204) \times 75 = 25360 \text{ m}^2$$

Poids total pour la maçonnerie

$$P_{M_T} = 30600 \times 0,4 + 25360 \times 0,2 = 17310 \text{ kg}$$

$$P_{M_T} / \text{heure} = \frac{17310}{375 \times 8} = 5,77 \text{ t/h}$$

Le poids total horaire de matériaux à élever sera:

$$P_{\text{max.h}} = P_{B.h} + P_{T.h} + P_{M.h}$$

$$P_{\text{max.h}} = 19,99 + 3,5 + 5,77 = 29,26 \text{ t/h}$$

$$P_{\text{max.h}} = 29,26 \text{ t/h}$$

calcul des grues:

La capacité moyenne d'une <sup>grue</sup> est de 2t.

Le nombre de cycles étant de 6 par heure, la capacité horaire de cette grue sera:  $6 \text{ cycles} \times 2^t = 12^t / \text{heure}$

Le nombre de grues nécessaire pour élever  $P_{\text{max.h}}$  est donc  $n = \frac{29,26}{12} = 2,438$ .

On prendra 3 grues pour couvrir les variations maximales des poids à élever. Ce seront des grues sur pneus, de flèche 30m.

Comme effectif il y aura 9 grutiers.

Nous avons prévu aussi pour cette activité, en cas de besoin, 4 treuils 500kg qui mobiliseront 12 hommes soit 3 hommes par treuil.

## 5/ DIVERS

Pour les activités diverses au sein du chantier l'effectif sera donné par un pourcentage.

Nous l'avons estimé à 10% de l'effectif maximum correspondant à l'ensemble des activités.

L'effectif max est de l'ordre de 260 hommes

10% représentent à peu près 25 hommes.

Ces 25 hommes sont appelés à être présents depuis l'ouverture du chantier jusqu'à la fin.

## CHAPITRE IV

### CALCUL DES RESSOURCES

A/ ENGINES DE CHANTIER

B/ DIAGRAMMES DE CONSOMMATION

C/ DIAGRAMMES D'APPROVISIONNE-  
-MENT ET STOCK

D/ RESERVOIR D'EAU

## A/ ENGIN DE CHANTIER

Ce sont les engins intervenant directement sur le chantier. Nous les avons calculés dans le chapitre III et dans le présent chapitre, nous allons faire une récapitulation sur leur durée d'intervention, leur norme de production et leurs caractéristiques.

### Bulldozer :

Le bulldozer est un engin d'excavation et de refoulement qui se compose d'un tracteur sur chenilles ou sur deux essieux à pneus avec châssis rigide ou articulé, muni à l'avant d'une lame horizontale perpendiculaire à l'axe longitudinal du tracteur.

Selon les travaux, les lames ont des formes variées : elles peuvent être droites, concaves, en U ou à oreilles.

### Utilisation du bulldozer :

C'est un engin polyvalent permettant de nombreux travaux :

- défrichage, déboisement, déssouchage
- refoulement de terres, de roches désagrégées, etc...
- décapage, amorçage de pistes
- exécution d'un profil
- excavation en ligne droite, étalement en couche, compactage superficiel et remblayage.
- Remorquage de force, etc...

Pour notre chantier, nous avons choisi pour l'exécution

du décapage 1 bulldozer 80CP, 59KW.  $N_t = 0,008h/m^2$   
il sera présent dès le 1<sup>er</sup> jour jusqu'au 38<sup>ème</sup> jour (fin du cycle)

### Pelle mécanique:

La pelle mécanique (ou excavateur pour chargement stationnaire, ou simplement pelle) est un engin de terrassement qui travaille en station, c'est-à-dire que son châssis porteur sert uniquement aux déplacements sans participer au travail. Elle est:

- soit portée sur camion
- soit automotrice sur chenilles, pneus ou rails

### Utilisation de la pelle mécanique:

Elle peut travailler:

- en butte
- en rétro
- en dragline
- en benne preneuse
- avec équipements divers.

Les pelles de faible capacité ou moyenne sont parfois appelées pelles universelles parce que conçues pour être facilement transformées pour équipements interchangeables.

Pour le terrassement nous avons choisi pour notre chantier une pelle mécanique de coupe  $1m^3$ .  $N_t = 0,0162h/m$

Elle sera sur chantier à partir du 10<sup>ème</sup> jour jusqu'au 85<sup>ème</sup> jour (fin du cycle de terrassement).



Pour le V.R.D nous aurons à employer le matériel suivant:

- 1 autograder 100 CP (niveleuse)
- 1 excavateur ETU 353, 75 CP
- 1 bulldozer 65 CP
- 1 autogrue de 5t
- 1 rouleau compacteur de 10 T
- 1 plaque vibrante

### Autograder (ou niveleuse)

La niveleuse comporte un châssis sur quatre ou six roues à pneus, au centre duquel une lame peut:

- être descendue et relevée
- être déplacée latéralement
- pivoter de  $180^\circ$  dans le plan horizontal de chaque côté de l'axe longitudinal du châssis.

La niveleuse est soit tractée (grader) soit auto-motrice (autograder).

### Utilisation de la niveleuse:

C'est un engin souple, polyvalent, il se prête à des travaux variés. La niveleuse convient bien aux travaux de précision. Elle permet d'exécuter notamment:

- le débroussaillage
- le nivellement et le réglage.
- le nettoyage des accotements
- l'entretien des routes et des pistes
- des travaux divers moyennant équipements auxiliaires.

### EXCAVATEUR DE TRANCHÉES

L'excavateur de tranchées (ou trancheuse) est un engin destiné à ouvrir en condition des tranchées pour la pose des câbles téléphoniques, électriques, d'oléoducs ou de gazoducs, de canalisations, d'adduction d'eau et de gaz, d'irrigation et de drainage, etc...

Il en existe différents types, le plus souvent automoteurs sur chenilles (notre cas), on en trouve aussi sur pneus et certains sont tractés.

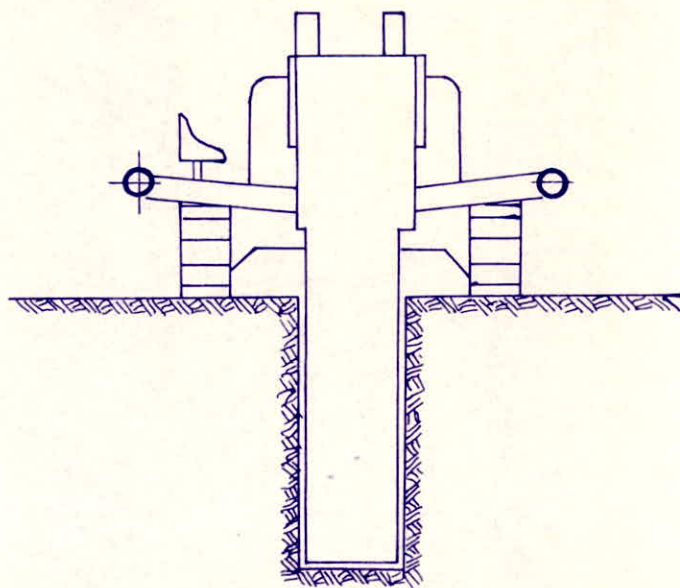
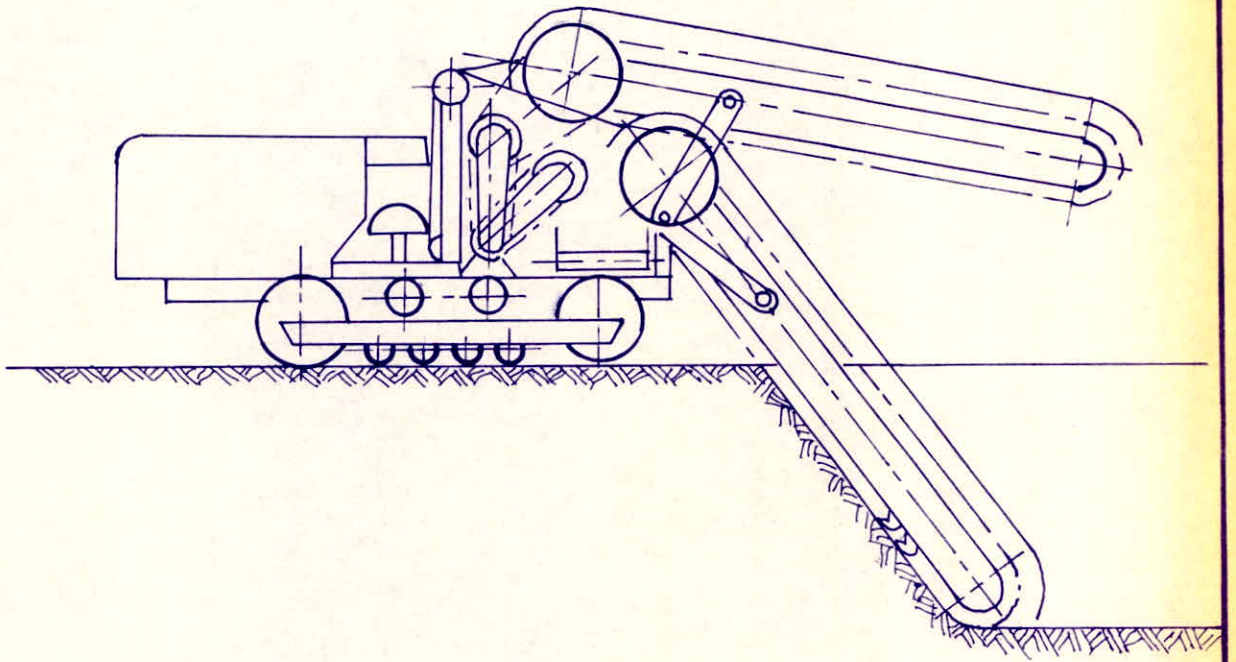
#### Utilisation de l'excavateur :

Les excavateurs de tranchées offrent un intérêt marqué pour les tranchées de largeur voisine de 1m, de profondeur entre 1m et 1,5m, de longueur de l'ordre du kilomètre, et surtout en ce qui concerne la pose des canalisations, des tuyaux de drainage, des câbles électriques,...

L'excavateur donne une tranchée à bord net, à bermes nivelées et à fond relativement régulier. Il est seul capable d'ouvrir des tranchées très étroites et profondes sur grande distance.

Sur le chantier l'excavateur sera présent durant tout le cycle du V.R.D (370 jours)

- TRANCHEUSE AUTOMOTRICE -



## Grue

### calcul de la productivité des grues:

Tenant compte que dans une année un gros matériel comme les grues doit être révisé, réparé et utilisé en plusieurs endroits sur les chantiers, tenant compte des jours de fêtes légales, la durée d'utilisation par an est limitée à 2000 heures.

Sur les chantiers, en général, la capacité d'élévation d'une grue n'est utilisée que dans un taux de: 60% à 100% → montage  
80 à 100% → chargements

Donc de ces 2000 heures par an, les grues ne sont pas utilisées en plein fonctionnement que dans un taux de 48% à 51% minimum et 70% à 80% maximum.

En moyenne 60% de sa capacité technique.

- La productivité technique horaire est donnée par la

relation:  $P_h = Q \times n$  où  $Q$ : le poids d'un chargement qui est élevé  
 $n$ : le nombre de cycles/heure

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

$t_a$ : temps d'accrochage des poids dans le crochet de la grue en secondes

$t_d$ : temps de décrochage des poids (en secondes)

$t_r$ : temps de rotation de la grue (en secondes)

$H$ : hauteur d'élévation en mètres

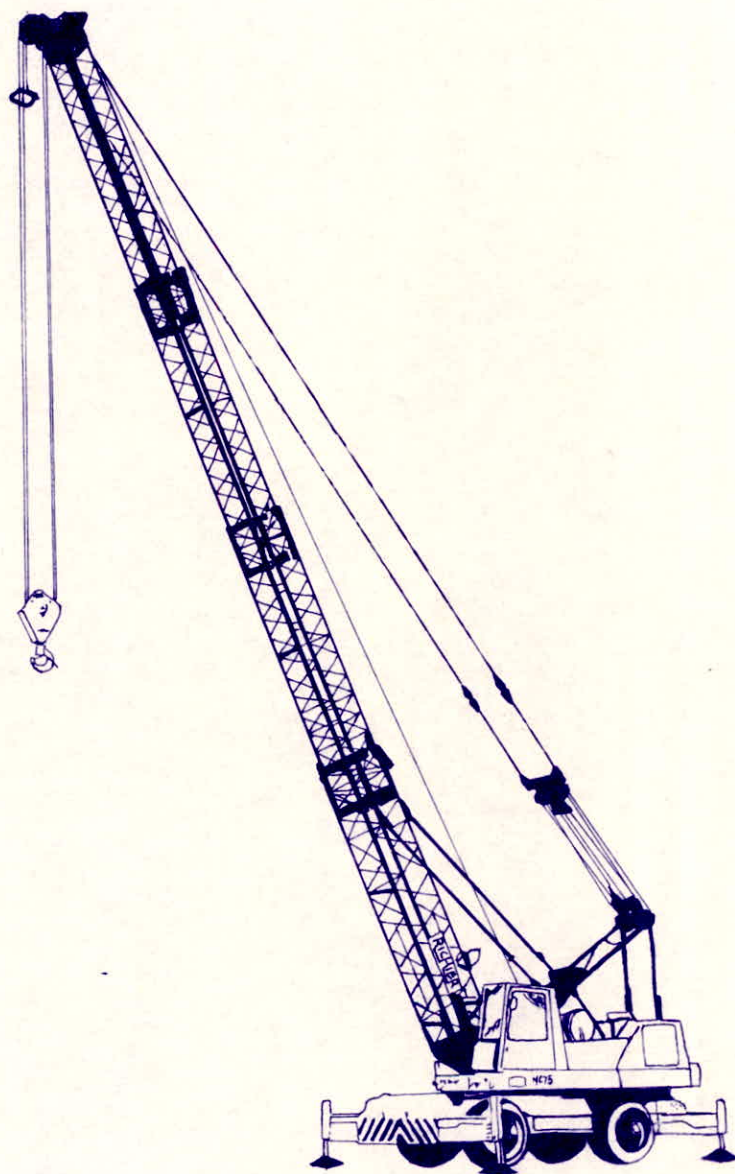
$V_1$ : vitesse d'élévation du poids en mètres par secondes

$V_2$ : vitesse de descente du poids " " " "

$V_3$ : Vitesse de déplacement horizontale de la grue (en m/s)

grue automotrice sur pneus

# MC 75



2 flèches disponibles:

- flèche normale : 33m

- flèche telescopique (FTTM) : 20m.

Tous des indices sauf les 2 premiers sont donnés par les prospectus grues.

En moyenne, le nombre des cycles par heure est de 10 heures.

Donc la productivité horaire moyenne sur chantier est de:

$$P_h \text{ ch} = 0,60 \times 10 \times Q = 6Q \text{ tonnes/heure}$$

$Q$  étant le poids moyen élevé par la grue.

Par exemple:

Pour une grue tour MT.40tm - poids moyen 2,5t

$$P.h = 6 \text{ cycles} \times 2,5t = 15t/\text{heure}$$

$$P.\text{annuelle} = 2000 \text{ heures/an} \times P.h = 2000 \times 15 = 30.000t/\text{an}$$

utilisation des grues:

Chaque grue est accompagnée d'un diagramme d'utilisation (voir figure suivante)

- Sur l'abscisse est inscrit le rayon d'actionnement - la distance entre la verticale du crochet (du poids à élever) et l'axe vertical de la grue.

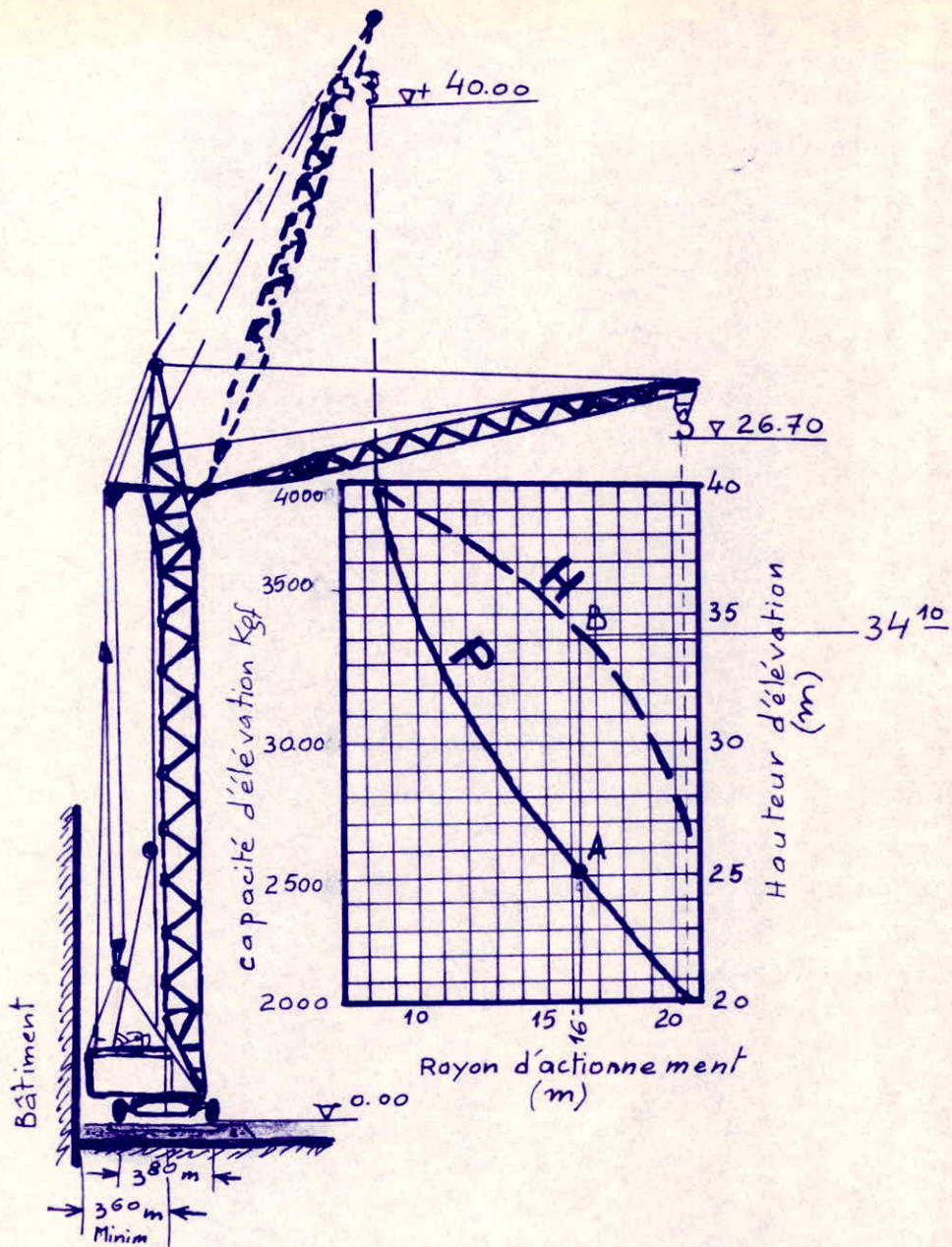
- Sur l'ordonnée gauche du diagramme sont inscrites les hauteurs d'élévation des poids.

- Sur l'ordonnée gauche sont inscrites les capacités d'élévation de la grue.

- Sur le canevas du diagramme sont tracées au minimum 2 courbes:

- la courbe des hauteurs (H)

- la courbe des poids à élever (P)



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

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

Pour le cycle du béton, on a prévu une mini-centrale de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ . Elle sera montée sur chantier avant le commencement de ce cycle. Cette mini-centrale servira aussi pour la maçonnerie, enduits et revêtements.

