

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

UNIVERSITE D'ALGER

ENPA

1/79

Génie Civil

2ex

A Abdel Krim ALOUAOU
5 PLANCHES

Organisation générale
de l'exécution du
village agricole SI-MAHDJOUA

1979



عبد الكريم ع

UNIVERSITE D'ALGER

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDE

ORGANISATION GENERALE DE
L'EXECUTION DU
VILLAGE AGRICOLE SI MAHDJOU

Proposé par :

Société des Travaux de la
Wilaya de Médéa (SOTRAM)

Dirigé par :

Prof. Ingénieur

R. CIOROIU

Etudié par :

Abdelkrim ALOUAOUI



Promotion: Juin 1979

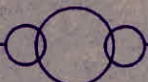
Je dédie ce modeste travail

à ma mère

à mon père

à mes frères et sœurs

à mon épouse -



Qu'il me soit permis de remercier A. R. CIOROIU
qui m'a suivi et orienté tout au long de ce
travail ainsi que tous les Professeurs qui ont
contribués à ma formation.

THEME

Pour la réalisation d'un village agricole de 105 logements (plan de masse, plans architectures et plan béton-armé en annexe) il est demandé l'élaboration du projet d'organisation, appelé aussi le "Dossier de préparation".

Les pièces composantes du dossier seront :

- le Marché.
- Description des méthodes d'organisation des travaux.
- Calcul des Quantités de Travaux.
- Technologie des Travaux.
- Subdivision en secteurs de travail.
- Calcul des ressources :

Main - \leftarrow œuvre

Matériel

Matériels

- Cyclogramme des Travaux
- Graphique à barres (Gantt)
- Diagramme de :
 - l'Effectif - béton armé - Matériel
- Base de vie et de production
- Plan général d'organisation.
- Indicateurs technico-économique.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

DESCRIPTION DES METHODES

D'ORGANISATION DES TRAVAUX

CALCUL DES QUANTITES DES TRAVAUX

TECHNOLOGIE DES TRAVAUX

SUBDIVISION EN SECTEURS DE TRAVAIL

CALCUL DES RESSOURCES :

MAIN D'ŒUVRE

MATERIEL

MATERIAUX

BASE DE VIE ET DE PRODUCTION

INDICATEURS TECHNICO-ECONOMIQUES



ORGANISATION GENERALE
DE L'EXECUTION DU VILLAGE AGRICOLE
SI MAHDJOURB (WILAYA DE MEDEA)

Nous avons à établir l'organisation générale de l'exécution de 165 logements, première phase de la réalisation du village agricole de Si-Mahdjoub de la Wilaya de Média.

Les travaux relevant des corps d'état suivants :

- 1 - Gros-œuvre
- 2 - Menuiserie
- 3 - Plomberie
- 4 - Electricité
- 5 - Peinture-vitrierie
- 6 - Etanchéité

L'objet de la 1^{ère} phase consiste à réaliser un ensemble d'habitations formé d'un assemblage horizontal de cellules. L'assemblage varie suivant les caractéristiques du terrain (pente, voirie, etc...). Les murs communs aux cellules sont mitoyens.

Le délai d'exécution est fixé à partir de la notification de l'ordre de service à 24 mois.

INTRODUCTION

Un ouvrage, depuis son état embryonnaire jusqu'à son état de service, comprend trois phases essentielles :

- la conception
- l'étude de la structure
- l'organisation des travaux

Le temps présent a réservé une place primordiale à l'aspect économique. C'est à cette perspective que la conception et l'étude de résistance d'une construction marquent le pas devant l'importance toujours croissante de l'étude organisationnelle de la construction, à savoir son étude technico-économique.

L'organisation se présente donc sous la forme d'un chemin pour s'acheminer du lancement des travaux à la fin de ceux-ci, en passant par toutes les activités qui composent l'ouvrage tout en respectant leur séquentialité. Cependant, ce chemin peut être suivi selon diverses méthodes, dont le choix est fonction directe des conditions de travail et du délai d'exécution.

L'organisation n'est pas seulement un suivi de réalisation, c'est surtout une planification basée aussi bien sur la théorie que sur l'expérience qui permettra de prévoir la main d'œuvre et le matériel strictement nécessaire, et par voie de conséquence, permettra une orientation contrôlée du budget de l'entreprise.

C'est dans cet esprit que cette troisième phase représente le souci majeur de l'ingénieur constructeur, par conséquent, il serait bien imprudent qu'il la néglige —

4
En quoi consiste la coordination du travail sur les chantiers ?
Qu'est-ce que coordonner ? Est-ce nécessaire ?

En matière de construction, c'est ordonner, combiner et harmoniser le programme d'action, l'enchaînement des opérations, les efforts des exécutants pour réaliser l'édifice avec efficacité et économie, dans les délais prévus.

La coordination est un instrument de stratégie et de tactique de chantier, un élément essentiel du prix de revient, c'est une nécessité économique.

Dans le vocabulaire des organisateurs, nous trouvons des termes analogues au mot "coordination" dont nous voulons préciser les nuances de signification :

- L'ordonnancement : c'est la mise en ordre selon des règles précises du programme d'exécution, c'est l'échelonnement des activités dans le temps et l'espace. L'ordonnancement fixe le moment précis des interventions, leur durée; il détermine les charges des divers engins et des équipes en place; il surveille, contrôle l'avancement, le déroulement régulier des opérations;

L'ordonnancement est la régulation optimale du travail, la mise en ordre logique et technique, des phases d'exécution de chantier.

- La programmation : cela consiste à fractionner le problème à résoudre, en l'occurrence l'exécution des travaux, le chantier, en instructions codifiées, en une suite d'opérations précises, déterminées, constituant un programme de production,

puis à synchroniser, à ordonner l'exécution, le déclenchement des opérations nécessaires, en tenant compte des divers contraintes, des ressources allouées au chantier.

- La planification : c'est l'organisation, la préparation technique du travail, la prévision et l'établissement du programme d'avancement des travaux, par tranches définies en quantité, et jalonnées dans le temps : c'est un emploi du temps prévisionnel du déroulement des activités, la visualisation des décisions prises, sous forme de graphiques appelés plannings.

- Le cycle du travail : c'est la mise en ordre d'une suite d'activités, d'opérations se reproduisant selon le même processus au bout d'un certain intervalle de temps, et constituant un programme plus ou moins étendu, mais bien défini, de production.

Qu'y a-t-il à coordonner, à ordonner ?

De quels outils et moyens dispose-t-on ?

Tout chantier composé de matériaux, de matériel et de hommes ; il nécessite des capitaux et doit produire dans un délai fixé une construction définie par des plans, des devis et des cahiers de charges. Les ressources et ces contraintes, sont les critères déterminants de l'ordonnement, qui intéressera donc toutes les activités qui concourent à l'acte de construire.

Tout est à coordonner, à la fois dans le temps et dans l'espace :

- les tâches multiples du Gros-Oeuvre ;
- les interventions simultanées ou non des divers autres corps d'état ;
- les approvisionnements ;
- l'emploi du matériel - gros engins, outillage, et son entretien ;
- la rotation des équipes ;
- le financement des travaux ;
- la circulation des plans et autres documents d'exécution ;
- la transmission de notes, etc.

A cet effet, l'on disposera de documents de visualisation de décisions : graphiques, diagrammes, tableaux, courbes, plannings, graphes qui mettent en évidence :

- les tâches à accomplir,
- les durées respectives,
- leur enchaînement, leur enclenchement.

Cette programmation des interventions exige une connaissance approfondie des chantiers, des méthodes de travail, des hommes et des techniques d'élaboration des plannings.

Généralités sur les plannings

Que désigne ce mot d'origine américaine ?

Ce mot désigne, au sens propre, la fonction d'ordonnement, le service qui a pour mission de préparer et d'organiser le travail, de le programmer, de le lancer, et de suivre son avancement.

7
Puis, par extension, ce terme désigne le plan de travail détaillé, préparé par ce service, les tableaux et graphiques qui concrétisent son de plus très diverses les prévisions d'utilisation des ressources - matériaux, matériel, personnel, capitaux - dans le temps imparti.

Un planning peut s'appliquer non seulement à toute industrie, mais à tout service administratif, comme à n'importe quelle étude particulière.

Quel est l'objectif commun visé par toute espèce de planning ?

Quelque soit l'objet du planning, le but recherché est double :

1. Prévoir, coordonner et contrôler l'avancement des activités concernées. C'est le rôle essentiel d'un planning.
2. Visualiser de manière simple et abstraite, en demandant des images les plus parlantes et les plus exactes possible, les aspects divers des tâches à accomplir : durée, effectifs, coûts, et en explicitant les liaisons entre ces activités.

En résumé un planning bien conçu doit être un instrument de travail permanent qui permettra la régulation et le contrôle constant du chantier.

Différentes catégories de plannings rencontrés dans le Bâtiment et les travaux publics.

83

Ils sont fort nombreux et nous ne pouvons les étudier tous en détail,

On distingue :

- Le planning général d'avancement des travaux ou planning d'optimisation général, tous corps d'état (T.C.E.)

Il prévoit pour le chantier concerné à l'intérieur du délai contractuel le jalonnement des étapes d'exécution, l'ordonnement des phases de travaux, l'enclenchement des interventions.

- Les plannings particuliers.

Ils concernent directement la régulation de l'exécution. C'est ainsi qu'on établit en ce qui concerne une entreprise de Gros-Œuvre :

1. Le planning de lancement de la préparation du chantier.

2. Le planning d'occupation progressive du chantier qui concerne la mise en place des installations et équipements, avant le démarrage officiel des travaux.

3. Le planning d'ordonnement des diverses chaînes d'opérations, et en particulier le cycle de réalisation des structures, ce qui entraîne la mise au point des plannings suivants.

4. Le planning de main-d'œuvre, concernant l'optimisation des cadences et des effectifs, la répartition et le mouvement du personnel d'exécution.