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

Soit  $N_t = 0,75 \text{ h. Aig}/\text{m}^3$  de béton la norme d'une aiguille

$$N_p = \frac{1}{0,75}$$

La quantité horaire max de béton à vibrer est

$$Q_{B \text{ max/heure}} = 6,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Le nombre d'aiguilles sera } n = \frac{6,9}{\frac{1}{0,75}} = 5,175$$

$$\text{Le nombre total} = 5,175 + 20\% \text{ (réservé)} = 6,21$$

on prendra 7 aiguilles vibrantes.

En ce qui concerne l'élevation des matériaux, il y aura comme nous l'avons dit au chapitre III :

- 3 Grues surpneus (capacité 2t, 6 cycles/heure)
- 4 treuils 500 kg.



## B/ DIAGRAMMES DE CONSOMMATION

### 1) Béton et mortier

dans le paragraphe de préparation béton et mortier du chapitre III, nous avons calculé les différentes quantités de béton ou de mortier consommées par heure dans tous les cycles concernés.

a) consommation béton:  $6,9 \text{ m}^3/\text{h}$

b) consommation mortier:

$$* \text{Maçonnerie} = 0,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$* \text{Enduits et revêt} = 0,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$* \text{V.R.D} = \underline{9,7 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$\text{la consommation totale} = 1,43 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nous avons établi les diagrammes de consommation de:

- Béton
- Mortier
- Béton + Mortier

### 2) Ciment

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

$$* 300 \text{ kg de ciment pour } 1 \text{ m}^3 \text{ de béton}$$

$$* 350 \text{ kg " " " " " mortier}$$

D'après les diagrammes de consommation de Béton et Mortier (planche n° 1), les quantités de ciment à consommer sont:

$$- \text{ciment pour béton: } 6,9 \times 300 = 2070 \text{ kg/h} = 16,56 \text{ t/j}$$

$$- \text{ciment pour mortier: } 1,43 \times 350 = 500,5 \text{ kg/h} = 4,004 \text{ t/j}$$

# DIAGRAMME DE CONSOMMATION DE BETON

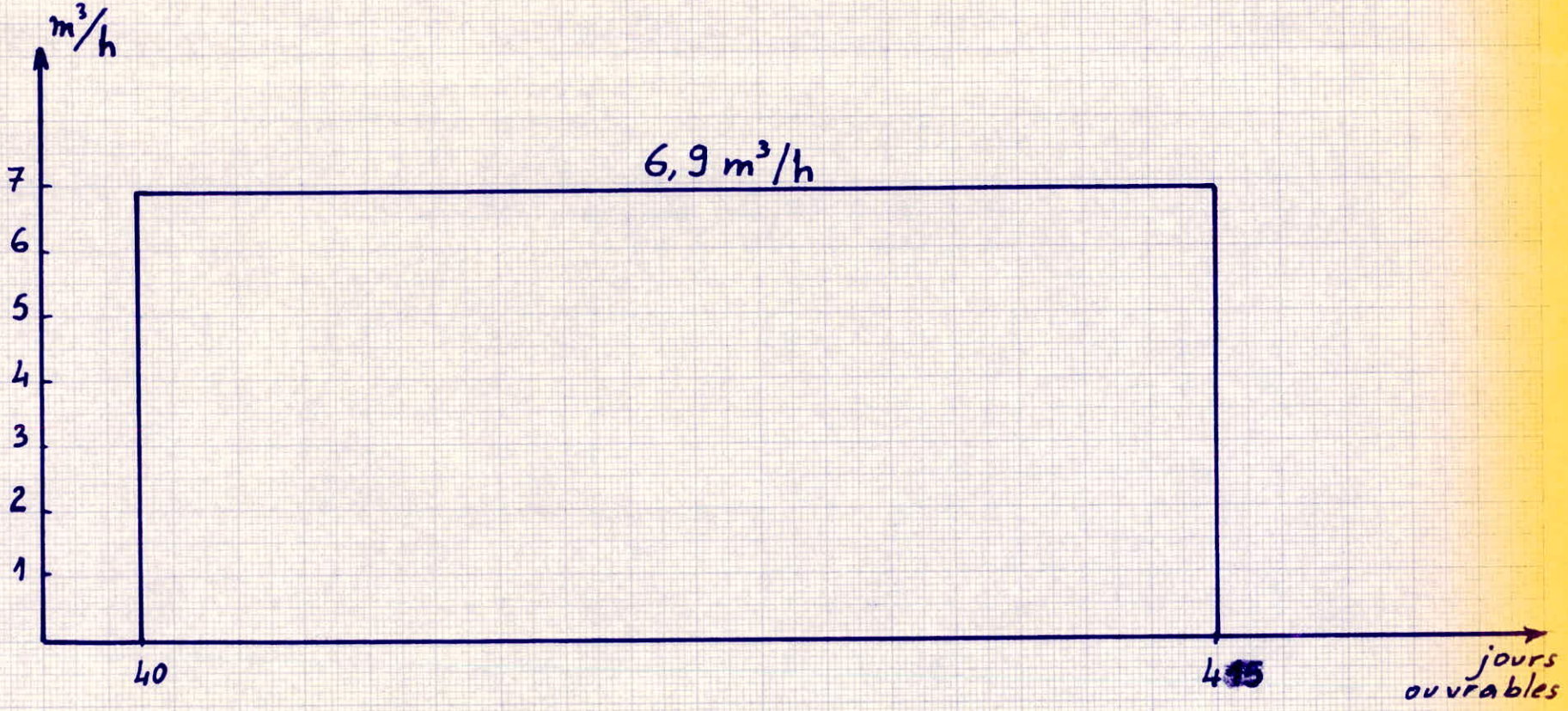


DIAGRAMME DE CONSOMMATION MORTIER  
- MAÇONNERIE -

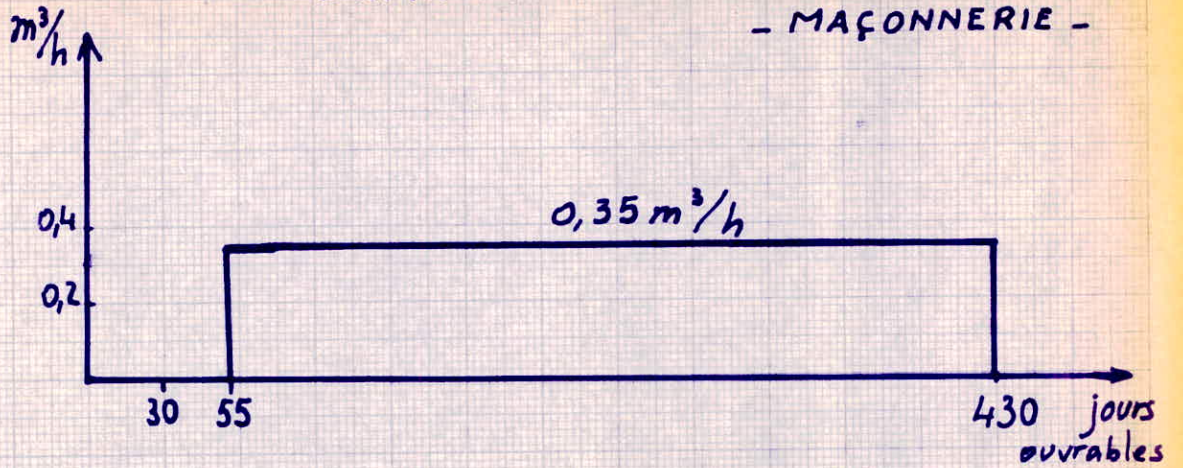


DIAGRAMME DE CONSOMMATION MORTIER  
- ENDUIT -

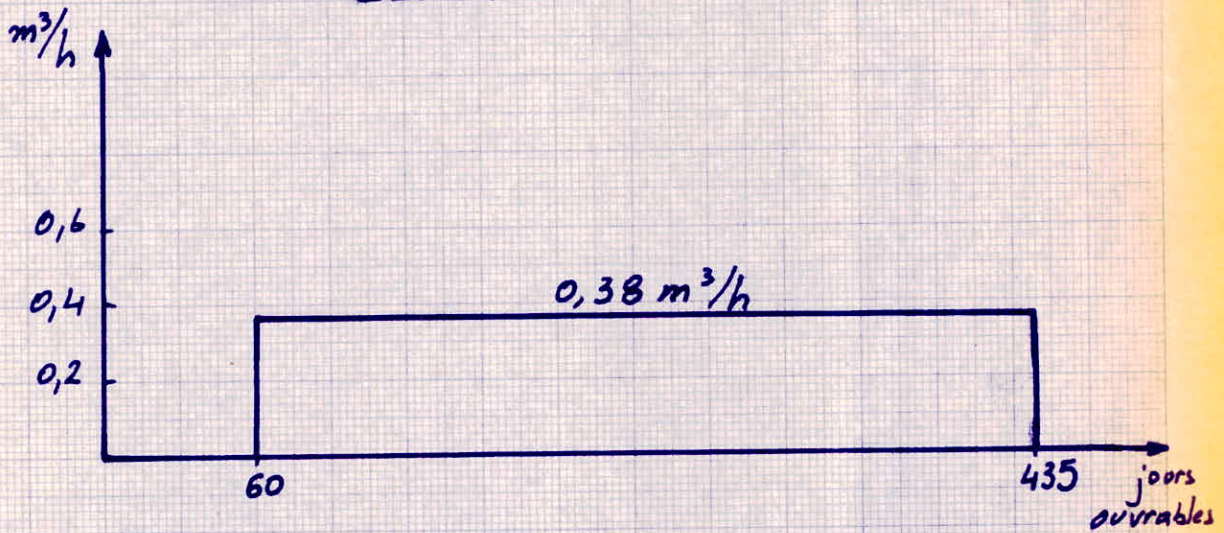


DIAGRAMME DE CONSOMMATION MORTIER  
- V.R.D. -

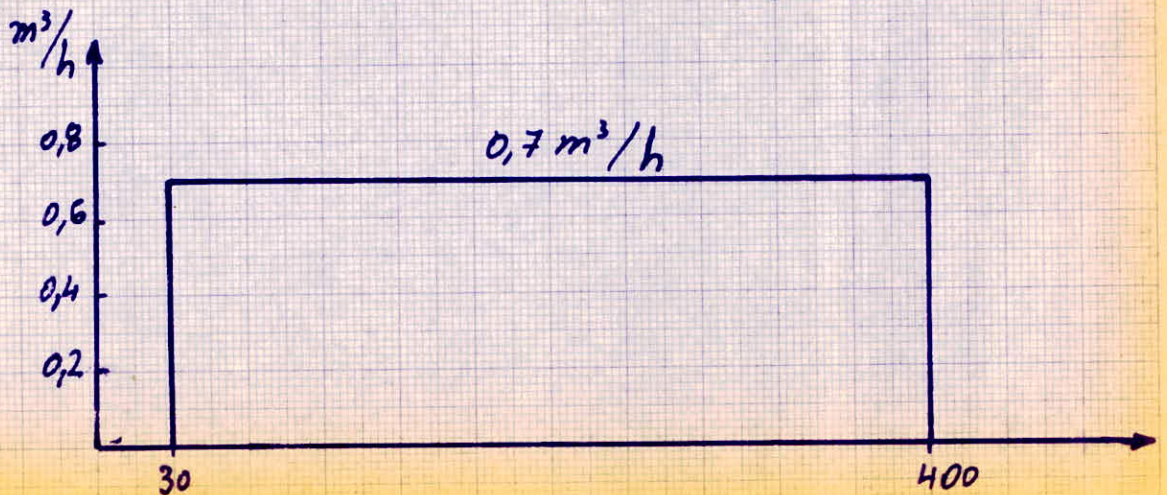
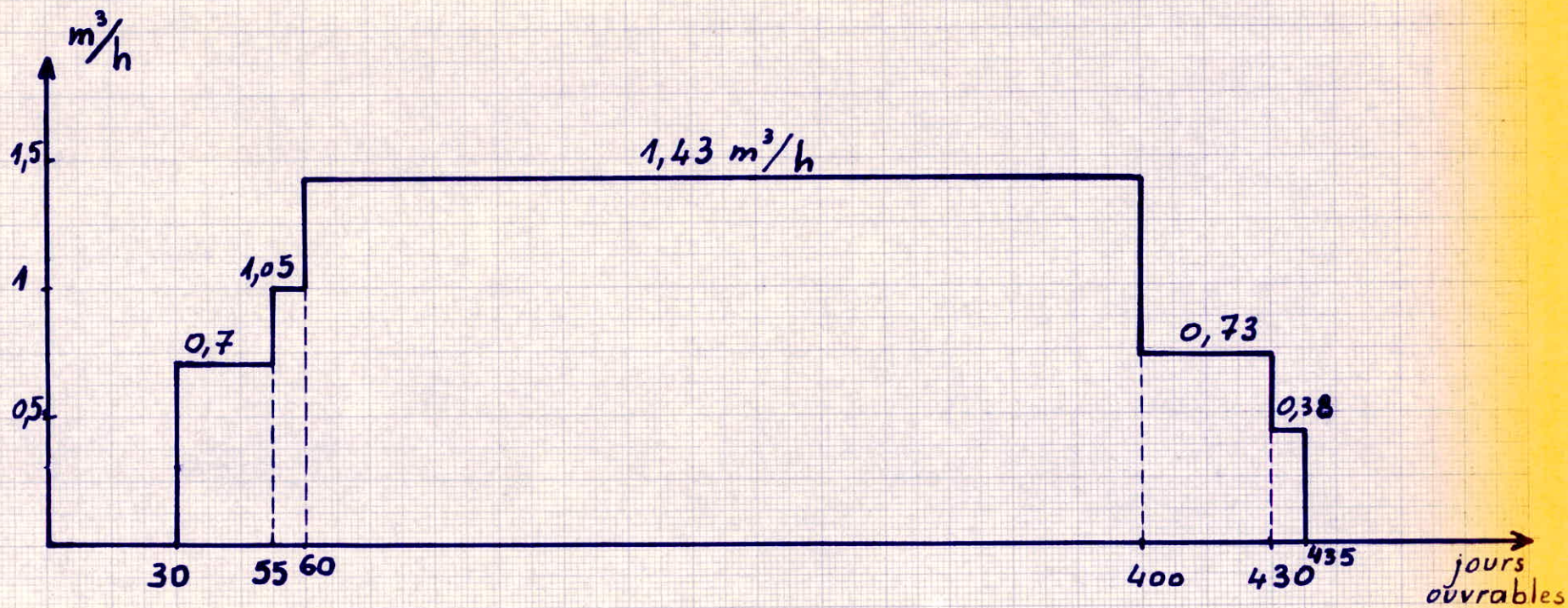
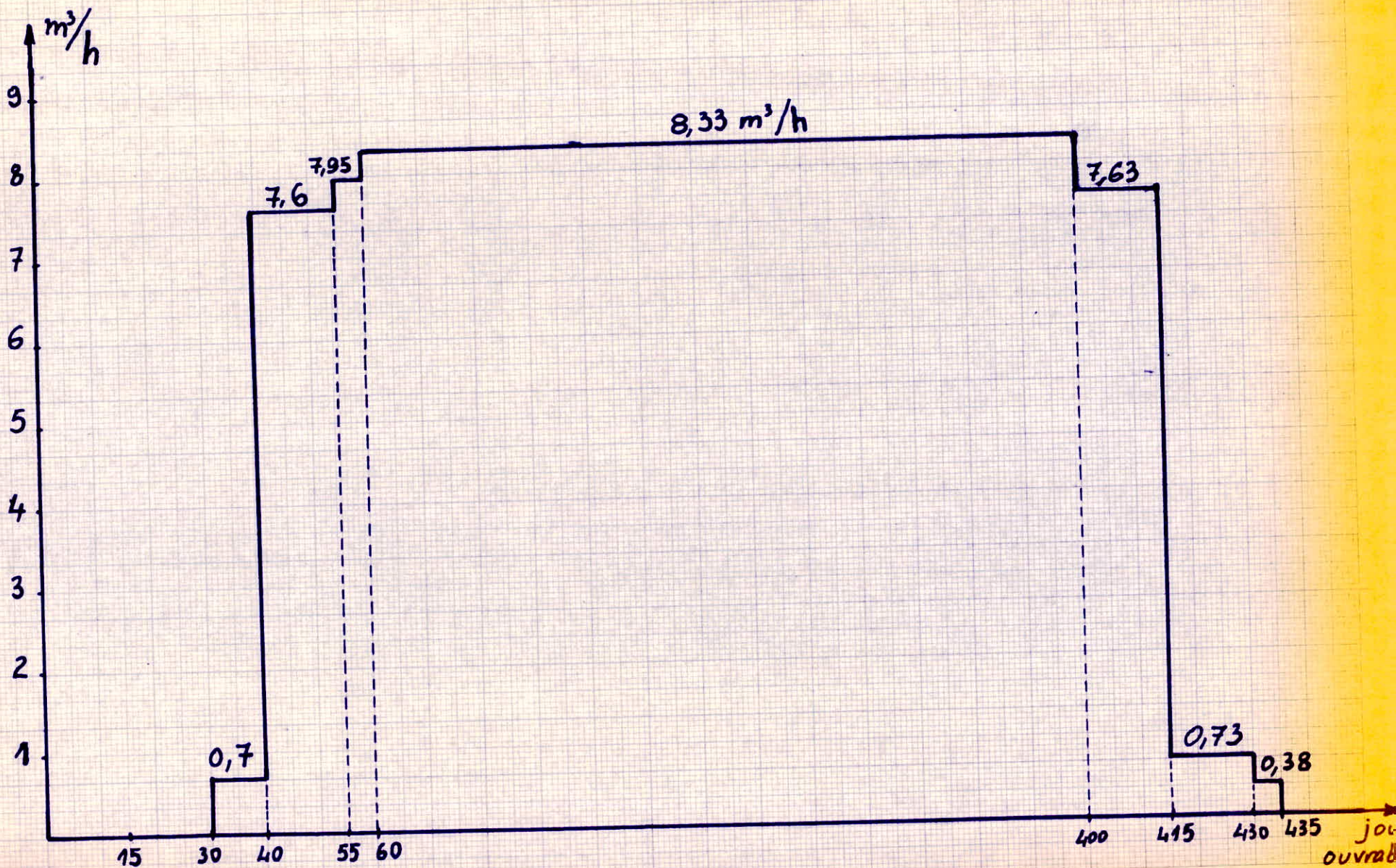


DIAGRAMME DE CONSOMMATION TOTALE DE MORTIER  
MAÇONNERIE-ENDUIT-V.R.D



# DIAGRAMME DE CONSOMMATION BETON + MORTIER



Le diagramme consommation ciment en tonnes par jour figure sur la planche n° 2

la quantité moyenne consommée par jour est égale à :

$$Q_{\text{moyen}} = \frac{\text{surface totale limitée par la courbe et l'axe des temps}}{\text{durée totale de consommation de ciment}}$$

$$\text{soit } Q_{\text{moy}} = 19 \text{ t/j.}$$

$$Q_{\text{max}} = 20,564 \text{ t/j}$$

### 3) Sable

la quantité de sable consommée se calcule sur la base suivante :

\*  $0,4 \text{ m}^3$  de sable pour  $1 \text{ m}^3$  de béton

\*  $1 \text{ m}^3$  de sable pour  $1 \text{ m}^3$  de mortier.

A partir du diagrammes de consommation béton et mortier, les quantités de sable consommées seront :

$$\text{- sable pour béton : } 6,9 \times 0,4 = 2,76 \text{ m}^3/\text{h} = 22,08 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{- sable pour mortier : } 1,43 \times 1 = 1,43 \text{ m}^3/\text{h} = 11,44 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le diagramme de consommation totale de sable par jour figure sur la planche n° 3

$$Q_{\text{moy}} = 31 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{max}} = 33,52 \text{ m}^3/\text{j}$$

### 4) Gravier

consommé uniquement dans le cycle du béton \*

Dans  $1 \text{ m}^3$  de béton, il y a environ  $0,9 \text{ m}^3$  de gravier

Nous aurons une consommation journalière constante

$$Q = 6,9 \times 0,9 = 6,21 \text{ m}^3/\text{h} = 49,68 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le diagramme est sur la planche n° 4

\* Les quantités de gravier consommées pour les cycles de

IRD et étanchéité n'ont pas été calculées

5) Tout venant (T.V.O)

On l'utilisera pour le cycle du V.R.D

Nous avons: 9500 m<sup>2</sup> de chaussées et parking

3000 m<sup>2</sup> de trottoirs

sous les chaussées et parkings, il y a une couche de 20 cm de T.V.O.

Le volume de T.V.O sera:  $0,2 \times (9500 + 3000) = 2500 \text{ m}^3$

On ajoute 30% pour le nivellement et autres travaux

Le volume total de T.V.O sera:  $2500 \times 1,3 = 3250 \text{ m}^3$

Le volume journalier à consommer est:

$$\frac{3250}{370} = 8,84 \text{ m}^3 / \text{j}$$

Voir planche n° 5.

6/ Acier

La quantité à consommer par secteur est 3200 kg

La quantité totale sera:  $3,2 \text{ t} \times 75 = 240 \text{ t}$ .

Le cycle du béton dure 375 jours, donc la quantité journalière est:  $\frac{240}{375} = 0,64 \text{ t} / \text{j}$

Voir planche n° 6

7/ Parpaings:

Nous avons: 204 m<sup>2</sup> de parpaings 20x20x40 par secteur

204 m<sup>2</sup> " " " 10x20x40 " " "

La quantité totale est:

$204 \times 75 = 15300 \text{ m}^2$  de parpaings 20x20x40

$204 \times 75 = 15300 \text{ m}^2$  " " " 10x20x40

⊗ La surface d'une pièce de parpaing est de  $0,2 \times 0,4 \text{ m}^2$

en tenant compte des déchets qui représentent 2%, le nombre total de pièces à consommer est:

$$* \text{parpaings } 20 \times 20 \times 40 \quad n_1 = \frac{15300}{0,2 \times 0,4} \times 1,02 = 195000 \text{ pièces}$$

$$* \text{parpaings } 10 \times 20 \times 40 \quad n_2 = \frac{15300}{0,2 \times 0,4} \times 1,02 = 195000 \text{ pièces}$$

Le cycle de la maçonnerie dure 375j, donc le nombre de pièces à consommer par jour sera:

$$* \text{parp } 20 \times 20 \times 40: \frac{195000}{375} = 520 \text{ pièces/j}$$

$$* \text{parp } 10 \times 20 \times 40: \frac{195000}{375} = 520 \text{ pièces/j}$$

Voir planche n° 7

### 8) Briques

- 134 m<sup>2</sup> de briques 9 trous par secteur

- 204 m<sup>2</sup> " " " 3 trous " "

Nous avons 39 briques/m<sup>2</sup>

Le nombre total de briques à consommer, en tenant compte des 2% de déchets, sera:

$$* \text{Briques 9 trous: } 134 \times 75 \times 39 \times 1,02 = 399789 \text{ pièces}$$

$$* \text{Briques 3 trous: } 204 \times 75 \times 39 \times 1,02 = 608634 \text{ pièces}$$

Le cycle maçonnerie dure 375j, donc le nombre de pièces à consommer par jour est:

$$* \text{Briques 9 trous } n_1 = \frac{399789}{375} = 1066,13 \text{ pièces/jour}$$

$$* \text{Briques 3 trous } n_2 = \frac{608634}{375} = 1623,02 \text{ pièces/jour}$$

Voir planche n° 8 et n° 9



## C/ DIAGRAMMES D'APPROVISIONNEMENT ET STOCKS

Le calcul du nombre de camions se fait à la base de la relation suivante: 
$$Q = N_c \cdot n_{tr} \cdot q \Rightarrow N_c = \frac{Q}{q \cdot n_{tr}}$$

où  $Q$  est la quantité à approvisionner par jour  
 $N_c$  est le nombre de camions nécessaires  
 $n_{tr}$  est le nombre de cycles effectués par jour et par camion.

$q$  est la capacité de la benne du camion en  $m^3$   
Si on désigne par  $T$  la durée d'un cycle, le nombre de cycles par jour sera:  $n_{tr} = \frac{8 \text{ heures}}{T}$

La durée  $T$  d'un cycle est donnée par la relation suivante:

$$T = \frac{2D}{V} + t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$\frac{2D}{V}$ : temps que met l'engin pour faire l'aller et retour au lieu d'approvisionnement.

$D$ : distance séparant le chantier du lieu d'approvisionnement. Dans notre cas, l'appro se fait à partir du parc de Sidi BEL-Abbès

$$D \approx 30 \text{ Km}$$

$V$ : vitesse moyenne de l'engin

$t_1$ : temps d'approche du lieu d'approvisionnement

Dans notre cas on le néglige.

$t_2$ : temps d'attente avant le déchargement.  
On le néglige.

$t_3$  : temps de chargement

$t_4$  : temps de déchargement

$t_3$  et  $t_4$  dépendent de la capacité de la benne, de la nature du matériau à transporter et de l'effectif affecté à l'opération

Notre relation se réduit donc à 
$$T = \frac{2D}{V} + t_3 + t_4$$

Dans le bâtiment, le secteur du Génie civil mobilise à lui seul 75% des camions de transport.

Nous allons calculer donc le nombre de camions de transport nécessaires pour approvisionner les matériaux suivants : ciment, gravier, sable, tout venant, aciers, briques, parpaings.

L'approvisionnement doit commencer quelques jours avant la consommation. Il doit respecter scrupuleusement les principes suivants :

- les engins doivent être exploités au maximum
- le chantier doit être pourvu constamment d'un stock.
- le stock ne doit pas dépasser des dimensions engendrant des surfaces onéreuses.

### 1/ Ciment

$$Q_{\text{moy}} = 19 \text{ t/j}$$

$$t_3 = t_4 = 20 \text{ minutes}$$

$$V = 50 \text{ Km/h}$$

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

$$T = \frac{2D}{V} + t_3 + t_4 = \frac{2 \cdot 30}{\frac{50}{60}} + 20 + 20 = 112 \text{ mn}$$

$$n_{tr} = \frac{8h}{T} = \frac{8 \times 60}{112} = 4 \text{ cycles par jour}$$

$$N_c = \frac{Q_{max}}{n_{tr} \cdot q} = \frac{19}{4 \cdot 10} = 0,48$$

On prend alors 1 camion.

$q = 10 \text{ t}$ ,  $n_{tr} = 4 \Rightarrow$  le camion transporte  $40 \text{ t/jour}$

Mais avec un approvisionnement de  $40 \text{ t/j}$ , on atteindrait un stock d'environ  $4000 \text{ t}$ !

Pour remédier à cet inconvénient, la quantité à approvisionner par jour doit être voisine de la quantité journalière consommée.

Pour atteindre ce but, il suffit d'utiliser le camion un jour sur deux; pendant les autres jours on l'utilise pour l'approvisionnement d'un autre matériau (menuiserie, faïences, matériaux divers, etc...)

La quantité totale à approvisionner est égale à la quantité totale à consommer, soit  $Q_T = 19 \text{ t/jour} \times 405 \text{ j}$

$$Q_T = 7700 \text{ t}$$

La quantité à approvisionner étant de  $20 \text{ t/jour}$ , la durée de l'approvisionnement sera :

$$t_a = \frac{Q_T}{Q_{aj}} = \frac{7700}{20} = 385 \text{ j}$$

Pour le ciment, l'appro. commencera 5 jours avant la consommation, soit le  $25^{\text{ème}}$  jour et prendra fin le  $410^{\text{ème}}$  jour ( $410 = 25 + 385$ )

le diagramme d'appro est donc constant. (planche n°2)

principe du diagramme de stock :

ce diagramme est différentiel. Il est obtenu en cumulant en chaque pt les différences entre les quantités approvisionnées et les quantités consommées.

A partir des diagrammes appro et consommation, nous aurons les stocks suivants:

$$\begin{aligned} \text{stock}_{25} (st_{25}) &= 0 \\ st_{30} &= 20 \times 5 = 100 \text{ t} \\ st_{40} &= 100 + 10 \times (20 - 1,96) = 280,5 \text{ t} \\ st_{55} &= 280,5 + 15 \times (20 - 18,52) = 303 \text{ t} \\ st_{60} &= 303 + 5 \times (20 - 19,5) = 306 \text{ t} \\ st_{400} &= 306 + 340 \times (20 - 20,564) = 114,5 \text{ t} \\ st_{410} &= 114,5 + 10 \times (20 - 18,604) = 128,5 \text{ t} \\ st_{415} &= 128,5 - 5 \times 18,604 = 35,5 \text{ t} \\ st_{430} &= 35,5 - 15 \times 2,044 = 5,1 \text{ t} \\ st_{435} &= 5,1 - 5 \times 1,064 \approx 0 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} st_{25} \\ st_{30} \\ st_{40} \\ st_{55} \\ st_{60} \\ st_{400} \\ st_{410} \\ st_{415} \\ st_{430} \\ st_{435} \end{aligned}} \right\} st_{60} = \text{Stock max} = 306 \text{ t}$$

Le diagramme différentiel de stock du ciment figure également sur la planche n°2

2/ Sable:

$$Q_{\text{moy}} = 31 \text{ m}^3/\text{jour}$$

$$t_3 = 10 \text{ mn}$$

$$t_4 = 3 \text{ mn}$$

On prend des dumpers  $q = 8 \text{ m}^3$ ,  $V = 35 \text{ Km/h}$

$$T = \frac{2D}{V} + t_3 + t_4 = \frac{2 \cdot 30}{\frac{35}{60}} + 10 + 3 = 116 \text{ mn}$$

$$n_{tr} = \frac{8h}{T} = \frac{8 \times 60}{116} = 4,1 \approx 4 \text{ cycles par jour}$$

$$N_c = \frac{Q_{moy}}{n_{tr} \cdot q} = \frac{31}{4 \cdot 8} = 0,9 \approx 1 \text{ dumper}$$

La quantité à approvisionner sera de  $32 \text{ m}^3$  par jour

La quantité totale à approvisionner est  $Q_T = 31 \text{ m}^3/\text{j} \times 405 \text{ j}$

$$Q_T = 12550 \text{ m}^3$$

$$\text{La durée de l'appro sera : } t_a = \frac{12550}{32} = 392 \text{ j}$$

Pour respecter les critères cités au paravant, l'appro doit commencer le 20<sup>ème</sup> jour et se terminera le 412<sup>ème</sup> jour

À partir des diagrammes Appro. et consommation, nous aurons :

$$st_{20} = 0$$

$$st_{400} = 139,6 \text{ m}^3$$

$$st_{30} = 320 \text{ m}^3$$

$$st_{412} = 188,56 \text{ m}^3$$

$$st_{40} = 584 \text{ m}^3$$

$$st_{415} = 104,8 \text{ m}^3$$

$$st_{55} = 648,8 \text{ m}^3$$

$$st_{430} = 17,2 \text{ m}^3$$

$$st_{60} = 656,4 \text{ m}^3$$

$$st_{435} = 2 \text{ m}^3$$

Le stock max est de  $656,4 \text{ m}^3$ . Il est atteint le 60<sup>ème</sup> jour.

Le diagramme différentiel de stock du sable est représenté sur la planche n° 3

### 3/ Gravier

la consommation est constante  $Q_{moy} = 49,68 \text{ m}^3/\text{j}$

On prend des dumpers de mêmes caractéristiques que ceux employés pour le transport du sable:

$$q = 8 \text{ m}^3$$

$$t_3 = 10 \text{ mn}$$

$$D = 30 \text{ km}$$

$$V = 35 \text{ km/h}$$

$$t_4 = 3 \text{ mn}$$

$$T = \frac{2D}{V} + t_3 + t_4 = \frac{2 \cdot 30}{\frac{35}{60}} + 10 + 3 = 116 \text{ mn}$$

$$n_{tr} = \frac{8h}{T} = \frac{8 \cdot 60}{116} = 4 \text{ cycles par jour}$$

$$N_c = \frac{Q_{max}}{n_{tr} \cdot q} = \frac{49,68}{4 \cdot 8} = 1,6$$

\* Si on prend 2 dumpers, la quantité à approvisionner sera de  $2 \times 32 = 64 \text{ m}^3/\text{j}$ . A ce rythme le stock max serait énorme.

\* Si on ne prend qu'un seul dumper la quantité à approvisionner sera de  $1 \times 32 = 32 \text{ m}^3/\text{j}$ . Dans ce cas la durée de l'appro. dépasserait la durée totale d'exécution du village:  $t_a = \frac{Q_T}{Q_{ap}} = \frac{49,68 \times 375 \text{ j}}{32} = 582 \text{ j}$

Pour éviter ces 2 inconvénients, on adopte la solution suivante:

Un dumper sera utilisé à plein temps (4 cycles/jour)  
l'autre ne sera utilisé qu'un jour sur deux.

La quantité à approvisionner sera donc:  $Q_a = 1,5 \times 32 = 48 \text{ m}^3/\text{j}$

La durée de l'appro est:  $t_a = \frac{49,68 \times 375}{48} = 388,5 \text{ jours}$

Le dernier jour, un seul dumper fera un seul voyage.

On n'approvisionnera donc le dernier jour que  $8 \text{ m}^3$  au lieu de  $48 \text{ m}^3$ .

L'appro commencera le 25<sup>ème</sup> jour et prendra fin le 414<sup>ème</sup> jour. Les stocks seront:

$$- st_{25} = 0$$

$$- st_{40} = 48 \times 15 = 720 \text{ m}^3$$

$$- st_{414} = 720 + 373(48 - 49,68) + 8 - 49,68 = 51,68 \text{ m}^3$$

$$- st_{415} = 51,68 - 1 \times 49,68 = 2 \text{ m}^3$$

Le stock max est atteint le 40<sup>ème</sup> jour. stock max = 720 m<sup>3</sup>

Le diagramme différentiel de stock du gravier figure sur la planche n°4

#### 4/ Tout venant (T.V.O)

La consommation est constante

$$Q_{\text{moy}} = 8,84 \text{ m}^3/\text{j}$$

On emploie les mêmes dumpers que précédemment

$$q = 8,5 \text{ m}^3 \quad t_3 = 10 \text{ mn} \quad D = 30 \text{ Km}$$

$$V = 35 \text{ Km/h} \quad t_4 = 3 \text{ mn}$$

$$T = \frac{2D}{V} + t_3 + t_4 = \frac{2 \cdot 30}{\frac{35}{60}} + 10 + 3 = 116 \text{ mn}$$

$$n_{tr} = \frac{8h}{T} = \frac{8 \times 60}{116} = 4 \text{ cycles par jour.}$$

$$N_c = \frac{Q_{\text{moy}}}{n_{tr} \cdot q} = \frac{8,84}{4 \cdot 8,5} = 0,3$$

On prend 1 dumper

. Ce dumper ne sera utilisé qu'un jour sur quatre pour que la quantité approvisionnée soit voisine de la quantité consommée.

La quantité approvisionnée sera de

$$Q_{\text{ap}} = \frac{4 \times 8,5}{4} = 8,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{La durée d'appro sera : } t_a = \frac{8,84 \times 370}{8,5} = 385 \text{ j}$$

L'appro commence le 10<sup>ème</sup> jour et prend fin le 395<sup>ème</sup> j

Les stocks seront :

$$- st_{10} = 0$$

$$- st_{395} = 45,9 \text{ m}^3$$

$$- st_{30} = 170 \text{ m}^3$$

$$- st_{400} = 1,7 \text{ m}^3$$

Le stock max est égal à  $170 \text{ m}^3$ . Il sera atteint le 30<sup>ème</sup> jour  
Pour le diagramme différentiel, voir planche n° 5.

### 5/ Acier

La consommation est constante

$$Q_{\text{moy}} = 0,64 \text{ t/j}$$

On prendra pour le transport de l'acier des camions plate-forme avec remarques :

$$q = 5 \text{ t} \quad t_3 = 20 \text{ mn}$$

$$v = 50 \text{ km/h} \quad t_4 = 20 \text{ mn}$$

$$T = \frac{2D}{v} + t_3 + t_4 \quad T = \frac{2 \cdot 30}{\frac{50}{60}} + 20 + 20 = 112 \text{ mn}$$

$$n_{t_r} = \frac{8h}{T} \quad n_{t_r} = \frac{8 \times 60}{112} = 4 \text{ cycles par jour}$$

$$N_c = \frac{Q_{\text{moy}}}{n_{t_r} \times q} = \frac{0,64}{4 \times 5} = 0,2$$

On prend 1 camion.

Un camion transporte 20 t par jour

La consommation n'est que de 0,64 t par jour

Pour éviter des aires de stockage trop grandes et diminuer la période de stockage (éviter la rouille du métal), on procède comme suit :

- 3 jours d'appro consécutifs tous les 90 jours ouvrables.

On aura en tout 12 jours d'approvisionnement.

$$12 \times 20 \text{ t} = 240 \text{ t} \rightarrow 0,64 \text{ t/j} \times 375 \text{ j} = 240 \text{ t}$$

L'appro commence 5 jours avant l'activité de l'atelier de ferrailage qui, elle aussi, commence 5 jours avant le cycle du béton.



L'appro commencera donc le 30<sup>ème</sup> jour.

Les stocks seront :

$s_{t_{30}} = 0$	$s_{t_{210}} = 66,8 - 87 \times 0,64 = 11,2 t$
$s_{t_{33}} = 3 \times 20 = 60 t$	$s_{t_{213}} = 11,2 + 3(20 - 0,64) = 69,28 t$
$s_{t_{40}} = 60 t$	$s_{t_{300}} = 69,28 - 87 \times 0,64 = 13,6 t$
$s_{t_{120}} = 60 - 80 \times 0,64 = 8,8 t$	$s_{t_{303}} = 13,6 + 3(20 - 0,64) = 71,68 t$
$s_{t_{123}} = 8,8 + 3(20 - 0,64) = 66,8 t$	$s_{t_{415}} = 71,68 - 112 \times 0,64 = 0$

Le stock max = 71,68 t, il est atteint le 303<sup>ème</sup> jour.

Le diagramme de stock est sur la planche n° 6.