5. Le planning de commandes, qui régle la cadence des approvisionnements, les dates limites de livraison, en fonction des délais exigés par les fournisseurs et de la date d'utilisation

pièce au planning général. On évite bien sûr, la saturation de
9
cette aire de stockage et les répétitivités.

6. Le planning d'emploi et d'entretien du matériel doit assurer
le meilleur engagement pratique possible.

7. Le planning de financement.

Des plannings plus généraux intéressant toute l'entreprise sur
le plan de la gestion, de l'administration.

On peut ainsi établir :

- Le planning général de financement de divers chantiers ;
- Le planning général de rotation du gros matériel et de son entretien ;
- Le planning d'avancement de divers chantiers en cours ;
- Le planning général de l'ensemble du personnel : siège et chantiers,
etc...

Différents modes de présentation des plannings.

La forme matérielle du planning varie selon :

- le chantier concerné : ouvrage d'art, logements, école, hôpital, etc. ;
- l'objet de la synthèse à visualiser : personnel, matériel, matériaux,
coûts, activités ;
- la personne qui l'utilisera : de l'Ingénieur au Chef de Chantier ;
- le rôle particulier qu'il doit jouer : simple calendrier prévisionnel,
diagramme d'ordonnement, graphique de lancement, courbe
d'avancement, tableau de contrôle, etc, quand il ne joue pas
plusieurs rôles à la fois.

Idées-Forces qui président à l'élaboration de tout planning général TCE.

10

Les idées maîtresses qui doivent être le règle de conception d'une coordination efficace sont exprimées par les principes suivants :

- 1 - Assurer la continuité des interventions des équipes de base, sur l'unité d'exécution.
 - 2 - Equilibrer et pondérer les efforts de différentes équipes sur tous les corps d'état qui agissent successivement sur une même aire de travail.
 - 3 - Ne prévoir qu'un seul corps d'état par lieu de travail.
 - 4 - Rechercher le meilleur engagement pratique du matériel.
 - 5 - Inclure dans l'ordonnement une marge de sécurité ou de neutralisation pour faire face aux aléas générateurs de retard dans l'exécution.
-
-

Etude particulière du planning fléché système PERT ¹¹

C'est une des formes de représentation de la méthode d'ordonnement basée sur la notion de chemin critique.

Principe

L'ensemble du déroulement et de l'enchaînement des tâches est visualisé par un réseau plus ou moins complexe de flèches et on le nomme planning fléché. Ce réseau symbolise, traduit, outre l'imbrication des opérations :

- les contraintes particulières à certaines interventions par rapport à d'autres ;
- la relative des délais de lancement et de fin d'exécution d'une opération par rapport soit à une suite d'activités, soit à l'ensemble de l'ouvrage ;
- le chemin critique, c'est-à-dire la suite des tâches qui conditionnent le respect du délai contractuel imposé par le client. On appelle donc tâches critiques, celles dont la durée d'exécution ne peut être accrue sans augmenter le délai global : ce sont les tâches de commandement.

Les autres tâches ou tâches secondaires, situées en dehors du chemin critique, peuvent se réaliser simultanément ou accessoirement - ce sont les tâches d'accompagnement - mais se trouvent tout de même liées au chemin critique : leur lancement peut être retardé dans la mesure où ce retard n'a aucune incidence sur le déroulement des tâches critiques. Les liaisons et ces battements

de temps apparaissent sur le réseau fléché.

Terminologie particulière à ce mode de présentation.

L'ensemble des figures de la page suivante illustre les différents termes :

- **Graphe** : ce terme sert à désigner tout schéma décomposable en un ensemble de points appelés sommets, et un ensemble de lignes - orientées ou non - qui relient entre eux tous les points - ou une partie seulement. Cet ensemble se nomme réseau dans le syst. PERT.
- **Étape** : c'est un des différents sommets d'un graphe. On l'appelle encore événement ou borne. Ne consomme ni temps ni moyens : durée nulle. L'étape marque le début d'une ou plusieurs interventions, ou la fin d'une ou plusieurs tâches, c'est-à-dire le jalonnement de l'ensemble des opérations. C'est un repère qui désigne une contrainte technique.
- **Opération ou tâche** : toute opération est comprise entre deux étapes : l'étape - origine qui l'enclenche et l'étape aboutissement qui la conduit. La durée de la tâche peut s'inscrire au-dessus de la flèche, et l'effort alloué au-dessous de la vecteur.
- **Séquence logique ou chemin** : elle est constituée par une suite d'opérations dont l'ordre d'exécution ne peut être modifié : elles sont solidaires les unes des autres par des contraintes techniques.
- **Noeud ou carrefour** : c'est une étape où aboutissent, ou bien d'où partent plusieurs flèches. Tout carrefour est important puisqu'il conduit ou déclenche plusieurs opérations, et si les tâches concernées risquent de prendre du retard, le carrefour peut devenir

« un point chaud », car aucune intervention ne peut être déclenchée avant que son étape originale ne soit atteinte par toutes les tâches qui y aboutissent - tâches antécédentes -

- BATTEMENT D'ETAPE.

On appelle battement d'étape, la différence de temps entre le date d'arrivée au plus tard et au plus tôt à l'étape considérée.

- TACHE FICTIVE OU OPERATION - TAMPON.

Il s'agit d'un artifice - symbolisé par un trait discontinu orienté - utilisé pour visualiser une contrainte d'enchaînement, de continuité, liant deux étapes situées sur des chemins différents ou des graphes particuliers regroupés. C'est une liaison logique d'ordonnement : le sens de la flèche précise que telle tâche ne peut commencer avant telle autre.

- CHEMIN CRITIQUE.

C'est parmi tous les chemins du graphe celui qui passe par les étapes à battement nul ou minimal. Ce chemin est tel que tout accroissement de la durée de l'une ou l'autre des opérations formant cette séquence, entraînerait un accroissement du délai global.

- LISTING.

C'est un tableau fournissant la liste des tâches présentées dans un ordre quelconque ou non, et indiquant pour chaque tâche : la durée normale ou probable, les dates d'arrivée au plus tard et au plus tôt à l'étape, le battement de temps qui la concerne éventuellement et aussi les effectifs de base à prévoir.

LISSAGE DES COURBES DE CHARGES .

Cette expression désigne l'opération, le travail d'approche et d'optimisation du coordinateur, qui s'efforce de régulariser, de niveler les ressances de main-d'œuvre afin d'obtenir la continuité d'affectation de chaque équipe de base dans le temps et dans l'espace.

A cet effet il utilise les battements d'étapes existants, ou bien introduit dans le planning des marges artificielles.

MARGE ARTIFICIELLE ou de NEUTRALISATION .

C'est un espace de temps imputé sur le délai contractuel - s'il est impératif - et reparti entre les diverses interventions concernant, par exemple, un niveau donné, une unité de travail, et cela afin d'éviter le talonnage en un lieu donné, d'équipes de base travaillant en continu : cette marge de sécurité ou de neutralisation donne plus de souplesse au planning, facilite le pilotage des travaux et la remise à jour du planning.

LES SIGLES DES SYSTEMES DE PLANNINGS FLECHES .

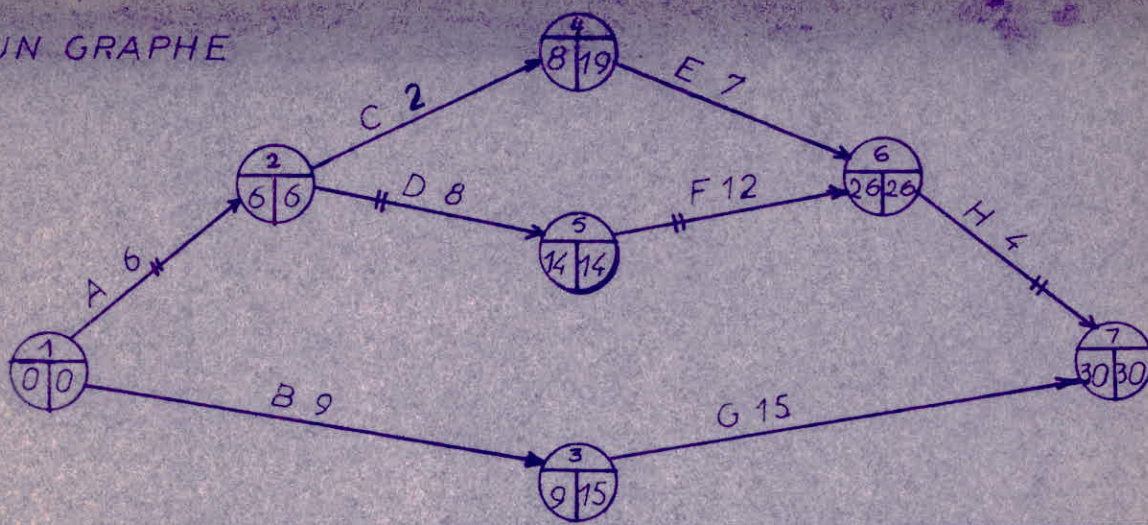
PERT : Program evaluation and review technique ou programme d'élaboration et de réalisation du travail.

CPM : Critical path methode.

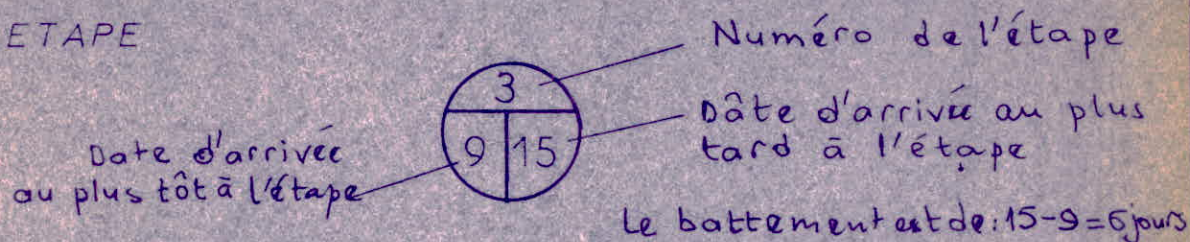
MCC : Méthode du chemin critique.

OPI : Optimisation de planning industriel.

A - UN GRAPHE

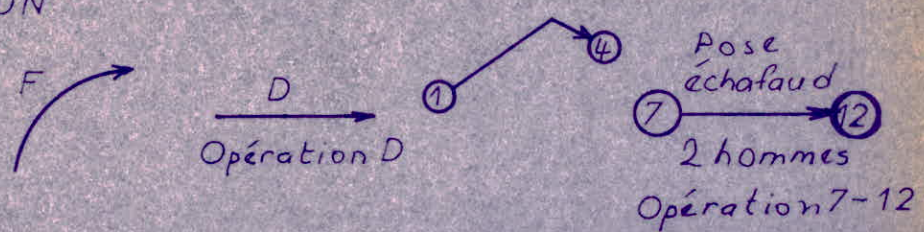


B - UNE ETAPE

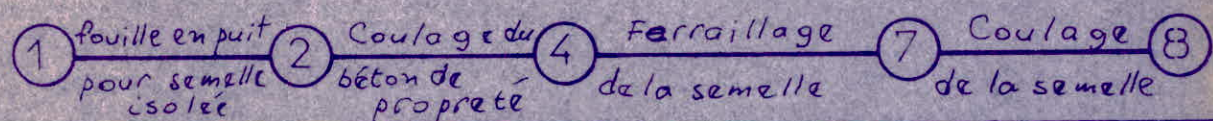


C - UNE OPERATION

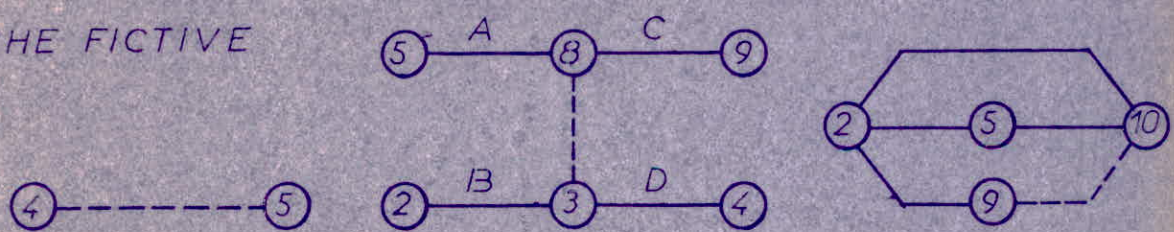
REELLE



D - SEQUENCE LOGIQUE



E - TACHE FICTIVE



F - CHEMIN CRITIQUE



CONCLUSION SUR LA METHODE PERT.

- 1 - C'est un instrument de réflexion, d'analyse de l'ensemble des tâches complexes qui doivent contribuer à l'édification de l'ouvrage, un outil de préparation rationnelle et de coordination du chantier. En effet, grâce à cette méthode, on met en évidence :
 - les tâches prioritaires, les travaux qui ne peuvent supporter aucun retard ;
 - les possibilités de transfert de ressources ;
 - les points d'étranglement ou « points chauds » à étudier tout particulièrement ;
 - les critères de décision de l'optimisation coûts-délais.
- 2 - Elle permet de déceler, soit les équipements d'exécution en nombre insuffisant et qui risquent d'allonger les délais, soit les engins qui risquent d'être surchargés si les aléas surviennent soit encore l'insuffisance ou l'excès de ressources en main-d'œuvre : en remodelant le graphe, on parvient à mieux équilibrer les charges.
- 3 - Bâti avec des données plus ou moins floues, par l'estimation des temps, le diagramme initial peut se corriger assez rapidement, selon les temps réels constatés en cours d'exécution, et également selon les aléas qui se présentent : c'est la grande originalité de ce système.
- 4 - Elle s'adapte parfaitement aux particularités, aux disponibilités de l'entreprise concernée, qui au moment d'ouvrir un chantier peut se trouver devant des problèmes difficiles à résoudre tels que : pénurie de main-d'œuvre qualifiée, surcoût de matériel disponible sur place, délai contractuel impératif et très serré, difficulté

de louer du matériel de complément, etc. La mise en planning
fléché de toute ces contraintes fera apparaître les éléments qui
aideront la Direction à prendre les décisions.

5 - Elle facilite le programmation de chantiers complexes et très
étendus.

6 - Enfin, la pratique du système PERT, oblige les cadres responsables
à tous les échelons, à réviser certaines idées de routine, à repenser
continuellement le problème d'organisation du chantier et du travail,
à décider entre plusieurs solutions, à suivre attentivement le
déroulement du projet, parceque la responsabilité de chacun
est engagée de manière plus précise qu'avec le planning classique.

La méthode à la chaîne d'organisation de l'exécution d'un processus complexe de n secteurs inégaux consiste en l'exécution de chaque processus composant comme succession non rythmique synchronisée entre eux. Continuité et uniformité sont les deux principes fondamentaux de la méthode à la chaîne.

La continuité consiste à exécuter le travail sans interruption, l'approvisionnement en ressources nécessaires doit être conséquent.

L'uniformité doit être respectée tant en approvisionnement (quantités approvisionnées égales pendant des périodes égales) qu'en effectif (les équipes gardent le même effectif avec les mêmes dotations en matériaux et matériel) et qu'en quantité de travaux (des quantités égales de travaux réalisées pendant des périodes égales).

1/ Paramètres de base

a/ Cycle

On appelle "cycle" une série de processus de construction simples ou complexes liés par la considération technologique ou organisationnelle qui ont pour résultat un élément de construction.

b/ Secteur

On appelle "secteur de travail", l'espace de travail établi par une organisation dans laquelle les équipes réalisent les unes après les autres leurs cycles respectifs de travail. La délimitation des secteurs suit les règles constructives et organisationnelles.

c/ Module de temps

On appelle "module de temps" la durée d'exécution d'un cycle de travail sur un secteur.

d/ Pas

On appelle " pas P " l'intervalle de temps entre le début de deux cycles C1 et C2 (C1 précède C2) sur un secteur P ≥ module de temps de C1

e/ Relations séquentielles.

Elles définissent l'ordre chronologique dans lequel doivent s'effectuer les différentes phases du projet.

f/ Quantités de travaux

Pour chaque processus i, il ya une quantité de travail à réaliser notée Qi. Cette quantité est donnée par un mètre.

g/ Volume de travail

Le volume de travail pour le processus i, noté VTi, est le temps mis par un exécutant (homme ou engin) pour exécuter la quantité de travail Qi. C'est aussi l'effectif nécessaire pour réaliser cette même quantité de travail en une unité de temps (heure, jour, relève, semaine etc...)

Soient | ei : le nombre d'exécutants ou effectif
| VTi : le volume de travail

La durée de réalisation de la quantité de travail Qi ou module de temps pour le processus i est donnée par la relation suivante:

$$t_i = \frac{V_{Ti}}{e_i} \quad (1) \quad \text{d'où} \quad V_{Ti} = t_i \times e_i \quad (1a)$$

h/ 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 Nti pour le processus i ; elle est donnée par la relation suivante

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

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

Des relations (1) et (3), on tire la relation universelle :

$$t_i = \frac{Q_i}{N_{pi} \times e_i}$$
$$t_i = \frac{Q_i \times N_{Ti}}{e_i}$$

comme $N_{pi} = \frac{1}{N_{Ti}}$

la rel. universelle peut se

La durée d'exécution est obtenue à partir du cyclogramme

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

Formule dans laquelle :

- T_e : durée totale d'exécution.
- t_i : module de temps pour le processus i .
- τ_i^1 : décalage organisationnel du processus i sur le secteur
- Δ_i^1 : " technologique " " "
- m : nombre de cycles sectorisés.
- n : " secteurs.

Qualités de la méthode à la chaîne

La méthode à la chaîne reste la meilleure pour l'exécution de notre cas précis. Elle est apparente sur les cyclogrammes grande fidélité à chaque instant. Elle caractérise l'industrialisation de construction. Les équipes spécialisés avec le même effectif font le même

travaux sans interruption, consomment les mêmes ressources humaines dans des périodes égales. Les ouvriers exécutent les mêmes opérations et les résultats d'essai de répétition conduisent à une diminution de la durée qui est une conséquence de l'augmentation de la productivité. Ce phénomène de répétition a été l'objet de plusieurs essais, d'où la loi :

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

n : nombre de répétitions
 k : coefficient constant = 0,2
 T_1 : durée d'exécution correspondante à $n=1$