### 6/ Parpaings et briques

La consommation est constante :

- parpaings 20x20x40 :  $Q_{1 \text{ moy}} = 520$  pièces/jour
- " " 10x20x40 :  $Q_{2 \text{ moy}} = 520$  pièces/jour
- briques 9 trous :  $Q_{3 \text{ moy}} = 1067$  pièces/jour
- briques 3 trous :  $Q_{4 \text{ moy}} = 1624$  pièces/jour

On utilisera des camions dont les caractéristiques

sont :

$$V = 50 \text{ km/h} \quad t_3 = t_4 = 20 \text{ mn} \quad D = 30 \text{ km.}$$

$$T = \frac{2D}{V} + t_3 + t_4 \quad T = \frac{2 \times 30}{50} + 20 + 20 = 112 \text{ mn}$$

$$n_{tr} = \frac{8h}{T} = \frac{8 \times 60}{112} = 4 \text{ cycles par jour.}$$

La capacité de la benne est :

- \* parpaings 20x20x40 :  $q_1 = 375$  pièces
- \* parpaings 10x20x40 :  $q_2 = 750$  pièces
- \* briques 9 trous :  $q_3 = 2500$  pièces
- \* briques 3 trous :  $q_4 = 5000$  pièces

Dans le souci d'exploiter au maximum le camion et d'éviter des stocks max trop grands, nous avons procédé comme suit à l'utilisation de ce camion :

en 2 jours le camion doit faire :

\* 1 voyage de briques 9 trous

\* 1 voyage de briques 3 trous

\* 4 voyages de parpaings 20x20x40

\* 2 voyages de parpaings 10x20x40

= 8 cycles en 2 jours

ou bien :

1 jour / 12 jours pour briques 9 trous

1 jour / 12 jours pour briques 3 trous

4 jours / 12 jours pour parpaings 20x20x40

2 jours / 12 jours pour parpaings 10x20x40

Ceci équivaut à l'appro moyen suivant :

- parpaings 20x20x40 :  $Q_{ap_1} = \frac{4 \times 375}{2} = 750 \text{ pièces/j}$

- parpaings 10x20x40 :  $Q_{ap_2} = \frac{2}{2} \times 750 = 750 \text{ pièces/j}$

- briques 9 trous :  $Q_{ap_3} = \frac{1}{2} \times 2500 = 1250 \text{ pièces/j}$

- briques 3 trous :  $Q_{ap_4} = \frac{1}{2} \times 5000 = 2500 \text{ pièces/j}$

Le chef de chantier doit veiller à ce que cet organigramme soit strictement appliqué.

Les durées d'appro seront :

- parpaings  $20 \times 20 \times 40$  :  $t_{a_1} = \frac{520 \times 375}{750} = 260 \text{ j}$

- parpaings  $10 \times 20 \times 40$  :  $t_{a_2} = \frac{520 \times 375}{750} = 260 \text{ j}$

- briques 9 trous :  $t_{a_3} = \frac{1067 \times 375}{1250} = 320 \text{ j}$

- briques 3 trous :  $t_{a_4} = \frac{1624 \times 375}{2500} = 244 \text{ j}$

Nous remarquons qu'après 244 jours d'appro, nous aurons un déficit d'un voyage tous les 2 jours et qu'après 260 jours d'appro, il ne restera que les briques 9 trous à approvisionner. A partir de cette dernière date le camion ne sera utilisé qu'un jour sur 12.

L'appro commence 5 jours avant la maçonnerie soit le 50<sup>ème</sup> jour. Il s'achèvera le :

- parpaings  $20 \times 20 \times 40$  : le 310<sup>ème</sup> jour

- parpaings  $10 \times 20 \times 40$  : le 310<sup>ème</sup> jour

- briques 9 trous : le 370<sup>ème</sup> jour

- briques 3 trous : le 294<sup>ème</sup> jour

Les stocks seront :

\* parpaings  $20 \times 20 \times 40$  et  $10 \times 20 \times 40$  :

$$st_{50} = 0$$

$$st_{55} = 5 \times 750 = 3750 \text{ pièces}$$

$$st_{310} = 3750 + 255(750 - 520) = 62400 \text{ pièces}$$

$$st_{430} = 62400 - 520 \times 120 = 0$$

\* briques 9 trous :

$$st_{50} = 0$$

$$st_{55} = 5 \times 1250 = 6250 \text{ pièces}$$

$$st_{370} = 6250 + 315(1250 - 1067) = 64.000 \text{ pièces}$$

$$st_{430} = 64.000 - 1067 \times 60 = 0$$

\* briques 3 trous :

$$x \ st_{50} = 0$$

$$st_{55} = 5 \times 2500 = 12500 \text{ pièces}$$

$$st_{294} = 12500 + 239(2500 - 1624) = 221864 \text{ pièces}$$

$$st_{430} = 221864 - 136 \times 1624 = 1000 \text{ pièces.}$$

Les diagrammes de stock :

\* parpaings  $20 \times 20 \times 40$  et  $10 \times 20 \times 40$  : planche n° 7

\* briques 9 trous : planche n° 8

\* briques 3 trous : planche n° 9

Les stocks max sont :

- parpaings  $20 \times 20 \times 40$  et  $10 \times 20 \times 40$  : 62400 pièces

- briques 9 trous : 64000 pièces

- briques 3 trous : 221864 pièces.

## D/ RESERVOIR D'EAU

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

Le calcul du débit horaire de consommation tient compte de :

- $150 \text{ l/m}^3$  en moyenne pour béton ou mortier
- 30% pour arrosage
- $25 \text{ l/homme.jour}$
- $30 \text{ l/homme résident.jour}$

la consommation max de béton et mortier étant de  $8,33 \text{ m}^3/\text{h}$ , l'effectif max étant d'environ 400 hommes, l'effectif résident max étant d'environ 300; le débit de consommation horaire sera :

$$D_h = 8,33 \times 150 + 1,3 + \frac{25}{8} \times 400 + \frac{30}{8} \times 300$$

$$D_h = 4000 \text{ l/h}$$

En tenant compte de la non uniformité de la consommation, le débit max réel sera :

$$D = D_h \times k \quad \text{où } k \text{ est le coefficient de non uniformité } k = 1,5$$

$$D = 4000 \times 1,5 = 6000 \text{ l/h}$$

Le diamètre de la conduite nécessaire est donné par la relation suivante :

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \times P_c \times 1000}{\pi \times v}} \quad \text{où :}$$

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

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

$\Phi$  : en mm (diamètre de la conduite)

Application numérique :

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \times 6000 \times 1000}{3600 \times \pi \times 2}} \approx 33 \text{ mm}$$

on prendra donc une conduite de 35 mm de diamètre

Par prudence et pour parer aux éventuels aléas d'alimentation, nous prévoyons également une citerne de 5000 l.

## CHAPITRE V

### IMPLANTATION DU CHANTIER

A/ DUREE D'EXECUTION et EFFECTIF

B/ BASE DE VIE

C/ BASE DE PRODUCTION

## A/ DUREE et EFFECTIF

L'estimation de l'implantation s'élève à 3% de l'investissement total du projet

$$I_{imp} = 0,03 I$$

Calculons I :

Le prix de revient d'un mètre carré est 2500 D.A. L'investissement total sera  $I = 2500 \times S$  où  $S$  est la surface utile des logements.

Nous avons  $150 \text{ m}^2$  par villa. Les 75 secteurs (ou villas) occuperont une surface  $S = 75 \times 150 = 11250 \text{ m}^2$

La durée d'exécution de toute l'implantation est estimée à 3 mois ouvrables ( $n=3$ ). Voir cyclogramme.

La productivité d'un ouvrier est 5000 D.A par mois.

L'effectif correspondant à l'implantation est donnée par la formule suivante :

$$e = \frac{I_{imp}}{\text{productivité} \times n}$$

donc nous aurons :

$$e = \frac{11250 \times 2500 \times 0,03}{5000 \times n} = 56,25$$

l'effectif sera de 57 hommes.

L'implantation doit commencer immédiatement après le décapage soit le 5<sup>ème</sup> jour afin de préparer les différentes aires de stockage, la base de vie et la base de production.



## B/ BASE DE VIE

Pour notre chantier, nous avons un effectif actif max de 290 hommes, l'effectif moyen étant de 200 hommes.

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

- 2 % Maîtrise
- 10 % Employés
- 5 % Personnel technique
- 20 % Personnel auxiliaire.

---

37% → pourcentage de l'effectif max (290 hommes)

Donc l'effectif max sur chantier est

$$e = 290 \times 1,37 = 397,3 \approx 400 \text{ hommes}$$

Après une enquête technico-administrative, il s'est avéré que 30% de cet effectif résident dans le village voisin (LAMTAR)

Cependant ils mangent tous au chantier.

Donc l'effectif résident, noté  $e_r$ , sera :

$$e_r = 400 \times 0,7 = 280 \text{ hommes}$$

Dans ce qui suit, nous aurons des calculs à faire soit avec  $e_r$  (dortoirs, salles de bain, ...) soit avec  $e = 400$  hommes (bureaux, réfectoire, ...)

L'effectif total du chantier se divise en 3 catégories suivant des pourcentages

- 1<sup>ère</sup> catégorie : Qualification supérieure : 60%
- 2<sup>ème</sup> " : Manoeuvres : 28%
- 3<sup>ème</sup> " : Technico-administrative : 12%

Dans le calcul de chaque élément de la base de vie nous tiendrons compte de ces pourcentages.

### 1) Vestiaires:

ils sont prévus pour les catégories 1 et 2

\* surface spécifique :  $0,7 \text{ m}^2/\text{personne}$

$$e_1 = 0,6 \times 400 + 0,28 \times 400 = 0,88 \times 452 = 352 \text{ hommes}$$

surface nécessaire :

$$S_1 = 352 \times 0,7 = 246,4 \text{ m}^2$$

On prend une surface de  $2 \times 6 \times 19,5 \text{ m}^2$

### 2) Réfectoire : conçu pour l'effectif total

\* surface spécifique :  $1,35 \text{ m}^2/\text{personne}$

1<sup>er</sup> cas : restauration en 1 seule relève

$$S_2 = 1,35 \times 400 = 540 \text{ m}^2$$

2<sup>ème</sup> cas : restauration en 2 relèves

$$S_2' = \frac{S_2}{2} = \frac{540}{2} = 270 \text{ m}^2$$

Nous avons choisi la 2<sup>ème</sup> solution, la surface sera de  $14 \times 20 \text{ m}^2$

3) Bureaux

pour tout le personnel administratif

$$e_3 = 0,12 \times 400 = 48 \text{ personnes}$$

\* surface spécifique :  $5 \text{ m}^2/\text{personne}$

$$S_3 = 5 \times 48 = 240 \text{ m}^2$$

On prend  $10 \times 24 \text{ m}^2$

4) Dortoirs

pour l'effectif résident  $e_r = 280$  hommes

\* surface spécifique :  $6,5 \text{ m}^2/\text{personne}$

$$S_4 = 6,5 \times 280 = 1820 \text{ m}^2$$

On prend 6 dortoirs de  $10 \times 30 \text{ m}^2$

5) Toilettes sur chantier

pour l'effectif total soit 400 hommes

\* surface spécifique :  $0,05 \text{ m}^2/\text{personne}$

$$S_5 = 0,05 \times 400 = 20 \text{ m}^2$$

On mettra 5 latrines de  $2 \times 2 \text{ m}^2$

6) Salles de bain : pour  $e_r = 280$  hommes

\* surface spécifique :  $0,15 \text{ m}^2/\text{personne}$

$$S_6 = 0,15 \times 280 = 42 \text{ m}^2$$

7) Infirmierie :

pour l'effectif total  $e = 400$  hommes

\* surface spécifique :  $0,2 \text{ m}^2/\text{personne}$

$$S_7 = 0,2 \times 400 = 80 \text{ m}^2$$

## C) BASE DE PRODUCTION

Pour garantir l'uniformité dans l'approvisionnement et pour assurer un bon déroulement des travaux comme prévu dans l'organisation, il est nécessaire <sup>de prévoir</sup> un parc de stockage pour les différents matériaux

L'emplacement des dépôts doit être judicieusement choisi afin d'éliminer les déplacements inutiles des engins et des ouvriers.

### 1) Dépôt de ciment

Le stock max est de 306 tonnes

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

la surface des dépôts est donnée par la formule suivante :

$$S = \frac{St_{\max}}{q} \times k$$

k coefficient de correction dépendant de la nature du matériau

$k = 2$  pour le ciment.

$$S = \frac{306}{1,3} \times 2 = 471 \text{ m}^2$$

On prend un dépôt de  $16 \times 30 \text{ m}^2$

### 2) Dépôt de sable

le stock max est de  $656,4 \text{ m}^3$

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

$k = 1,4$

$$S = \frac{656,4}{2} \times 1,4 = 460 \text{ m}^2$$

On prend  $20 \times 23 \text{ m}^2$

3) Dépôt de gravier

Le stock max est de  $720 \text{ m}^3$

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

$$k = 1,4$$

$$S = \frac{720}{2} \times 1,4 = 504 \text{ m}^2$$

On prend  $20 \times 25 \text{ m}^2$

4) Dépôt de T.V.O

Le stock max est de  $170 \text{ m}^3$

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

$$k = 1,4$$

$$S = \frac{170}{2} \times 1,4 = 119 \text{ m}^2$$

On prend  $10 \times 12 \text{ m}^2$

5) Dépôt d'acier

Le stock max est de  $71,68 \text{ t}$

\* la quantité spécifique est  $q = 0,8 \text{ t}/\text{m}^2$

$$k = 1,4$$

$$S = \frac{71,68}{0,8} \times 1,4 = 125 \text{ m}^2$$

On prend  $9 \times 15 \text{ m}^2$

6) Dépôt de parpaings

le stock max est de :

62400 pièces : parpaings  $20 \times 20 \times 40$

62400 " : " " "  $10 \times 20 \times 40$

Les parpaings seront entassés les uns sur les autres sur une hauteur de 3 m.

$N^{\text{bre}}$  de pièces dans un mètre carré :

$$\text{- parpaings } 20 \times 20 \times 40 : q_1 = \frac{3}{0,2} \times \frac{1 \times 1}{0,2 \times 0,4} = 187,5 \text{ pièce}$$

- parpaings  $10 \times 20 \times 40$  :  $q_2 = \frac{3}{0,2} \times \frac{1 \times 1}{0,1 \times 0,4} = 375$  pièces

Le coefficient de correction est le même  $k = 1,4$

$$S = \left( \frac{St_{max1}}{q_1} + \frac{St_{max2}}{q_2} \right) k$$

$$S = \left( \frac{62400}{187,5} + \frac{62400}{375} \right) \times 1,4 = 700 \text{ m}^2$$

On prendra plusieurs dépôts

### 7) Dépôt de briques

Le stock max est de :

- briques 9 trous : 64000 pièces
- briques 3 trous : 221864 pièces

Elles seront entassées les unes sur les autres sur une hauteur de 3 m.

N<sup>bre</sup> de pièces dans un mètre carré :

- briques 9 trous :  $q_1 = \frac{3}{0,10} \times \frac{1 \times 1}{0,1 \times 0,2} = 1500$  pièces

- briques 3 trous :  $q_2 = \frac{3}{0,10} \times \frac{1 \times 1}{0,05 \times 0,2} = 3000$  pièces

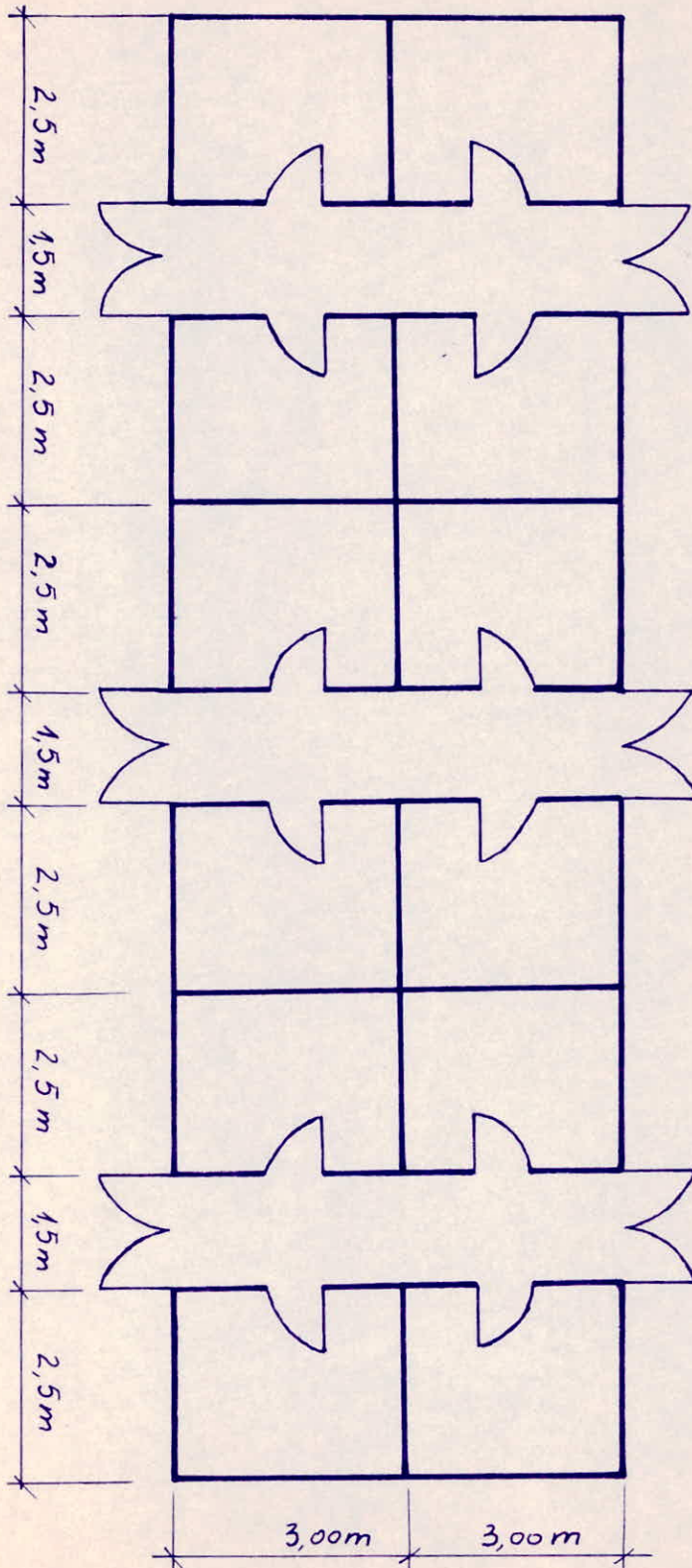
Le coefficient de correction  $k = 1,4$

$$S = \left( \frac{St_{max1}}{q_1} + \frac{St_{max2}}{q_2} \right) \times k$$

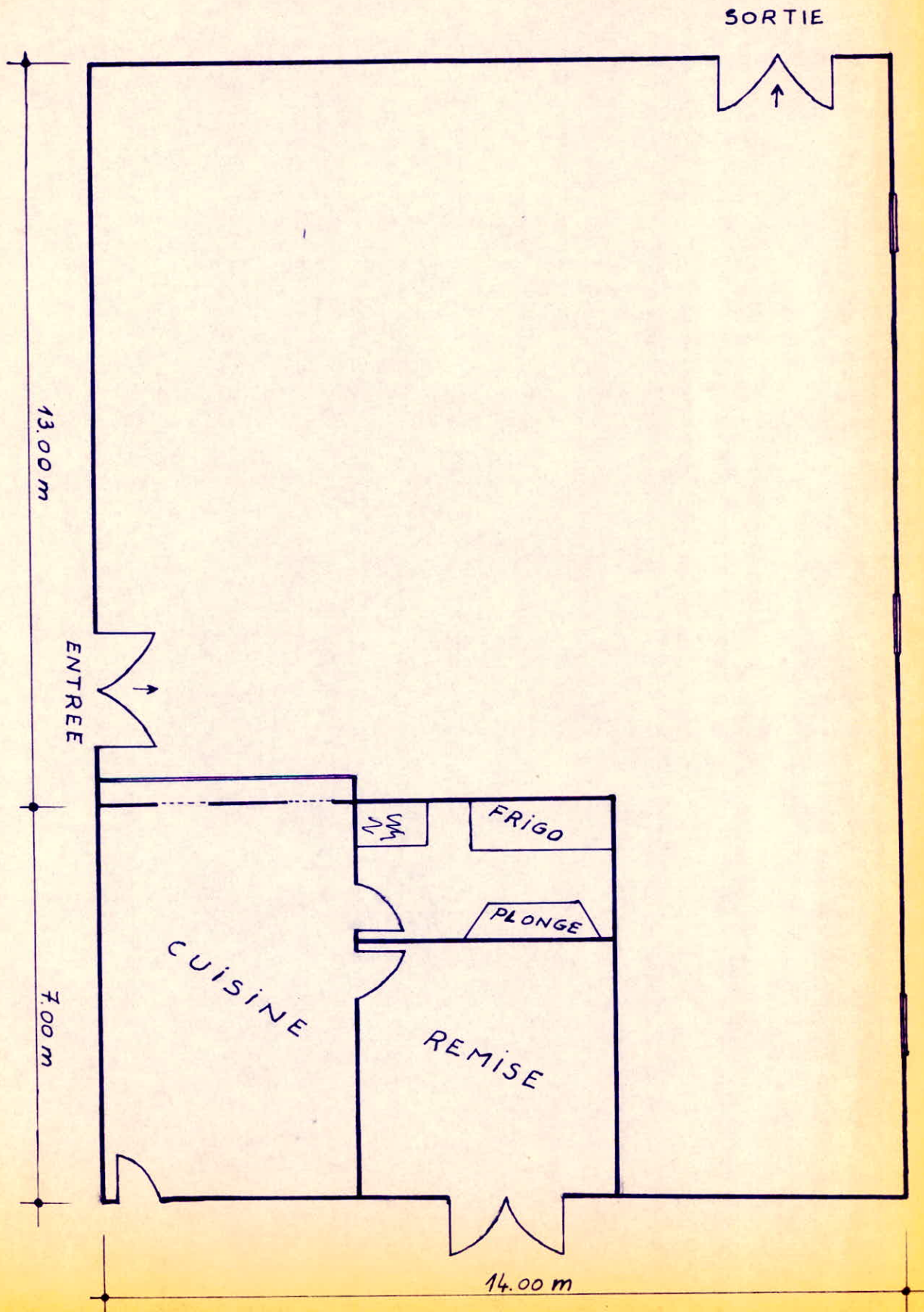
$$S = \left( \frac{64000}{1500} + \frac{221864}{3000} \right) \times 1,4 = 164 \text{ m}^2$$