Cas particulier : méthode en bande 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 : $t_i^1 = \text{cte} = t \Rightarrow \sum_{i=1}^{m-1} \tau_i^1 = 0$ d'où :

$$T_e = t_0 + (m+n-1).t + \sum_{i=1}^{m-1} \Delta_i^1$$

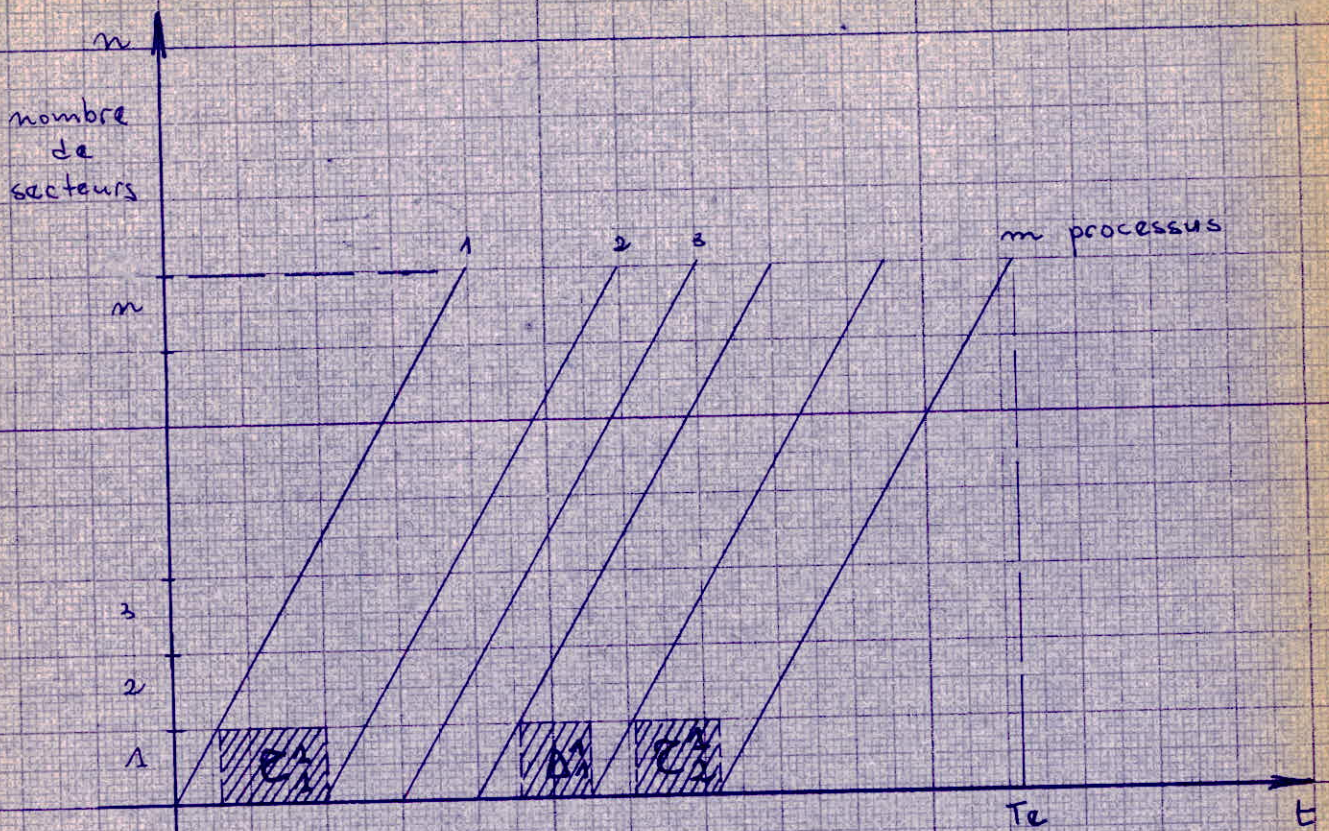
avec t_0 = date du début du premier cycle sectorisé.

Le nombre d'équipes utilisées est égal à m .

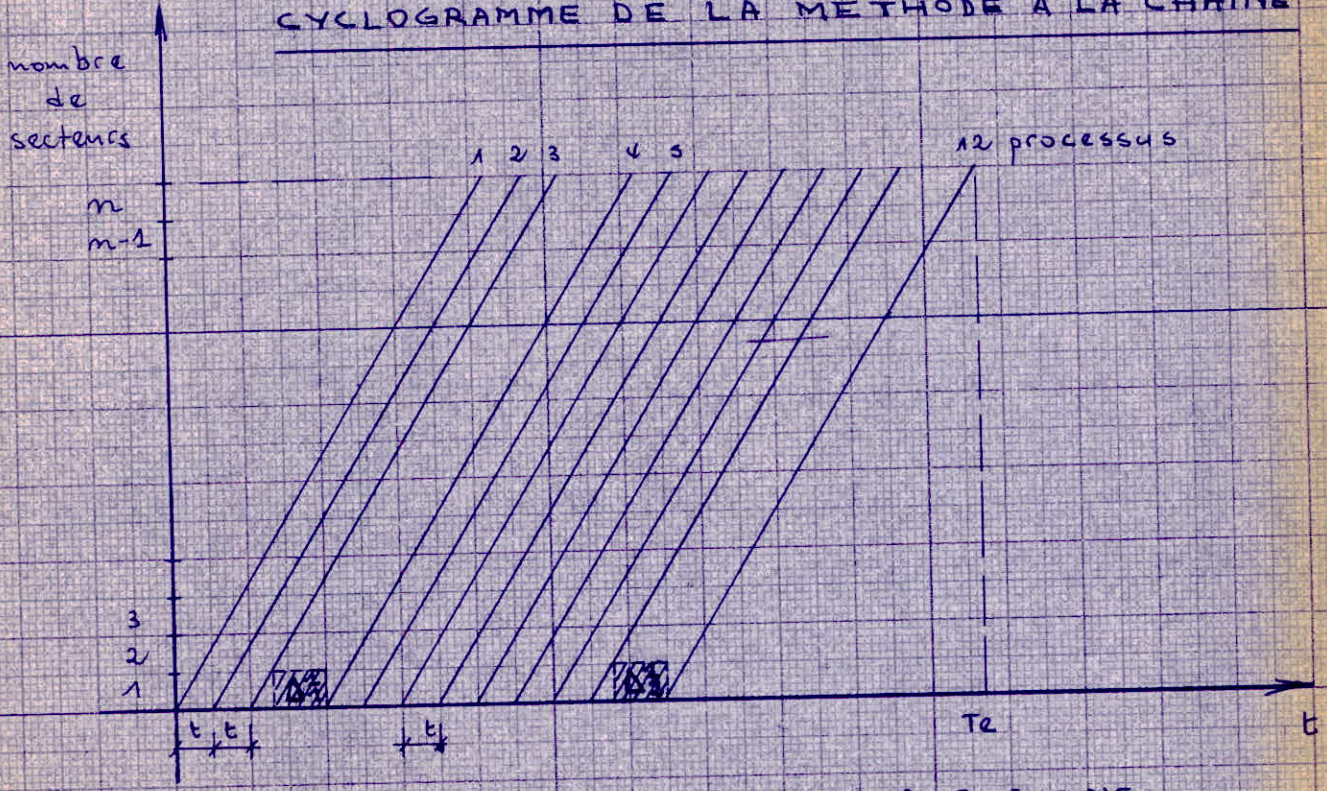
Dans cette dernière méthode, il y a synchronisation sur tous les secteurs.

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 -



CYCLOGRAMME DE LA METHODE A LA CHAINE



CYCLOGRAMME DE LA METHODE A LA CHAINE

METHODE EN BANDE


Le graphique à barres est la représentation de activités suivant le temps. Vu sa simplicité et sa clarté, le graphique à barres ou GANTT reste l'outil principal pour le chantier. Il permet le contrôle journalier des travaux ; à chaque instant, on peut connaître les activités qui sont en cours de réalisation, l'effectif et les moyens utilisés sur les différents activités.

a/ Description du tableau.

C'est un tableau à double entrée. Verticalement figurent les activités et horizontalement est portée une échelle de temps en jours ou en semaines. La durée de l'exécution d'une activité est représentée dans le temps par une barre (c'est le nom de graphique à barres) qui indique la date de début et la date de fin de l'activité ; la marge de l'activité est indiquée en pointillés.

Exemple : exécution maçonnerie ; durée 15 jours.

date de début : 10 Juin ; date de fin : 25 Juin.

Désignation	10 Juin	25 Juin
Maçonnerie		

b/ Diagramme d'effectif

On le tire directement du graphique à barres. On prend pour chaque intervalle de temps, le nombre d'ouvriers en activité sur le chantier. Donc, ceci revient à compter le nombre d'ouvriers par intervalle de temps.

Le diagramme est tracé en portant en abscisse le temps d'exécution de la construction, et en ordonnée, à une échelle déterminée, le nombre d'ouvriers.

c/ Stabilité de l'effectif.

Le diagramme d'effectif obtenu présente en général des crêtes. Le principe de stabilité consiste à faire glisser certaines activités sur leurs marges respectives, de façon à avoir un abaissement des crêtes et relever un peu les activités présentant un déficit d'effectif.

d/ Diagramme de consommation des matériaux

Le principe consiste à lire sur l'échelle de temps le déroulement d'une activité, décomposer cette activité en ses éléments composants.

Exemple : le coulage de poteaux s'effectue du 9 au 16 Avril.

$Q_T = 12 \text{ m}^3$ de béton se composant de ciment, gravier 8/15 et 15/25, acier et sable.

On reporte dans quatre tableaux les quantités correspondantes de ciment, sable, gravier et acier (d'après la composition de ce béton) à la même période du coulage des poteaux.

Le même travail se fait pour toute les activités. On n'a qu'à faire une somme graphique pour obtenir le diagramme final par jour de consommation de chaque matériau.

Le diagramme d'approvisionnement se fait pour chaque matériau. L'approvisionnement doit être supérieur à la consommation. L'approvisionnement commence avant la consommation et se termine avant la fin de la consommation.

La technologie d'exécution est le travail auquel il faut songer avant le lancement du chantier pour mener à bien les différents processus -

Le choix d'une telle ou telle technologie est fonction de moyens matériaux, matériel, humain et enfin du délai d'exécution -

Le procédé est choisi en se basant sur les technologies récentes d'où une documentation permanente est exigée de l'ingénieur.

1 / Décapage

Le décapage consiste à enlever la couche végétale, en général de 20 cm d'épaisseur. Le bulldozer est adaptable à ce travail.

La capacité horaire d'un bull dépend de plusieurs facteurs :

- dureté du sol
- du cube déplacé
- de la distance de transport
- de la planéité du terrain.

La productivité horaire d'un bull est donnée par la relation :

$$P_h = \frac{60 \times \text{cube} \times R \times k}{\text{durée d'un cycle}}$$

R : coefficient caractérisant les conditions de travail $0,75 \leq R \leq 0,90$

k : facteur caractérisant le terrain $k = \begin{cases} 0,5 & \text{pour la roche} \\ 0,7 & \text{pour l'argile humide} \\ 0,9 & \text{pour le sable} \end{cases}$

La durée d'un cycle comprend :

- l'avancement en charge
- changement de marche
- retour à vide
- changement de marche

Le cube défilé est le volume de terre qui arrive en fin de course du bull.

2/ Fouilles.

On a 3 sortes de fouilles :

- fouilles en grande masse
- fouilles en rigoles
- fouilles en puits.

a/ Fouilles en grande masse.

Les fouilles en grande masse sont à toute profondeur.

Le repiquage et le dressement des parois et du fond sont nécessaires.

Le montage des terres se fait par banquetts, jets ou trains.

b/ Fouilles en rigoles ou en tranchées.

Les fouilles en rigoles se font par des moyens mécaniques ou manuels.

Il faut faire un blindage et un étayage.

c/ Fouilles en puits.

Les fouilles en puits se font jusqu'à une section de 4 m².

Le repiquage et le dressement des parois et du fond est nécessaire.

d/ Mise en remblais.

La mise en remblais de la terre provenant des terrassements et des fouilles se fait par couche de 20 cm d'épaisseur, arrosée et compactée.

Le réglage du nivellement suivant les cotes des plans est compris.

3/ BETONNAGE

Le béton et le mortier sont fournis à partir des bétonnières situées sur chantiers dans une situation qui répond au mieux à une bonne organisation de distribution à tous les coins de chantiers.

Le choix des bétonnières ou de la centrale est fait en fonction de l'importance du chantier et du délai d'exécution. En effet, pour un chantier important et pour un délai d'exécution court, il faut avoir une grande centrale à béton. Le calcul de la centrale est fonction de la production journalière de béton utilisée sur le chantier, calcul que se fera par la suite. Le bétonnage s'effectue selon une méthode précise qui permet d'obtenir le maximum de sécurité, chaque élément doit contribuer à renforcer la résistance de l'ensemble. Avant de bétonner, il faut vérifier la propreté du coffrage, dans lequel se chute de copeaux de bois qui peuvent parfois et peuvent s'incorporer ensuite à la masse du béton. Il y a lieu d'arroser soigneusement le coffrage afin de provoquer la dilatation du bois, d'éviter l'adhérence du béton et par conséquent de faciliter le dé coffrage, le béton pourra couler sans son de gachage qui lui est nécessaire pour faire prise. Il faut se méfier des reprises de bétonnage qui représentent toujours de gros inconvénients. Il faut s'assurer de la propreté des aciers qui doit correspondre aux plans.

Pour obtenir la résistance requise du béton, il faut exécuter un bon serrage (ou pilonnage) et avoir une bonne compacité; par cela, on diminue le plus possible l'eau de gachage.

Le transport du béton se fera dans notre cas par dumpers.

a) Béton de propreté.

C'est un béton maigre de 5 cm d'épaisseur uniforme; la forme est tirée à la règle débordant de 5 cm de part et d'autre de l'ouvrage.

b) Béton pour semelles. C'est du béton armé dosé à 300 kg -

c/ Béton pour voiles, poteaux, longrines.

28

C'est du béton armé dosé à 350 kg de ciment CPA 225.

4/ FERRAILLAGE.

L'approvisionnement du chantier en acier se fait sous forme de rouleaux pour l'acier Tor T6.

de bars pour l'acier Tor T8, T10, T12, T14, T16.

de rouleaux de treillis soudé $\phi 5$ 15 x 15.

Le façonnage des bars doit être rapide. Le découpage, l'accrochage, les crochets, les ancres des bars doivent être conformes au projet.

Pour le montage, il faut avoir un bon ajustage des bars dans le coffrage. L'ajustage se fait en solidarifiant les bars afin d'avoir un montage convenable. Il faut vérifier le ferrailage avant son montage. Il doit être conforme aux plans d'exécution.

5/ COFFRAGE.

L'aspect du béton sera l'image imprimée de celle de son moule, et de défauts éventuels de celui-ci. La nature du coffrage reproduit des motifs architecturaux, apporte ou non une influence très marquée sur l'aptitude de la surface et ceci suivant le cas d'une rugosité plus ou moins accentuée.

Le coffrage est d'une grande importance sur le plan résistance et économie. Il est chargé de donner aux pièces coffrées leurs dimensions exactes calculées au projet. Le coffrage représente environ 20% du prix de la construction. Il est donc nécessaire de rentabiliser le coffrage autant que possible.

a/ Exécution des coffrages.

Les coffrages doivent être simples. Ils doivent permettre le décoffrage des joints des poteaux avant celui de l'hauban et des joints des poteaux. Les éléments de coffrage sont constitués de bois dont la section varie suivant la nature de la pièce à couler et suivant la position de bois dans l'ensemble du coffrage.

La flèche de faible largeur est la plus avantageuse car elle ne fléchit pas et ne casse pas.

Le coffrage doit répondre à 3 conditions :

- pouvoir supporter les charges transmises par le béton,
- doit joindre les surfaces pleines,
- doit être étanche.

b/ Méthode de travail.

Le coffrage des poteaux, escaliers et dalle en élévation est exécuté en sapin de France ou similaire.

Le coffrage saigné pour le béton brut de décoffrage est le même pour les éléments horizontaux et inclinés. Il est réalisé avec des planches de 8 à 15 cm de largeur de façon à obtenir des poutres parfaites. Des lattes verticales sont prévues sur la surface du coffrage saigné, elles sont continues et rebottées.

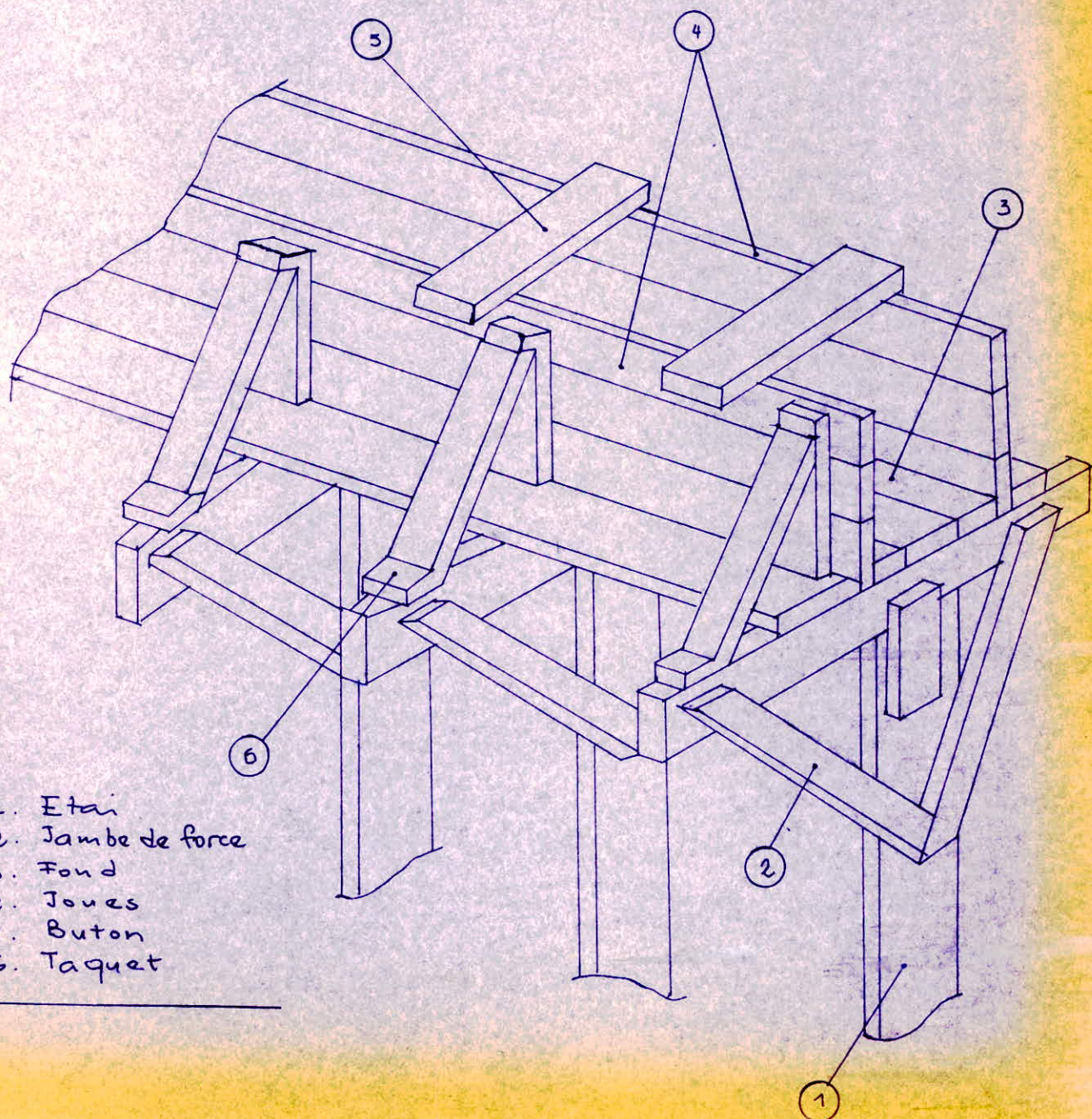
6/ DECOFFRAGE.