On prend des dépôts différents éparpillés dans tout le chantier

VESTIAIRES : bloc n°1, le bloc n°2 est identique  
conçus pour 176 personnes



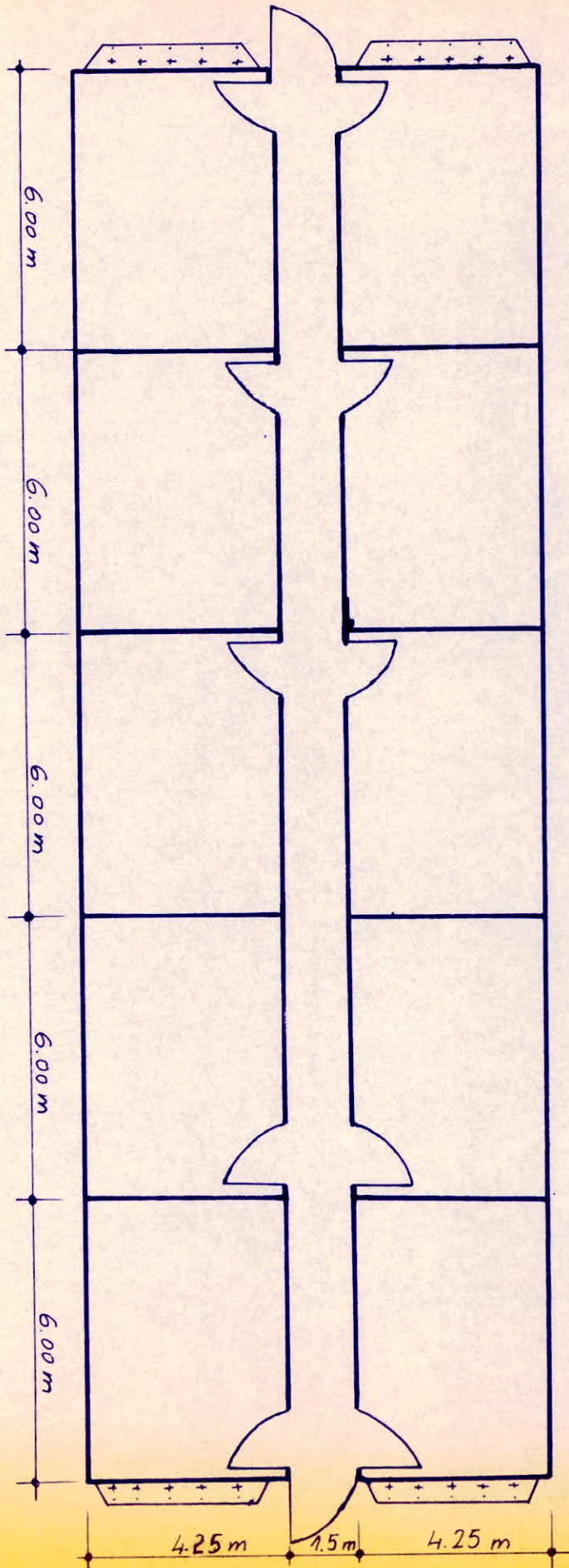
REFECTOIRE





DORTOIR

pour 50 personnes



## CHAPITRE VI

INDICES TECHNICO-ECONOMIQUES

A/ DUREE OPTIMALE D'UN PROJET

B/ CALCUL DES INDICES

## A/ DETERMINATION DE LA DUREE OPTIMALE D'UN PROJET

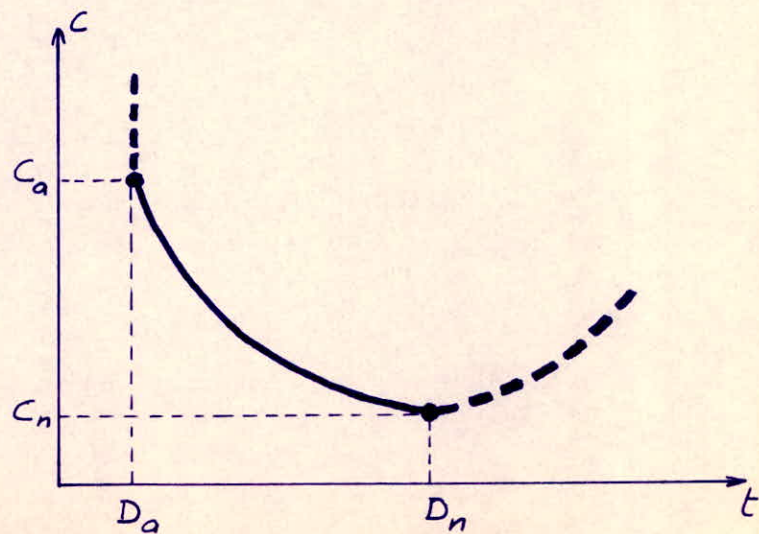
### 1/ Coût direct

Il est évident que le coût d'une construction augmente quand sa durée d'exécution diminue.

Cependant cette variation du coût direct en fonction du temps n'est valable que dans un intervalle déterminé par :

- $D_n$  : durée normale ou durée minimale pour réaliser le projet au coût normal  $C_n$  qui est le coût minimal du projet
- $D_a$  : durée accélérée ou durée minimorum technique du projet à laquelle correspond le coût accéléré  $C_a$ .

La courbe coût-temps est la suivante



- si  $t > D_n \Rightarrow C > C_n$  : On a une double perte en temps et en coût (zone interdite)
- si  $C > C_a \Rightarrow t = D_a$  : On a dans ce cas là une perte en coût (zone interdite). C'est un coût catastrophique.

La durée  $D$  du projet doit être comprise donc entre  $D_a$  et  $D_n$ .

\* Coût pour une unité de temps gagnée : C.U.T.G  
on assimile la courbe à une droite

$$C_{UTG} = \frac{C_a - C_n}{D_n - D_a}$$

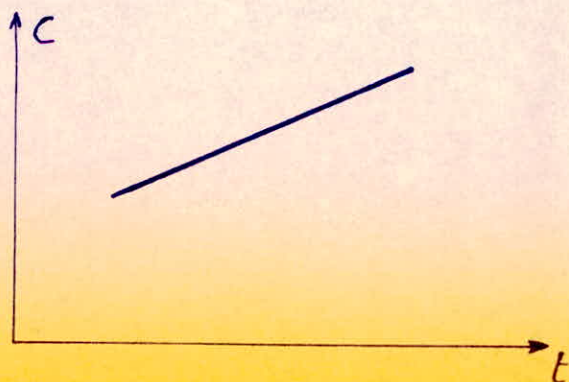
Pour gagner 10% de temps par rapport à  $D_n$  il faut dépenser 2 à 20% en plus par rapport à  $C_n$ . Le choix de la durée dépend donc du  $C_{UTG}$ .

En nous référant à la courbe coût direct-temps, nous voyons que la durée optimale est égale à  $D_n$ . Mais dans un projet il y a aussi les charges indirectes qui sont inévitables.

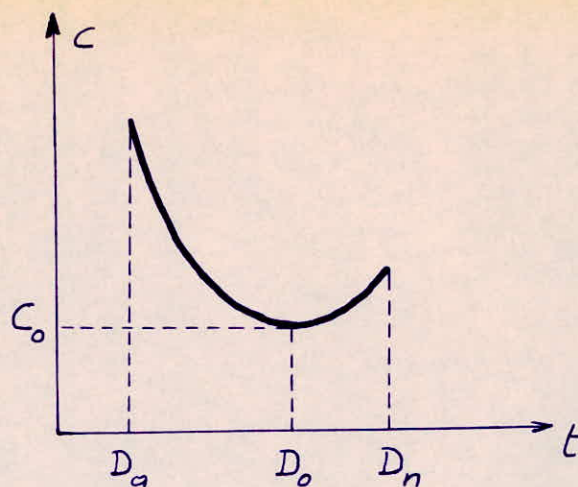
$$\text{Coût total} = \text{coût direct} + \text{coût indirect}$$

## 2) Coût indirect

Il est linéaire et croissant avec le temps.



En superposant le coût direct et le coût indirect, nous obtenons le coût total :



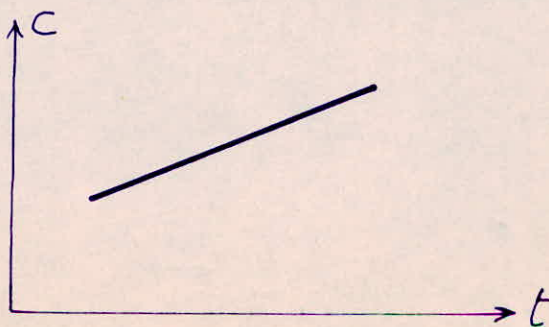
$C_o$ : coût optimal  
 $D_o$ : durée optimale

Cette courbe donne la durée optimale et le coût optimal pour l'exécutant

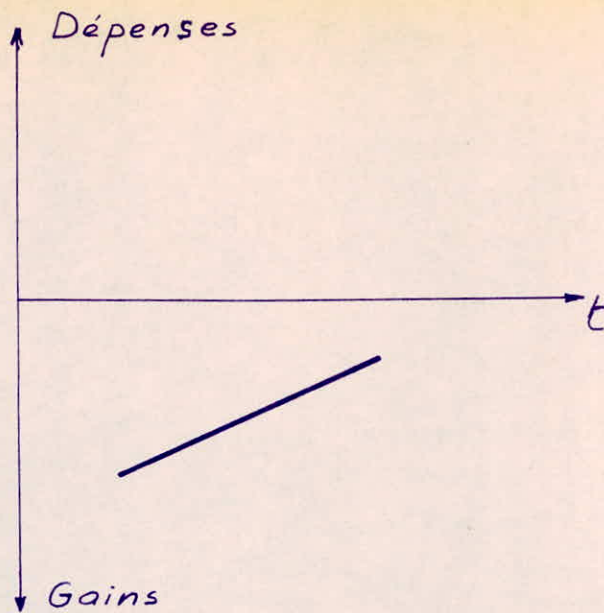
Mais l'Etat est intéressé par la diminution de la durée car il faut tenir compte de la production ultérieure du projet à réaliser et de l'effet du gain de temps sur l'économie nationale.

a) Immobilisation des fonds :

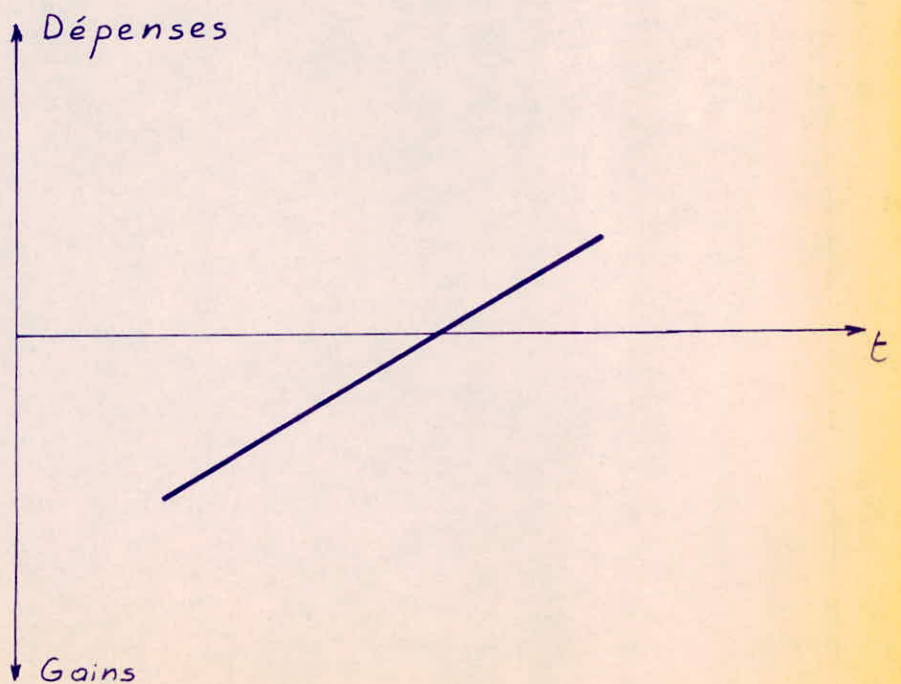
ELLE engendre une perte de 15% par an  
\* coût d'immobilisation des fonds



b/ Revenu supplémentaire national net:

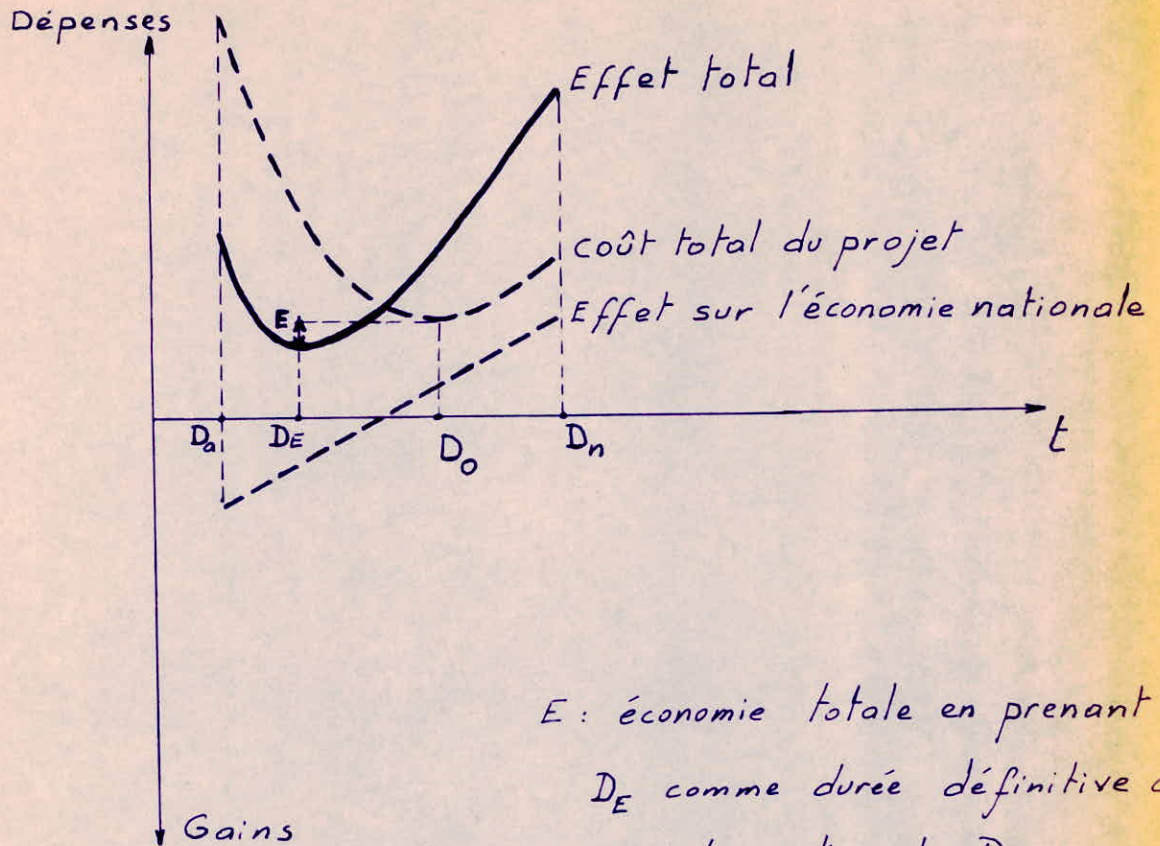


L'immobilisation des fonds et le revenu supplémentaire donnent un effet total sur l'économie nationale .  
Cet effet se traduit par la courbe suivante



Si on diminue la durée de 10% par rapport à  $D_n$ , on a un gain de 7% pour l'économie nationale.

Pour le choix définitif de la durée il faut donc superposer l'effet total sur l'économie nationale et le coût total du projet.



$E$  : économie totale en prenant  $D_E$  comme durée définitive du projet au lieu de  $D_0$

L'Etat couvre les pertes de l'exécutant qui résultent en prenant  $D_E$  au lieu de  $D_0$ . Il bénéficie d'une économie  $E$  qu'il distribue sous forme de primes.