Le décoffrage peut être effectué qu'après avoir saisi les délais suivants :

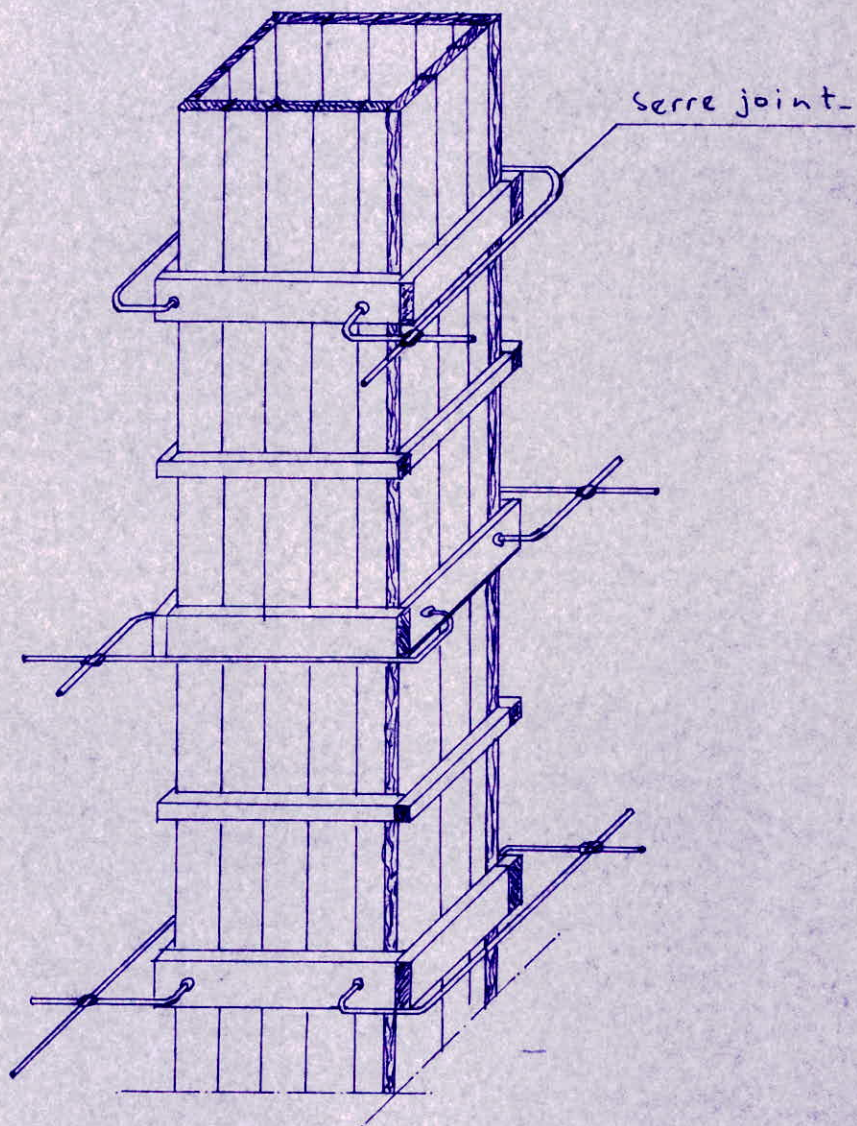
- les parties latérales du coffrage : 50% de la résistance ;
- les fonds de coffrage : pour les poteaux de portée $\leq 8m$: 70% de la résistance ;
 " " " $> 8m$: 80% " "

Les délais d'obtention de ces résistances varient de 3 à 18 j
 Les parties latérales doivent être décoffrées aussi rapidement que possible pour accélérer la prise du ciment. On l'exécute généralement le 2^e jour.
 Le débettement doit se faire progressivement.

COFFRAGE DE POUTRE



1. Etau
2. Jambe de force
3. Fond
4. Joues
5. Buton
6. Taquet

COFFRAGE DE POTEAU

7/ MAÇONNERIE.

On entend par maçonnerie la construction au moyen de pierres ou de moyens artificiels (briques, briques de verre, parpaings...) destinés à répondre à un usage ou à une forme déterminée (murs, cloisons, voûtes etc...)

Dans notre cas, on se limite à l'exécution de murs de remplissage pour lequel les briques creuses s'adaptent très bien. L'exécution des briques doit respecter certaines règles :

- ne pas faire coïncider les plans de moindre résistance,
- éviter une superposition des points de cheminement de l'humidité,
- obtenir un support d'une homogénéité moyenne satisfaisante pour les enduits.

Notons que la productivité de la maçonnerie obéit à une certaine loi (voir fig. ci - dessous). Elle est maximum quand la hauteur de souches à partir du plancher d'échaffaudage est de 0,6 à 0,7 m et minimum quand la hauteur est de 1,40 m.

8/ ECHAFFAUDAGES.

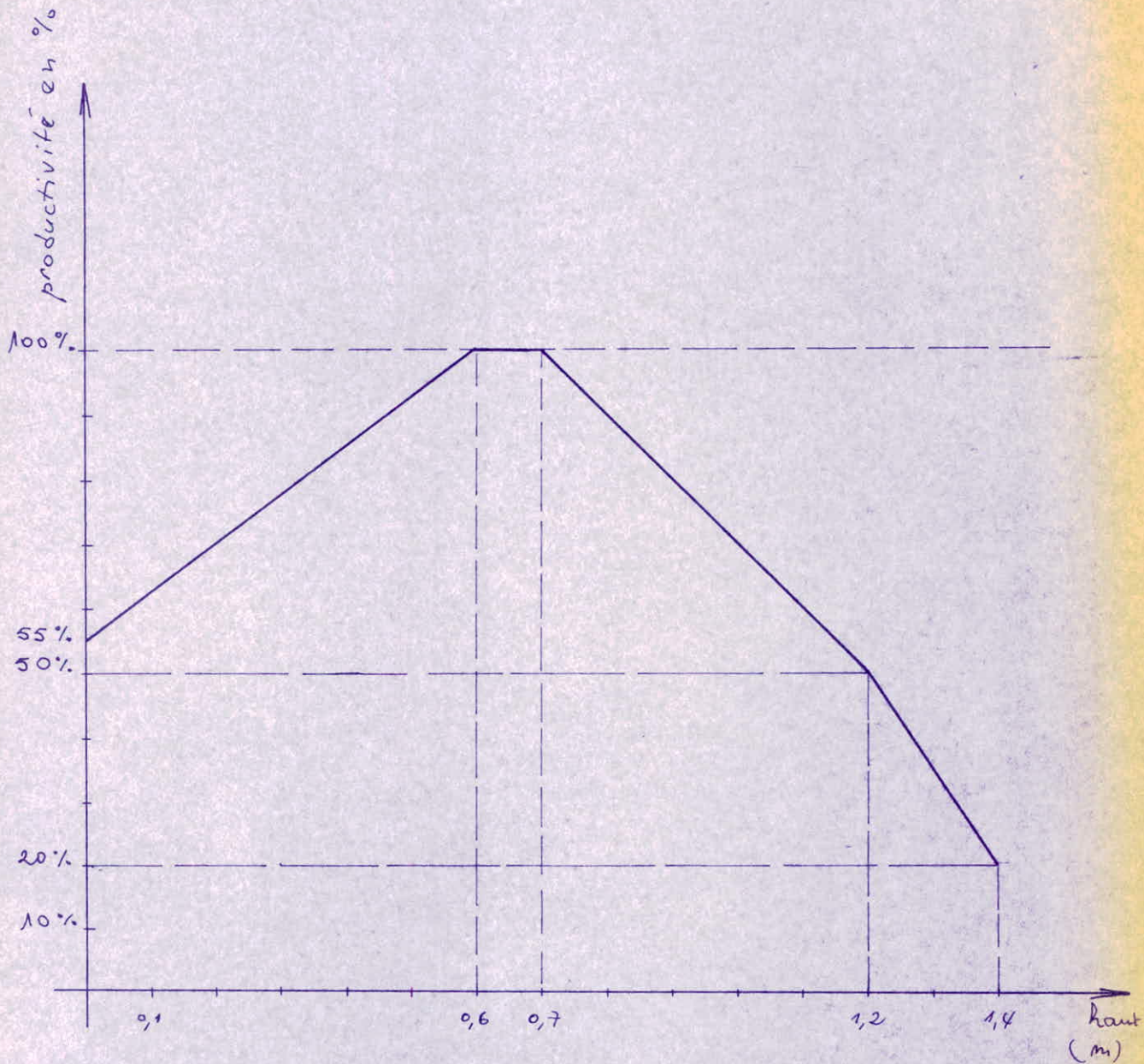
Les échaffaudages sont de construction provisoire qui doivent répondre à 2 conditions :

- laisser aux ouvriers la possibilité de travailler avec un rendement satisfaisant
- assurer leur sécurité.

Les échaffaudages sont exécutés en bois et encastrés maintenant par les échaffaudages métalliques (tubulaires notamment.)

Les échaffaudages tubulaires présentent les propriétés suivantes :

- montage rapide,



Courbe de la productivité de la maçonnerie
en fonction de la hauteur du mur.

- rigidité des assemblages de contreventement,
- sécurité plus grande car un tube se plie et le bois se casse ; par conséquent le tube signale le danger alors que le bois ne le fait pas.
- moins périssable,
- pas de risque d'incendie

Les platelage montés sur des tréteaux métalliques présentent les avantages suivants :

- facilité extrême de mise en place,
- facilité de réglage en hauteur,
- grande maniabilité pour les déplacements.

9/ ENDUITS.

Les enduits servent pour une protection contre l'humidité et pour l'aspect esthétique.

La protection contre l'humidité est en fait une protection contre les intempéries pour les enduits extérieurs et contre les condensations pour les enduits intérieurs.

L'aspect esthétique de la couche de finissage résulte d'une texture superficielle et d'une teinte appropriée à l'effet désiré et au degré de pollution de l'atmosphère. La phase de préparation du support comprend un nettoyage soigné de la surface, après réparation des défauts apparents. Les meilleurs supports sont les moins déformables et ceux qui présentent une rugosité et une capacité d'absorption d'eau suffisante : briques et béton poreux. La sous-couche ou gobeletage est une couche de 2 à 3 mm d'épaisseur (5 mm au max.) obtenue avec un

mortier impliquant résistance et adhérence, gradué à résistance fluide et projeté avec force, à la truelle, sur le support pour assurer l'adhérence.

Le mortier est dosé de 500 à 700 kg de liant par m^3 de sable.

Le corps de l'enduit (craie de crépis) doit assurer planéité et étanchéité.

Après durcissement convenable (7 à 10 jours) et réhumidification de la

sous-craie, la deuxième craie doit être exécutée soigneusement en épaisseur plus forte, en mortier moins riche (300 à 500 kg de liant par m^3 de sable).

La chaux hydraulique et le grès sont proportionnés dans le liant en fonction de la résistance désirée, inférieure de 20% à celle de la sous-craie. Le gachage doit se faire à consistance plastique par malaxage prolongé.

La craie apparente superficielle (de finissage, craie décorative) se fait en mortier moins résistant et moins dosé que le corps de l'enduit, l'ordre de 350 kg par m^3 de sable avec

portland 150 et 200 kg de chaux hydraulique. Elle se fait après 3 jours de la craie de crépissage et son épaisseur est de 3 mm.

La craie de crépissage et son épaisseur est de 3 mm.

9/ REVETEMENT.

a/ Coulage granito.

L'opération consiste à poser des carreaux de granito de dimensions 20×20 posés sur forme de sable de 3 cm d'épaisseur et sur un lit de mortier. Les joints sont coulés de mortier de ciment blanc teint ou non, dosé à 800 kg par m^3 de sable.

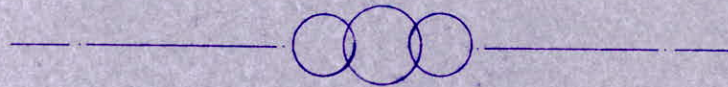
b/ Revêtement en granito coulé sur murs.

Le revêtement en granito coulé sur place se compose d'une couche de granito épaisse de 3 cm avec des saignées de creux de mortier fin sur une couche

de matière épaisse de 2 cm. La couche de granito sera divisée en panneaux par bande de cuivre.

c / Revêtement en faïence 15 x 15.

Revêtement en carreaux de faïence blanche exécuté avec du mortier.



SUBDIVISION EN SECTEURS DE TRAVAIL

Les travaux étant homogènes et s'étalant sur un front de travail considérable, j'ai adopté pour l'étude de ce projet, compte tenu de ses divers avantages qu'elle offre, la méthode à la chaîne en bandes (ou en tapis)

1/ Nombre de secteurs.

Le village agricole se compose de 165 logements identiques. J'ai pris le nombre de secteurs n égal à 165 - Donc, un secteur représente un logement. Tous les secteurs étant égaux.

2/ Etablissement des cycles de travaux.

Les cycles composant du projet sont :

- | | | |
|--------------------------------|---|-----------------------|
| - Décapage | - | - Plomberie sanitaire |
| - Implantation du chantier | | - Electricité |
| - Terrassement en grande masse | | - Peinture - viterie |
| - VRS | | |
| - Fouilles en puits | | |
| - Fouilles en rigole | | |
| - Béton | | |
| - Etanchéité terrasse | | |
| - Ragrènerie | | |
| - Enduits et revêtement | | |
| - Menuiserie | | |

Les quatre premiers cycles sont communs à l'ensemble des logements, tandis que les dix autres sont sectorisés.

3 / Durée.

Le délai d'exécution est fixé à 24 mois (de 26 jours ouvrables) soit :

$T_e = 24 \times 26 = 624$ jours ouvrables dont on retire 20 j d'intempéries par année - On dispose donc de :

$$624 - 2 \times 20 = 584 \text{ jours ouvrables.}$$

Le 1^{er} cycle sectorisé, à savoir les fondations, ne commence qu'après 31 jours nécessaires pour débiter le décapage, l'implantation du chantier et le terrassement.

En tenant compte de 15 jours pour le durcissement du béton et de 10 jours pour le séchage de l'enduit extérieur (décalage technologique), la durée t de chaque processus sectorisé doit être telle que :

$$T_e = t_0 + (m + n - 1) \cdot t + \sum_{i=1}^n \Delta_i$$

Dans notre cas, $m = 12$ et $n = 165$, donc la relation s'écrit :

$$T_e = t_0 + (m + n - 1) \cdot t + \Delta_1 + \Delta_2 \quad \text{Relation dans laquelle:}$$

T_e : durée totale d'exécution

t_0 : date du début du 1^{er} cycle sectorisé

t : module de temps

m : nombre de cycles sectorisés

n : nombre de secteurs

Δ_1 : décalage technologique du béton.

Δ_2 : décalage technologique de l'enduit ext.

$$T_e = 584 \text{ j}$$

$$t_0 = 31 \text{ j}$$

$$t = 3 \text{ j}$$

$$m = 12$$

$$n = 165$$

$$\Delta_1 = 15 \text{ j}$$

$$\Delta_2 = 10 \text{ j}$$

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité
1	Terrassement en grande masse	m ³	3 7 5 0
2	Décapage des terres (épaisseur 20cm)	m ²	2 9 7 0 0
3	Fouilles en puits	m ³	6 6 0 0
4	Fouilles en rigoles	m ³	2 4 7 5
<u>Béton</u>			
<u>- Fondation</u>			
5	Béton de propreté	m ²	1 1 5 5
6	B.A. pour semelles	m ³	3 3 0
	" " longrines	m ³	1 6 5
<u>- Ossatures</u>			
7	B.A. pour poteaux	m ³	1 6 5
<u>- Planchers</u>			
8	8 Blocage en pierres de 15cm d'épaisseur	m ²	1 2 2 1 0
9	Dalle (10cm d'épaisseur) B.A. sur hérisson	m ²	1 2 2 1 0
10	Plancher haut préfabriqué	m ²	9 4 0 5
11	B.A. par acrotère	m ³	1 6 5
<u><u>Etanchéité terrasse</u></u>			
12	Etanchéité multicouche	m ²	9 4 0 5
13	Relève d'étanchéité	ml	5 7 7 5
14	Protection d'étanchéité	m ²	9 4 0 5
<u><u>Maçonnerie</u></u>			
15	Maçonnerie de 0,05 cm d'épaisseur	m ²	5 7 7 5
16	Maçonnerie en aggr. de 0,20	m ²	1 5 1 8 0

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité
<u>Enduits et revêtements</u>			
17	Enduits int. au plâtre	m ²	3 630 0
18	Enduits ext. au ciment	m ²	1 419 0
19	Carreaux granito 20x20	m ²	8 250
20	Plinthes en majoliques	ml	8 580
<u>Menuiserie</u>			
21	Porte type P1	u	1 65
22	Porte type P2	u	1 65
23	Porte-fenêtre type PF1	u	1 65
24	Porte-fenêtre type PF2	u	1 65
25	Fenêtre type F1	u	1 65
26	Fenêtre type F2	u	1 65
27	Chassis vitré type C1	u	4 95
28	Persiennes	u	6 60
29	Porte int. 0,80 x 2,10	u	3 30
30	Porte int. 0,70 x 2,10	u	3 30
31	Porte placard	u	1 65
32	Portillon pour potager	u	3 30
<u>Plomberie sanitaire</u>			
33	Branchement général	u	1 65
34	Canalisation en acier galvanisé	ml	1 155
35	Distribution (en cuivre) aux appareils	ml	1 650
36	Robinet d'arrosage	u	1 65

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité
<u>- Production et distribution d'eau chaude</u>			
37	Générateur	u	1 6 5
38	Distributeur (en cuivre) aux appareils	u	6 6 0
<u>- Distribution gaz</u>			
39	Canalesation (en cuivre)	ml	8 2 5
<u>- Vidange des appareils</u>			
40	Vidange des appareils sanitaires	u	4 9 5
41	Vidange des w.c.	u	1 6 5
42	Ventilation en toiture	u	1 6 5
43	Evier égoûté	u	1 6 5
44	Lavabo	u	1 6 5
45	bac à douche	u	1 6 5
46	siège à la tuque	u	1 6 5
<u><u>Electricité</u></u>			
47	Branchement général	u	1 6 5
48	Point lumineux va et vient	u	1 6 5
49	" " S.A.	u	1 6 5
50	P.C.L	u	4 9 5
51	Point " "	u	1 6 5
52	P.C.L	u	3 3 0
53	Point " "	u	1 6 5
54	Applique	u	1 6 5
55	P.C.L + terre	u	3 3 0

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité
56	Applique	u	165
57	P.C.L + terre	u	165
58	Applique	u	165
59	Branchement télévision	u	165
<u>Peinture vitrerie</u>			
<u>- Vitrerie</u>			
60	Verre transparent	m ²	660
61	Verre imprimé ou martelé	m ²	330
<u>- Peinture extérieure</u>			
62	Peinture vernissée	m ²	495
63	Peinture à l'huile sur menuiserie	m ²	1320
64	Peinture lavable sur mur	m ²	17985
<u>- Peinture intérieure</u>			
65	Peinture à l'huile sur menuiserie	m ²	5280
66	Blanchi au plafond	m ²	9075
67	Peinture à l'huile sur mur 3 couches	m ²	10395
68	" " " 2 "	m ²	9075
<u>V. R. D.</u>			
69	Réseau d'évacuation, canalisation en bross	ml	2475

A - MAIN D'ŒUVRE

I / CYCLES NON SECTORISES

Les cycles non sectorisés se faisant en une seule traite par :

- le terrassement en grande masse
- le décapage
- l'implantation du chantier
- v.e.s.

1 / Terrassement en grande masse

On emploie, pour le terrassement, une pelle de type $0,500 m^3$ dont la norme de temps est $N_t = 5 h / 100 m^3$ ($N_p = 20 m^3/h$)
 La quantité à exécuter est de $3750 m^3$.

La durée d'exécution est donnée par la formule universelle :

$$t_i = \frac{Q_i}{N_p \times x_e} \quad t_i = \frac{3750}{20 \times 1} = 187,5 h \text{ soit } \approx 24 j \text{ de } 8 h \text{ de travail.}$$

L'effectif se résume dans ce cas à un homme (le conducteur Sengui) auquel on adjoint un aide.

2 / Décapage

Pour le décapage, le bull doit disposer la société, et tout indiqué. Il transportera la terre sur une distance moyenne de 60m.

Sa norme de temps est $N_t = 0,80 h / 100 m^2$

La durée d'exécution est de : $t = \frac{Q}{N_p \times x_e} = \frac{Q}{\frac{1}{N_t} \times x_e}$ $Q = 29700 m^2$

$$t = \frac{29700}{\frac{100}{0,80} \times 1} = 237,6 h \text{ soit } \approx 30 j \text{ de } 8 h \text{ de travail.}$$

Ce décapage sera exécuté en 15 j avec 2 bulls (un bull loué).