## B/ CALCUL DES INDICES

### 1) Volumes de travail:

• Décapage	$V_T = 2 \times 37,5 \times 8$	= 600 h H
• Implantation	$V_T = 57 \times 90 \times 8$	= 41040 h H
• Terrassement	—	= 1200 "
• V. R. D	—	= 62160 "
• Fouilles en puits	—	= 12000 "
• Fouilles en rigole	—	= 12000 "
• Béton	—	= 147000 "
• Etanchéité terrasse	—	= 24000 "
• Maçonnerie	—	= 66000 "
• Enduits et revêt.	—	= 66000 "
• Menuiserie	—	= 18000 "
• Plomberie sanit.	—	= 24000 "
• Electricité	—	= 30000 "
• Peinture - vitrerie	—	= 18000 "
• Préparation Béton	—	= 18960 "
• Ateliers coffrage	—	= 22000 "
• Ateliers ferrailage	—	= 9000 "
• Elevation matériaux	—	= 65520 "
• Divers	—	= <u>91000 "</u>

$$V_T \text{ Total} = 728480 \text{ h H}$$



Le volume de travail par logement est :

$$V_T / \log^t = \frac{728480}{150} = 4856 \text{ hH} / \log^t$$

La surface habitable étant de  $110 \text{ m}^2$  par logement, le volume de travail par mètre carré habitable sera :

$$V_T / \text{m}^2 = \frac{4856}{110} = 44 \text{ hH} / \text{m}^2 \quad \underline{\underline{V_T / \text{m}^2 = 44 \text{ hH} / \text{m}^2}}$$

A titre comparatif, le volume de travail par mètre carré habitable est :

en - ALLEMAGNE :  $27 \text{ h.H} / \text{m}^2$

- U.S.A :  $12 \text{ hH} / \text{m}^2$

## 2/ Autres indices :

- Le rapport d'occupation du terrain est égal à

$$k = \frac{\text{surface occupée par log<sup>ts</sup> et voies}}{\text{surface totale du terrain cloturé}}$$

$$k = \frac{13 \text{ ha}}{14 \text{ ha}} = 0,93 \quad \underline{\underline{k = 93\%}}$$

- Indice de stabilité

$$I_s = \frac{T_s}{T_e} \quad 0 \leq I_s \leq 1$$

$T_s$  : durée de stabilité (effectif, matériel, matériaux)

$T_e$  : durée totale d'exécution = 455 jours

D'après les diagrammes de consommation des matériaux et de l'effectif nous avons  $T_s = 340$  jours

$$\text{donc } I_s = \frac{340}{455} = 0,75 \quad \underline{\underline{I_s = 0,75}}$$

- Indice d'utilisation uniforme des ressources

$$I_{u.u.r} = \frac{1}{2} \frac{T_s + T_e}{T_e}$$

$$I_{u.u.r} = \frac{1}{2} \frac{340 + 455}{455} = 0,87$$

$$\underline{\underline{I_{u.u.r} = 0,87}}$$

- Effectif moyen :

$$e_{moy} = \frac{V_T}{T_e}$$

$V_T$  : volume de travail total = 728480 hH

$$e_{moy} = \frac{728480}{455 \times 8} = 200 \text{ hommes}$$

- Coefficient d'uniformité de l'effectif

$$k' = \frac{e_{moy}}{e_{max}}$$

$$e_{max} = 290 \text{ hommes}$$

$$k' = \frac{200}{290} = 0,69$$

$$\underline{\underline{k' = 0,69}}$$

- Productivité pécuniaire par mois calendaire

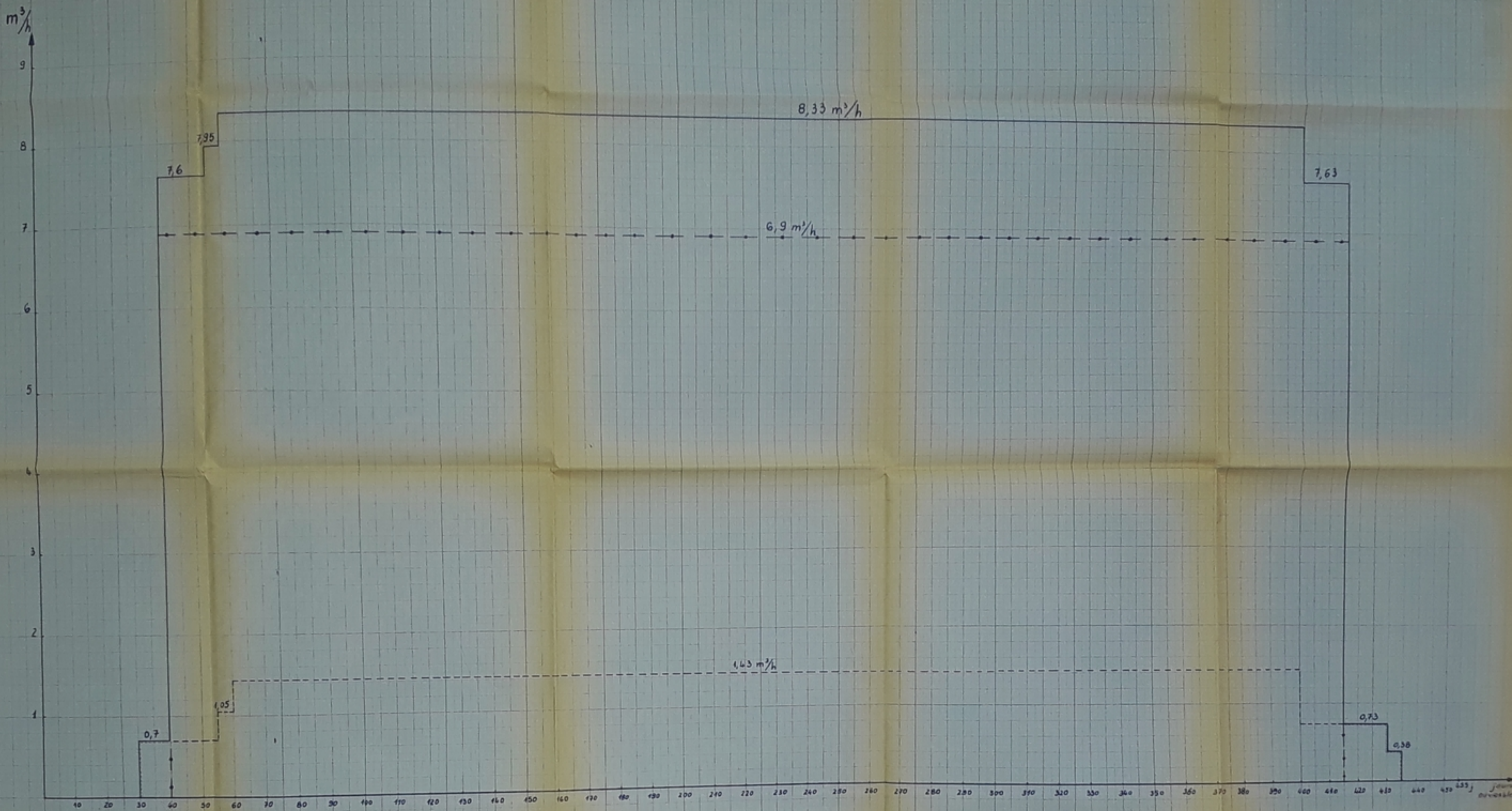
$$P^{té} = \frac{\text{Estimation totale}}{\text{effectif moyen} \times m}$$

$m$  : n<sup>bre</sup> de mois calendaires = 17,5

l'estimation totale est évaluée à 28125000 D.A

$$\text{d'où } P^{té} = \frac{28125000 \text{ DA}}{200 \times 17,5} \approx 8000 \text{ D.A / mois. homme}$$

Tous ces différents paramètres montrent l'efficacité de la méthode à la chaîne en bandes et justifient notre choix.



LEGENDE

- MORTIER
- ..... BÉTON
- BÉTON + MORTIER

ORGANISATION DE L'EXECUTION  
DU VILLAGE SOCIALISTE DE LAMTAR

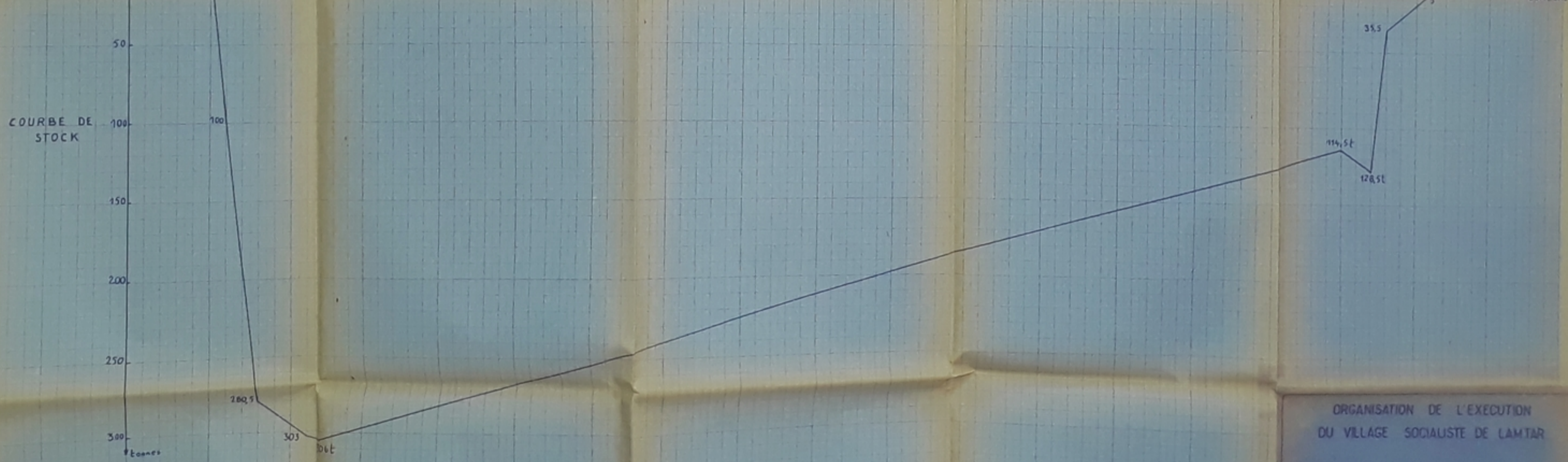
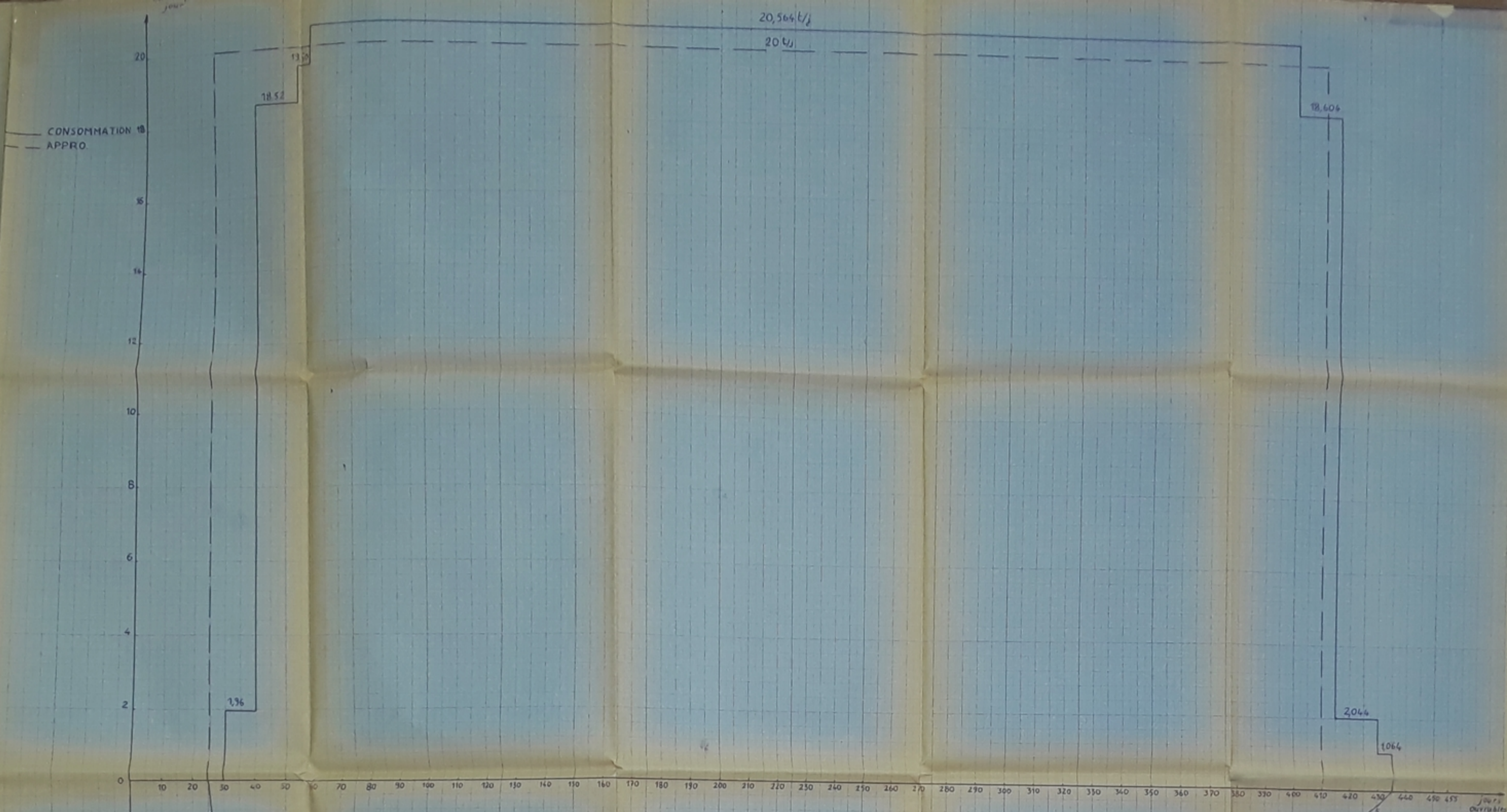
THESE DE FIN D'ETUDES  
PROMOTION JUN 78

proposée par: C.P.R.A.  
suivie par: COLOU RADUCAN  
D'ingénieur

PLANCHE N°1

CONSOMMATION HORAIRE DU  
BETON ET DU MORTIER

PB00478  
1.



ORGANISATION DE L'EXECUTION  
DU VILLAGE SOCIALISTE DE LAMTAR

TRÈSE DE PH OUYERS  
HOUÏCHOU JAN 78

approuvé par L.P.H.S  
le 20/01/78

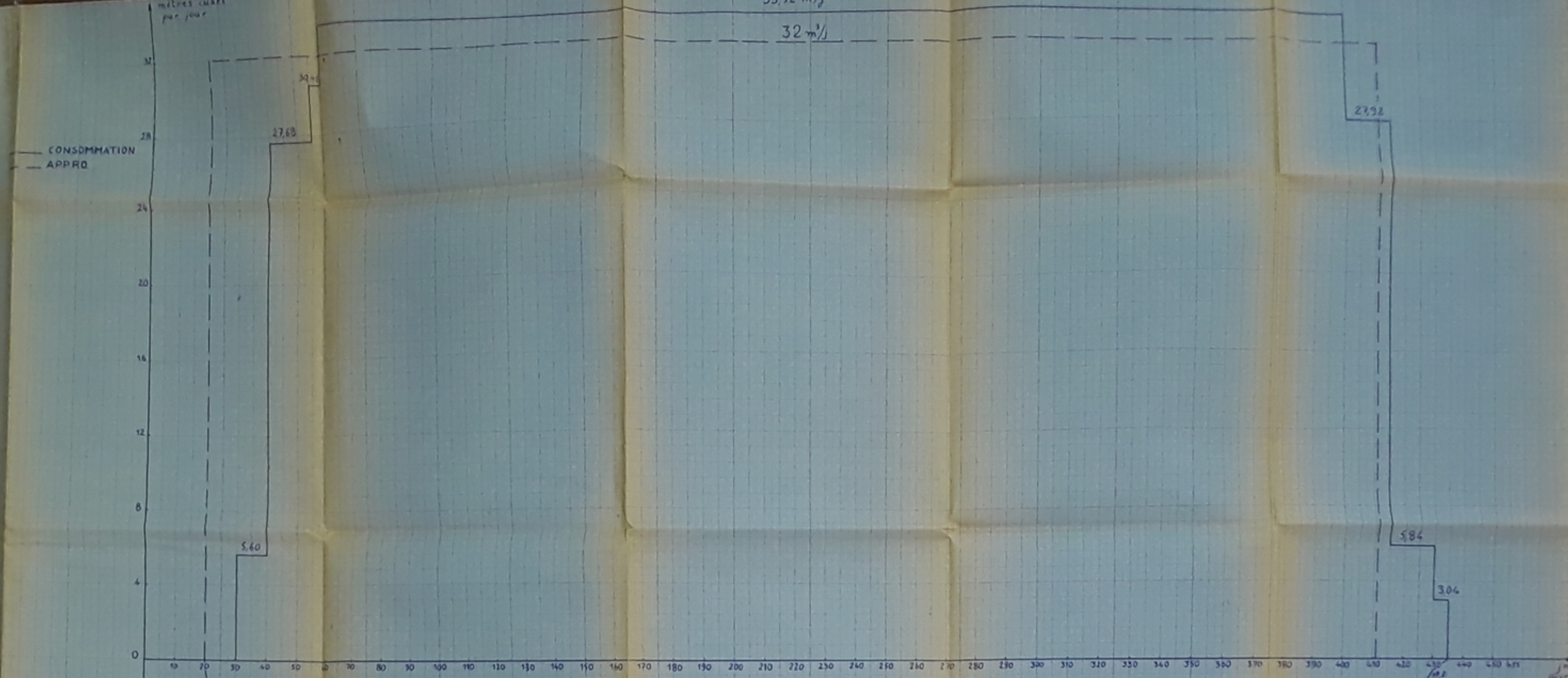
Relevé par A. OUYERS  
et A. BENOIST

PLANCH N°2

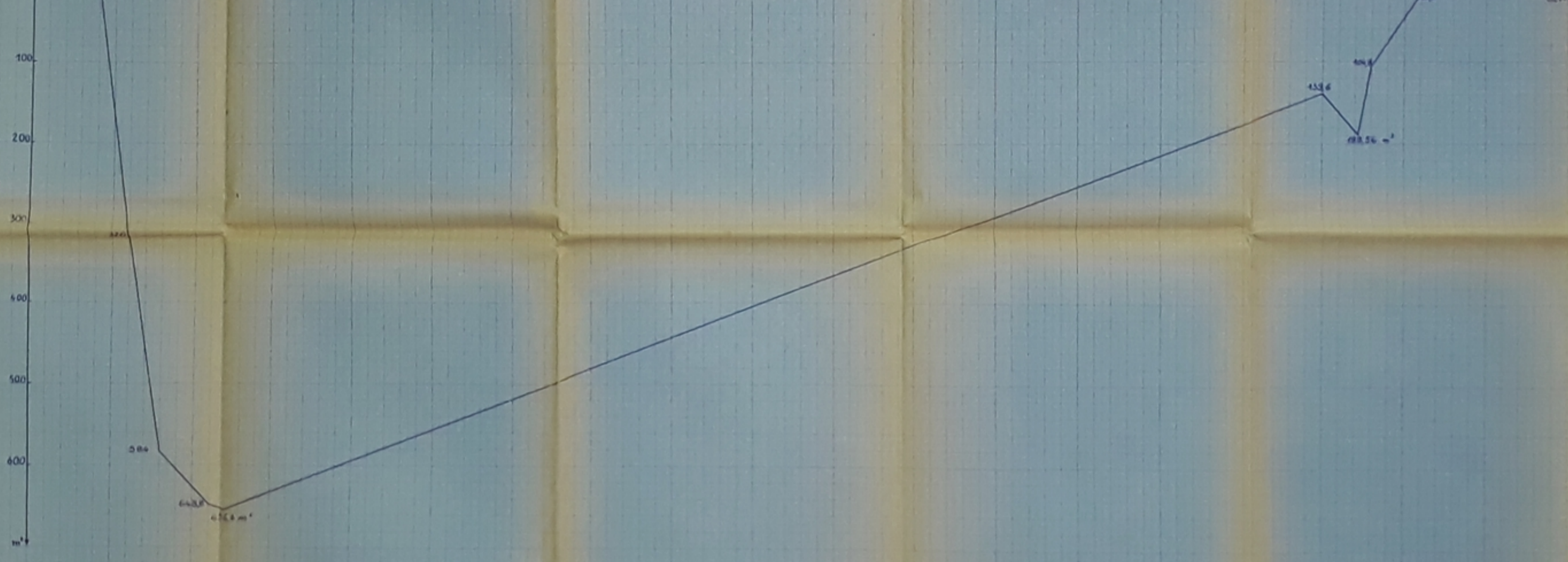
DIAGRAMMES DU CIMENT

PG 004-28  
2

mètres cubes  
par jour



COURBE DE  
STOCK



ORGANISATION DE L'EXECUTION  
DU VILLAGE SOCIALISTE DE LANTON

LE 10/10/1971

PROJET

CHANGEMENTS DE NIVEAU

Planche 77

mètres cubes  
par jour

CONSUMMATION  
APPRO.

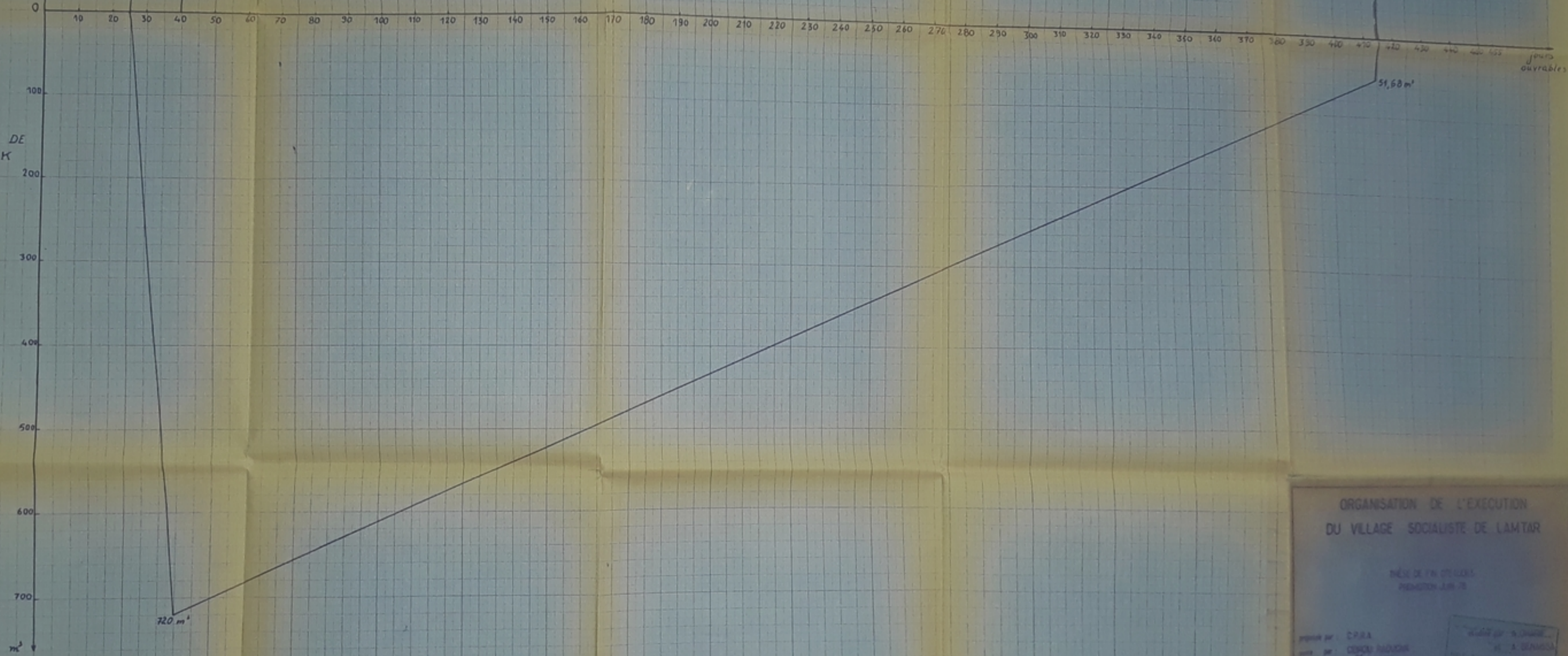
49,68 m<sup>3</sup>/j

48 m<sup>3</sup>/j

51,68 m<sup>3</sup>

720 m<sup>3</sup>

COURBE DE  
STOCK



ORGANISATION DE L'EXECUTION  
DU VILLAGE SOCIALISTE DE LAMTAR

TRAVAIL DE FIN D'ETUDE  
PRESENTE LE 15/05/78

prepare par : DRAA  
corrigé par : DRAA

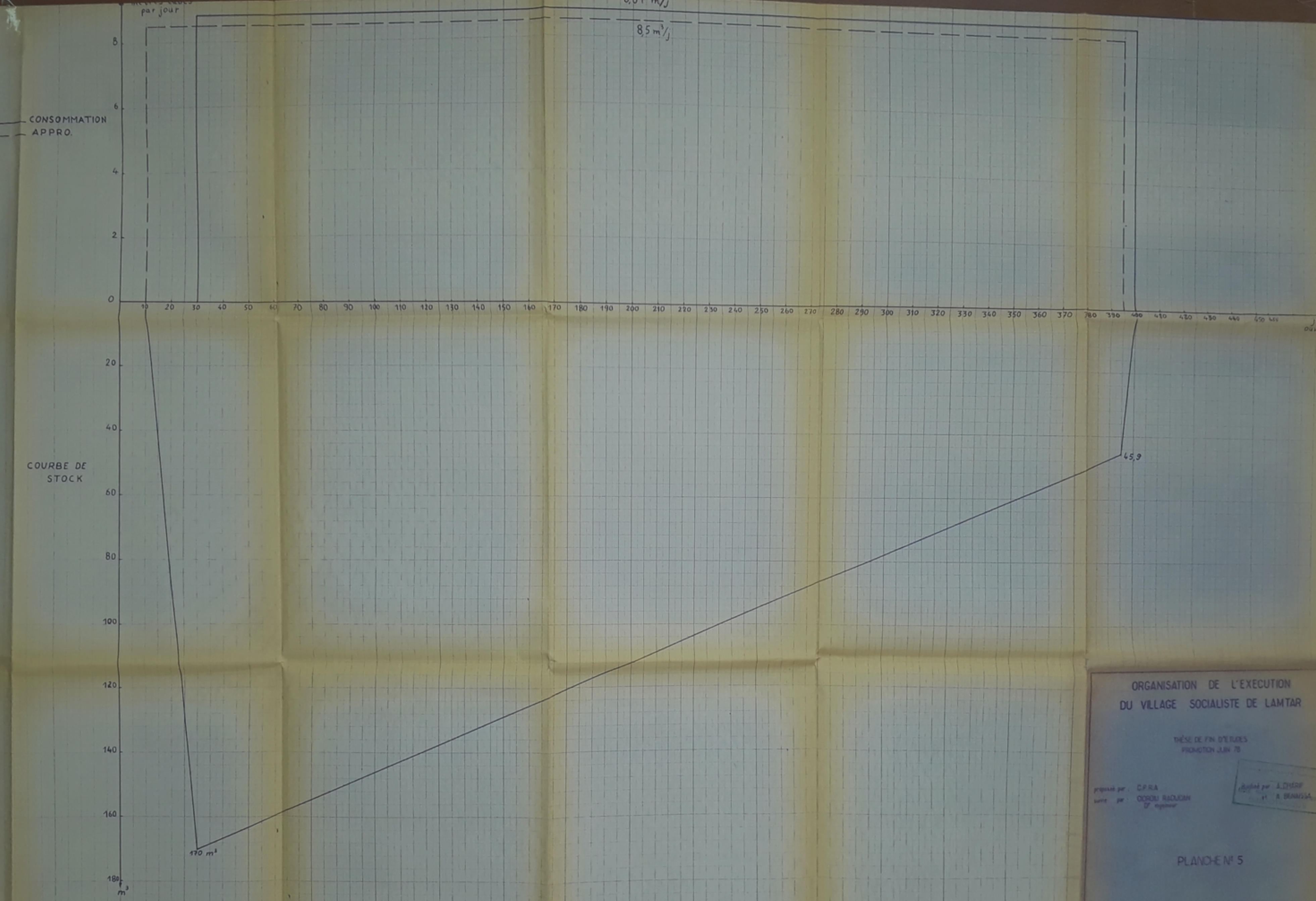
Signature box with illegible text

PLANCH N° 4

DIAGRAMMES DU GRAVIER

PB00423

4



ORGANISATION DE L'EXECUTION  
DU VILLAGE SOCIALISTE DE LAMTAR

THÈSE DE FIN D'ÉTUDES  
PROMOTION JUIN 78

préparé par : C.P.R.A.  
sous la direction de : OUDOU RAOUAH

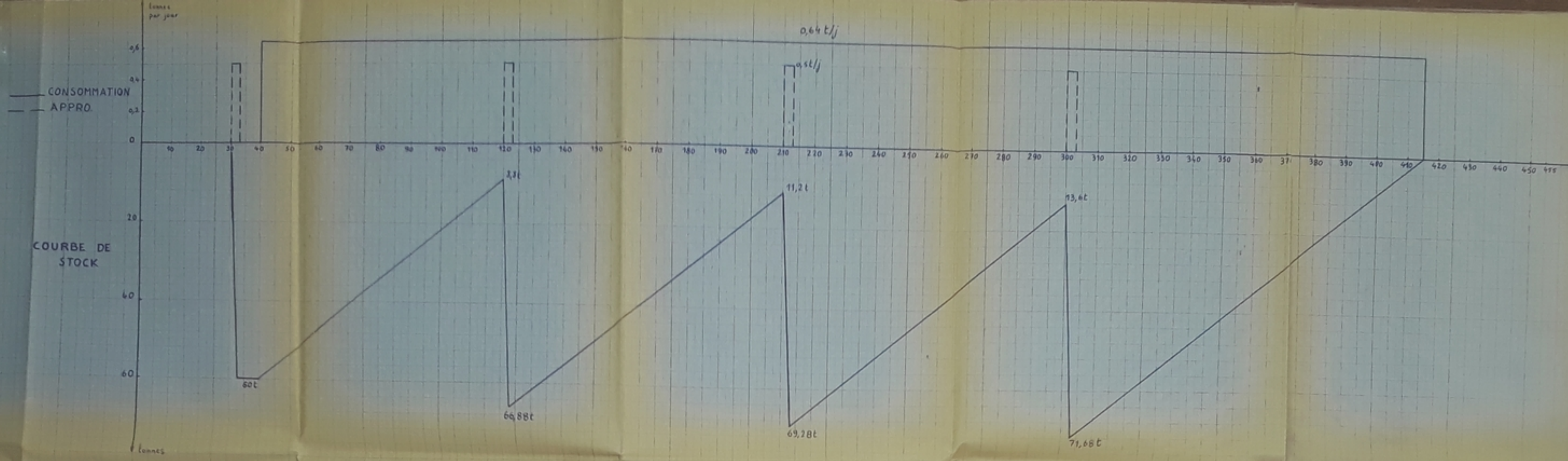
révisé par : A. CHIRIF  
et : A. BENASSA

PLANCHE N° 5

DIAGRAMMES DU TOUTVENANT

PB 00478

-05-



NOTA: Sur le diagramme, nous n'avons représenté que le quarantième de l'appr. La quantité réelle étant de 20t/j

ORGANISATION DE L'EXECUTION  
DU VILLAGE SOCIALISTE DE LAMTAR

THÈSE DE FIN D'ÉTUDES  
PROMOTION JUIN 78

présentée par : C.P.R.A.  
sur le : CORDON RADUCAN  
D'ingénieur

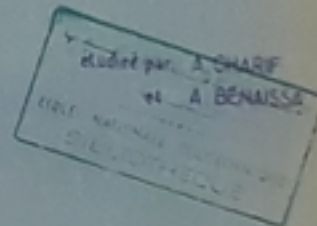


PLANCHE N° 6

DIAGRAMMES DE L'ACIER

PB 00478

-6-



Pièces par jour

750 pièces/j

520 pièces/j

CONSUMMATION  
APPRO

750  
600  
450  
300  
150  
0

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450

3750

COURBE DE STOCK

10.000  
20.000  
30.000  
40.000  
50.000  
60.000

62400 pièces

pièces

NOTA: ces diagrammes sont volables  
par les parpaings 20x20x40 et 40x20x40

ORGANISATION DE L'EXECUTION  
DU VILLAGE SOCIALISTE DE LANTAR

INSTITUT DE RECHERCHES  
INDUSTRIELLES

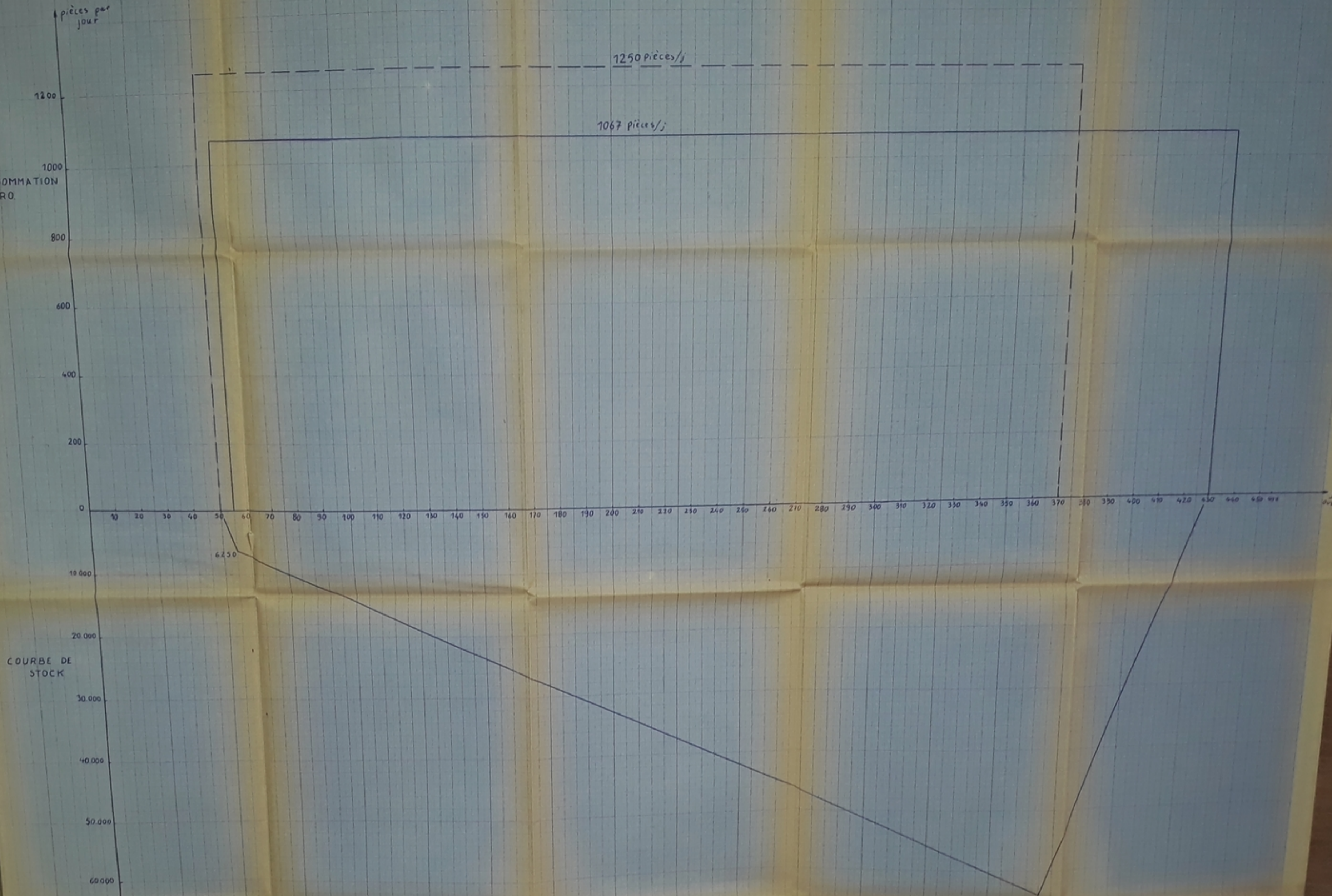
PROJET DE  
CONSTRUCTION

PLAN  
N° 7

PLANCHÉ N° 7

DIAGRAMMES DES PARPAINGS

- 7 -

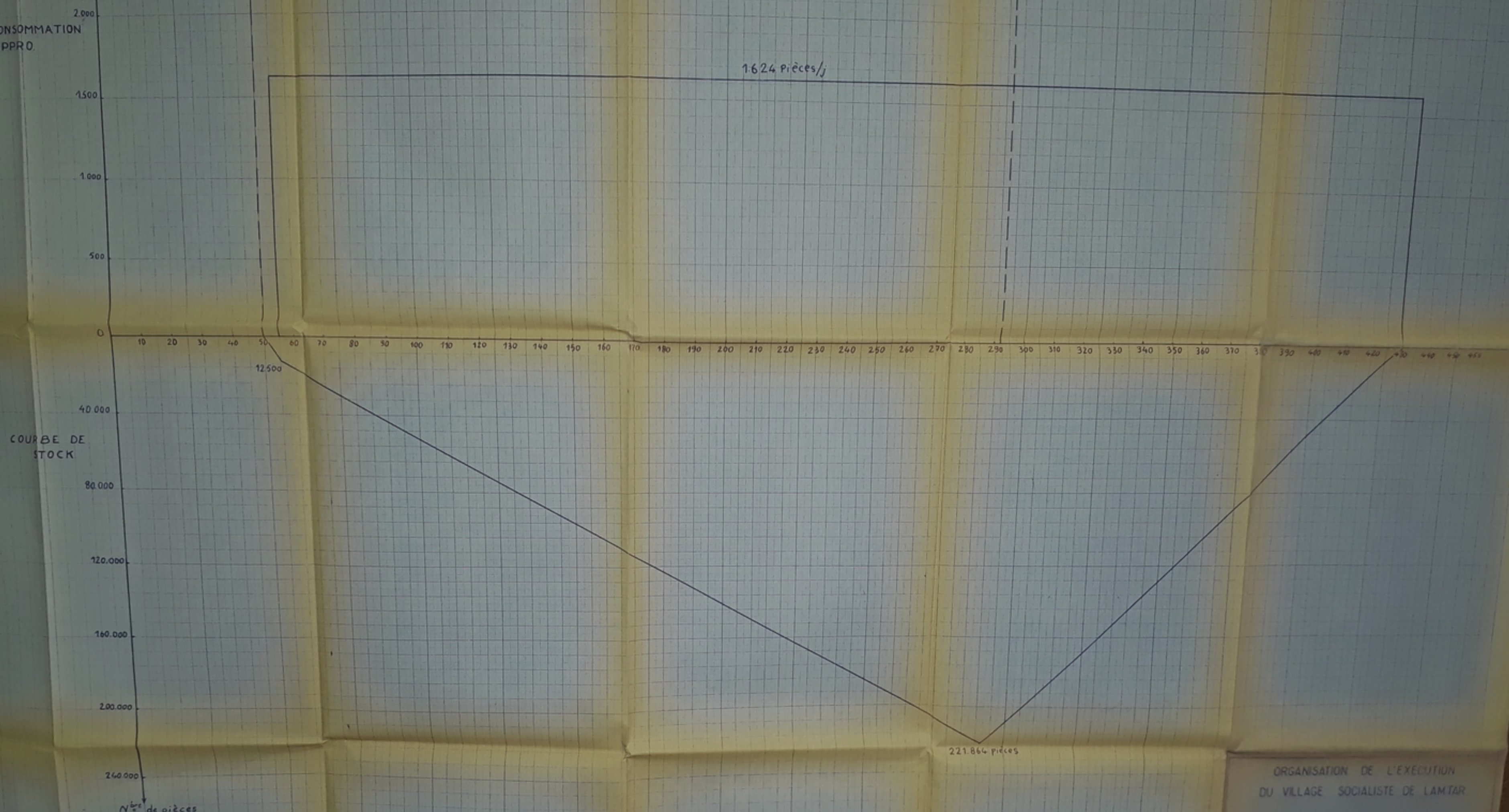


ORGANISATION DE L'EXECUTION  
 DU VILLAGE SOCIALISTE DE LAMTAH

TRAVAIL EN COURS  
 FINISSE EN 1972

PLANCHÉ N°8

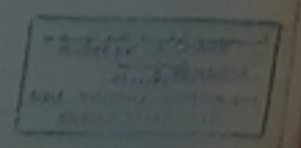
DIAGRAMME BRICKS  
 3 TROUS  
 P.B. 1972



ORGANISATION DE L'EXECUTION  
DU VILLAGE SOCIALISTE DE LAMTAR

MESE DE FIN DES TRAVS  
PREVISTON JAN 78

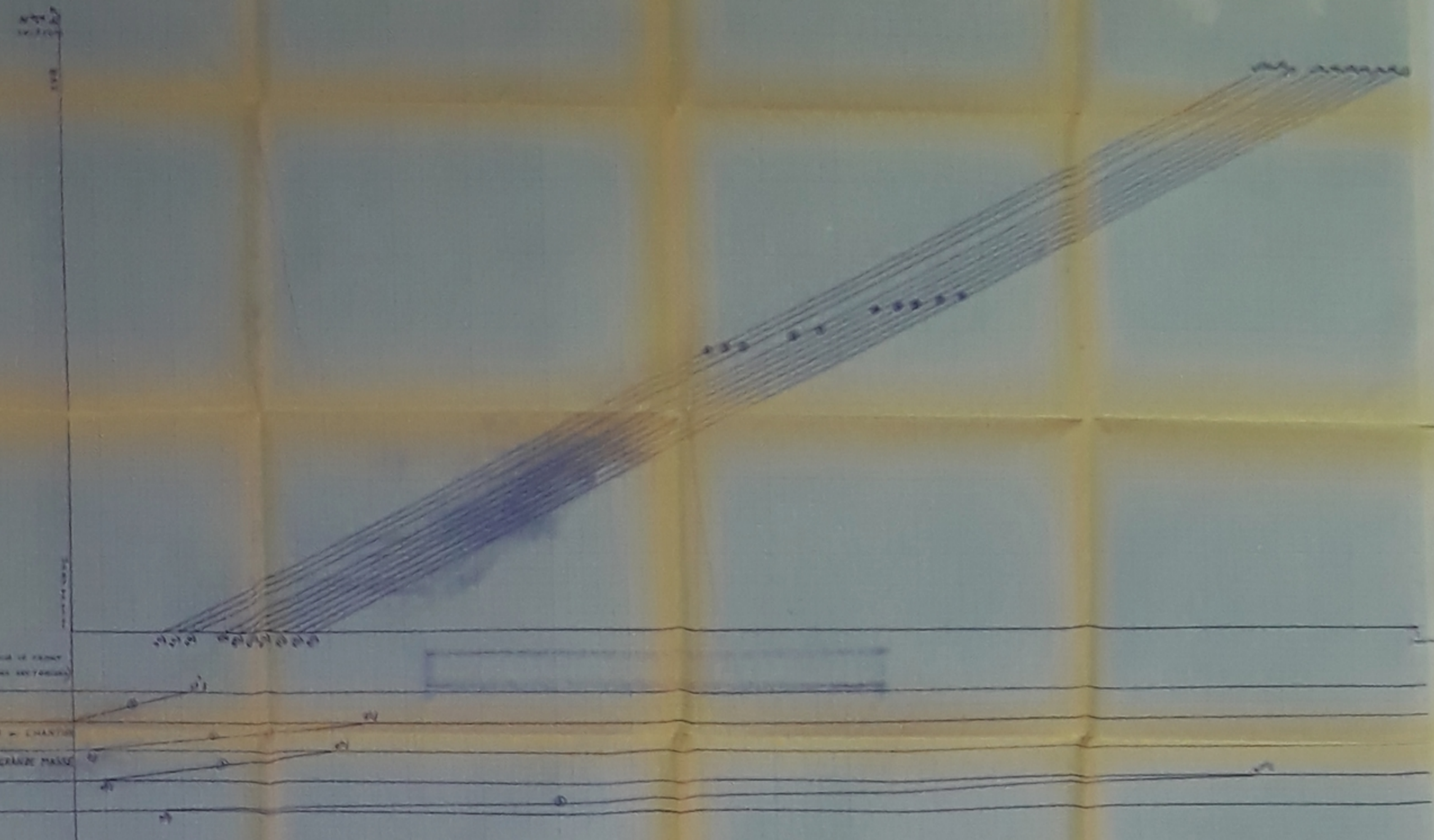
CHIEF DE  
DUREL RADOUAN  
C. ingénieur



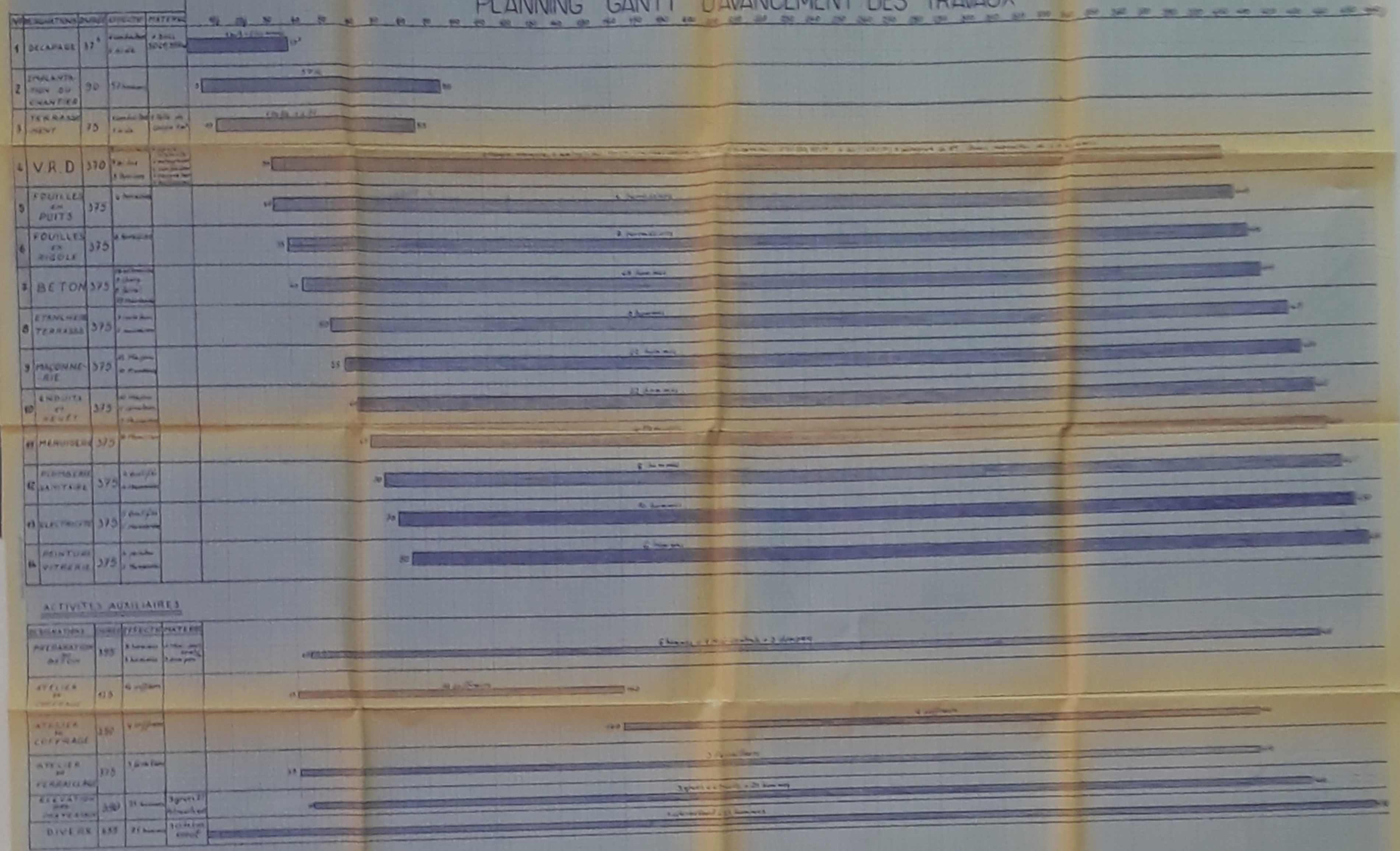
PLANCHÉ N° 9

DIAGRAMME BRIQUES  
3 TROUS

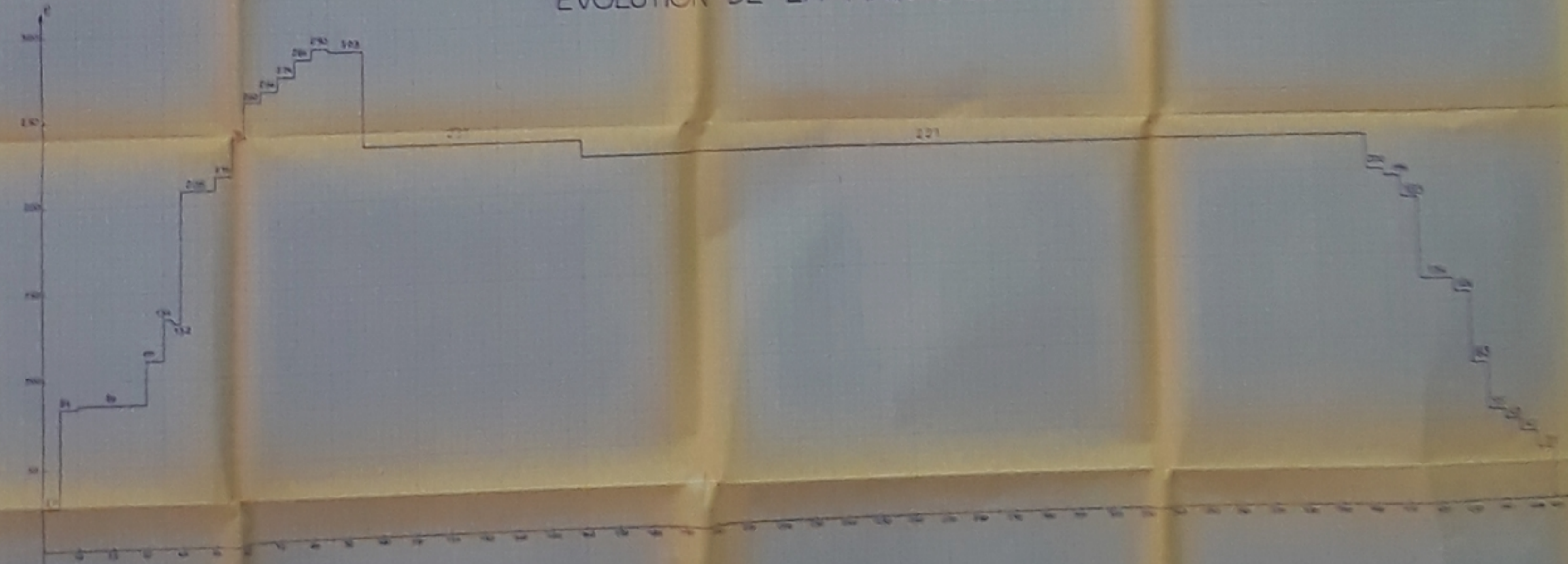
PB 001. 78  
.3.



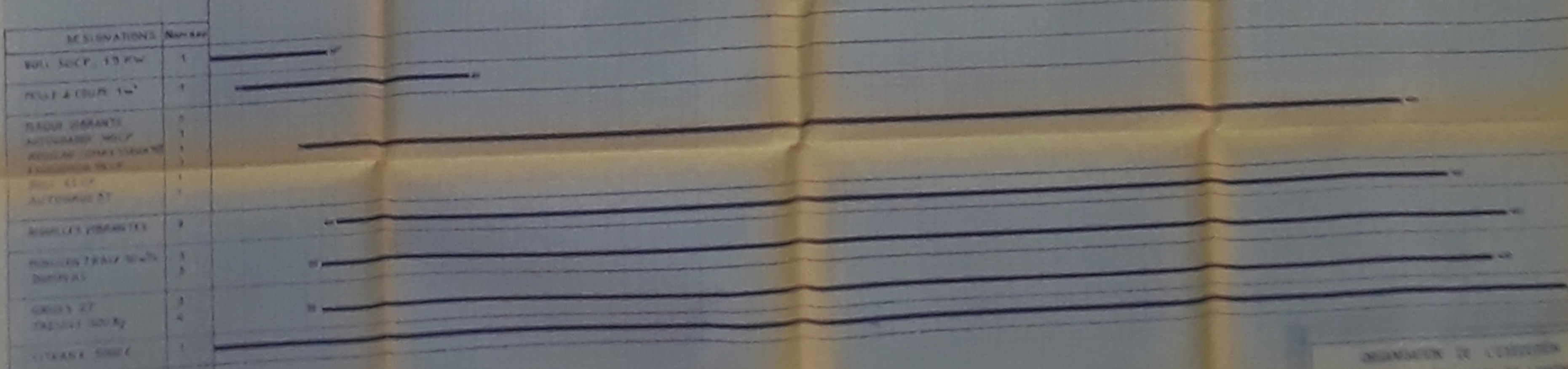
PLANNING GANTT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX



EVOLUTION DE LA MAIN D'OEUVRE



PLANNING D'INTERVENTION DU MATERIEL



ORGANISATION DE L'EXECUTION  
 DE TRAVAUX DE CONSTRUCTION

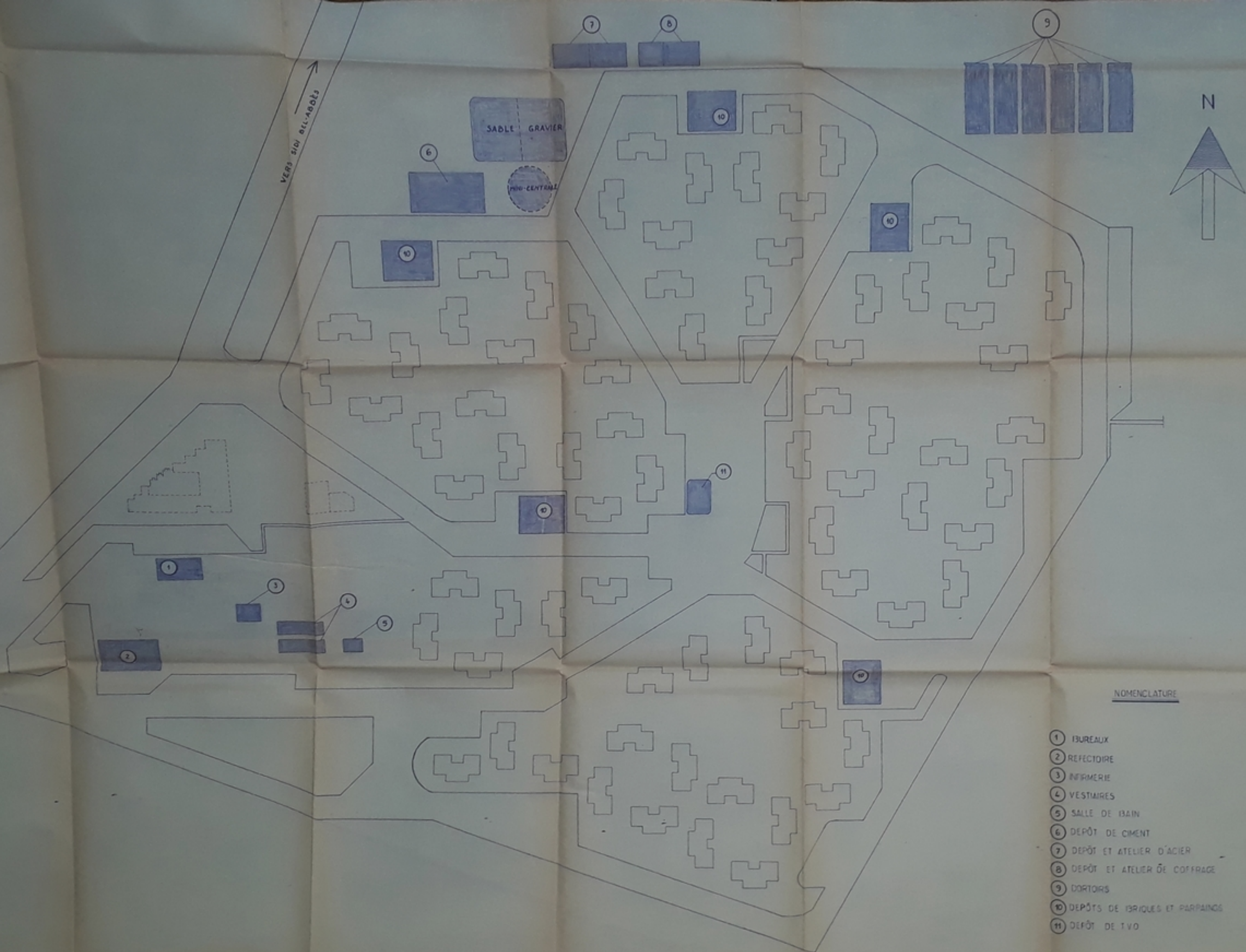
PROJET N°

CHANTIER N°

TRAVAUX

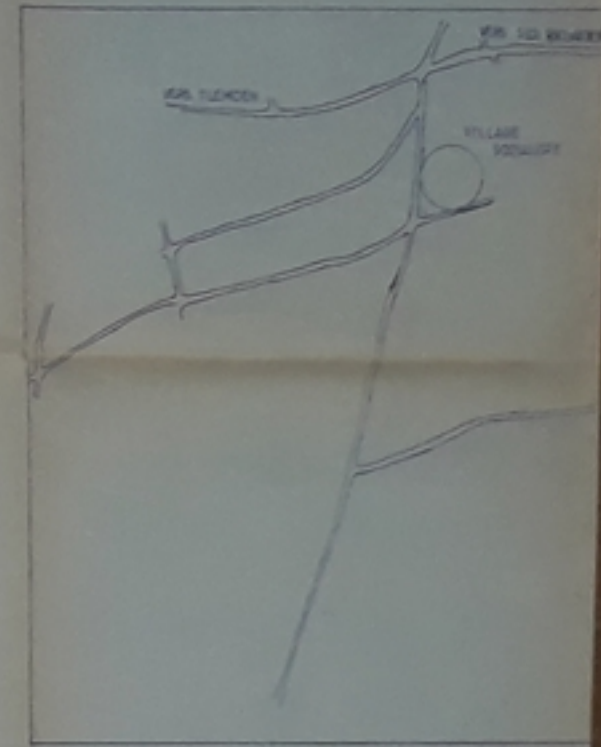
CONSTRUCTION

MATERIEL



NOMENCLATURE

- ① BUREAUX
- ② REPECTOIRE
- ③ INFIRMERIE
- ④ VESTIMAIRES
- ⑤ SALLE DE BAIN
- ⑥ DEPÔT DE CIMENT
- ⑦ DEPÔT ET ATELIER D'ACIER
- ⑧ DEPÔT ET ATELIER DE COFFRAGE
- ⑨ DORTOIRS
- ⑩ DEPÔTS DE BRIQUES ET PARPAINGS
- ⑪ DEPÔT DE TVO



P300472  
-11-

LOGEMENTS

VILLAGE SOCIALISTE  
À LAMTAR

THESE DE FIN D'ETUDES  
- PROMOTION 78 -

projet par CPRA  
sur le site de LAMTAR

Travaux réalisés par  
A. CHAMPI  
A. BENASSIA

ORGANISATION GENERALE  
DU CHANTIER