3 / Voiries et réseaux divers (V.R.D.)

44

Réseau d'évacuation (canalisations en buses) : 2475 ml

Norme de temps pour 1 ml de conduite : $N_t = 2,40 \text{ h.H/ml}$

y compris le remblayage et le compactage.

Volume de travail : $V_T = 2475 \times 2,40 = 5940 \text{ h.H}$

La durée totale d'exécution étant de 30 jours, soit 240 heures,

l'effectif nécessaire sera alors de : $V_T = t \times e \rightarrow e = \frac{V_T}{t}$

$$e = \frac{5940}{240} \approx 25 \text{ H.}$$

II / CYCLES SECTORISES

Nous avons 12 cycles sectorisés avec une norme de temps de 3 j
soit $3 \times 8 = 24 \text{ h}$.

1 / Fouilles en puits.

La profondeur moyenne étant de 1 m, l'exécution se fera manuellement (la société ne disposant pas de pelle à godet de largeur voulue)

La quantité par secteurs est : $Q = \frac{6000}{165} = 40 \text{ m}^3$

La norme de temps par un terrassier est de $N_t = 4 \text{ h.H/m}^3$

y compris le jet de la terre dans un dumpers.

L'effectif est de : $e = \frac{Q}{\frac{1}{N_t} \times t} = \frac{Q \cdot N_t}{t}$

$$e = \frac{40 \times 4}{3 \times 8} \approx 7 \text{ H.}$$

2 / Fouilles en rigoles.

Exécution manuelle.

$$e = \frac{Q \cdot N_t}{t}$$

$$e = \frac{15 \times 2,5}{3 \times 8} \approx 2 \text{ H.}$$

$$Q = \frac{2475}{165} = 15 \text{ m}^3$$

$N_t = 2,5 \text{ h.H/m}^3$ y compris le jet

de terre dans un dumpers.

3 / Cycle du béton.

Le cycle du béton comprend :

- le gros béton
- le béton en fondation
- l'hérissage en pierre (20 cm)
- le béton en élévation
- la dalle armée (10 cm)
- le plancher
- le coffrage fondation
- le coffrage élévation
- le montage des armatures
- le remblai de vide.

a / Le gros béton

Dans notre cas, on a du béton de propreté d'une épaisseur de 0,05 m.

$$Q = \frac{\text{surf.} \times \text{épaisseur}}{\text{nb. de secteurs}} \quad Q = \frac{1155 \times 0,05}{165} = 0,35 \text{ m}^3$$

Norme de temps :

bétonnistes $N_E = 3,2 \text{ h.H/m}^3$

manœuvres $N_E = 0,8 \text{ h.H/m}^3$

Les volumes de travail sont : $V_{T_i} = N_{E_i} \times Q_i$

Par les bétonnistes : $V_T = 3,2 \times 0,35 = 1,12 \text{ h.H}$

Par les manœuvres : $V_T = 0,8 \times 0,35 = 0,28 \text{ h.H}$

b / Béton pour fondations

$$Q_1 = 330 / 165 = 2 \text{ m}^3 \text{ pour les semelles}$$

$$Q_2 = 165 / 165 = 1 \text{ m}^3 \text{ pour les longrines}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = 2 \text{ m}^3 \\ Q_2 = 1 \text{ m}^3 \end{array} \right\} Q = 3 \text{ m}^3$$

$$N_t = 1,2 \text{ h.H} / \text{m}^3 \quad \text{pour un b\u00e9tonniste}$$

$$N_t = 2,8 \text{ h.H} / \text{m}^3 \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail correspondants :

$$V_T = 1,2 \times 3 = 3,6 \text{ h.H} \quad \text{pour le b\u00e9tonniste}$$

$$V_T = 2,8 \times 3 = 8,4 \text{ h.H} \quad \text{pour le n.o.}$$

c / H\u00e9rissonnage en pierres de 0,15 m d'\u00e9paisseur.

$$Q = (12210 / 165) \times 0,15 = 11,1 \text{ m}^3$$

$$N_t = 0,7 \text{ h.H} / \text{m}^3 \quad \text{pour un b\u00e9tonniste.}$$

$$N_t = 2,8 \text{ h.H} / \text{m}^3 \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail correspondants :

$$V_T = 0,7 \times 11,1 = 7,77 \text{ h.H} \quad \text{pour le b\u00e9tonniste}$$

$$V_T = 2,8 \times 11,1 = 31,08 \text{ h.H.} \quad \text{pour le n.o.}$$

d / B\u00e9ton en \u00e9l\u00e9vation

$$Q = 165 / 165 = 1 \text{ m}^3$$

$$N_t = 2,5 \text{ h.H} / \text{m}^3 \quad \text{pour un b\u00e9tonniste}$$

$$N_t = 2,8 \text{ h.H} / \text{m}^3 \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail correspondants :

$$V_T = 2,5 \times 1 = 2,5 \text{ h.H} \quad \text{pour le b\u00e9tonniste}$$

$$V_T = 2,8 \times 1 = 2,8 \text{ h.H} \quad \text{pour le n.o.}$$

e / Dalle b.a. sur h\u00e9risson.

$$Q = (12210 \times 0,10) / 165 = 7,4 \text{ m}^3$$

Normes de temps

$$N_t = 2,50 \text{ h.H} / \text{m}^3 \quad \text{b\u00e9t.}$$

$$N_t = 2,80 \text{ h.H} / \text{m}^3 \quad \text{n.o.}$$

Vol. de travail correspondants :

$$V_T = 7,4 \times 2,50 = 18,5 \text{ b\u00e9t.}$$

$$V_T = 7,4 \times 2,80 = 20,72 \text{ n.o.}$$

f / Plancher.

$$Q = (9405 \times 0,15) / 165 = 8,55 \text{ m}^3$$

Normes de temps

$$N_T = 2,5 \text{ h.H / m}^3 \quad \text{bet.}$$

$$N_T = 2,8 \text{ h.H / m}^3 \quad \text{n.o.}$$

Vol. de travail

$$V_T = 2,5 \times 8,55 = 21,38 \text{ h.H} \quad \text{bet.}$$

$$V_T = 2,8 \times 8,55 = 23,94 \text{ h.H} \quad \text{n.o.}$$

g / Coffrage

$$Q = 101,5 \text{ m}^2 \quad \text{par l'ens. du secteur (un logement)}$$

Rem. : les normes de temps suivantes tiennent compte du coffrage, du décoffrage, du nettoyage et du transport.

Normes de temps :

$$N_T = 0,8 \text{ h.H / m}^2 \quad \text{pour un charpentier}$$

$$N_T = 0,15 \text{ h.H / m}^2 \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail :

$$V_T = 0,8 \times 101,5 = 81,2 \text{ h.H} \quad \text{pour les charpentiers}$$

$$V_T = 0,15 \times 101,5 = 15,225 \text{ h.H} \quad \text{n.o.}$$

h / Façonnage et montage des armatures

$$Q = 854 \text{ kg}$$

Normes de temps

$$N_T = 0,05 \text{ h.H / kg} \quad \text{pour un ferrailleur}$$

$$N_T = 0,025 \text{ h.H / kg} \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail

$$V_T = 0,05 \times 854 = 42,7 \text{ h.H}$$

$$V_T = 0,025 \times 854 = 21,35 \text{ h.H}$$

CYCLE DU BÉTON

	Bétonnistes	Charpentiers	Ferrailleurs	Manœuvres
Gros béton	7,12			0,28
Béton fondation	3,60			8,40
Béton élévation	2,50			2,80
Hérisson en pierres	7,77			31,08
Dalle en b.a. sur hérisson	18,50			31,08
Plancher	21,38			20,72
Coffrage		81,2		23,94
Façonnage et montage de arm.			42,70	15,22
Totaux :	54,87	81,2	42,70	123,79

FORMATION DE L'ÉQUIPE DE BÉTON

Le module de temps par un secteur est de 3 jours soit 24 h, l'équipe de béton sera la suivante : ($t_1 = t_2 = \dots = t_n = 3$ jours)

- bétonnistes : $e_1 = \frac{VT_1}{t_1} = 54,87 / 24 = 2,28$ 3 bétonnistes
- charpentiers : $e_2 = \frac{VT_2}{t_2} = 81,2 / 24 = 3,38$ 4 charpentiers
- ferrailleurs : $e_3 = VT_3 / t_3 = 42,70 / 24 = 1,78$ 2 ferrailleurs
- manœuvres : $e_4 = VT_4 / t_4 = 123,79 / 24 = 5,15$ 5 manœuvres

L'équipe sera donc composée de : 1 personnes.

4/ Cycle de l'étanchéité terrasse

49

Le cycle est composé de :

- l'étanchéité et protection en gravillons
- et du relevé d'étanchéité.

a/ Étanchéité et protection en gravillons

$$Q = 9405 / 165 = 57 \text{ m}^2$$

Norme de temps

$$N_t = 1,2 \text{ h.H/m}^2 \quad \text{pour un étancheiste}$$

$$N_t = 0,2 \text{ h.H/m}^2 \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail

$$V_t = 1,2 \times 57 = 68,4 \text{ h.H} \quad \text{pour les étancheistes}$$

$$V_t = 0,2 \times 57 = 11,4 \text{ h.H} \quad \text{pour le n.o.}$$

b/ Relevé d'étanchéité

$$Q = 5775 / 165 = 35 \text{ ml}$$

Norme de temps

$$N_t = 1 \text{ h.H/ml} \quad \text{pour un étancheiste}$$

$$N_t = 0,2 \text{ h.H/ml} \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail

$$V_t = 1 \times 35 = 35 \text{ h.H} \quad \text{pour les étancheistes}$$

$$V_t = 0,2 \times 35 = 7 \text{ h.H} \quad \text{pour le n.o.}$$

Vol. de travail pour l'étanchéité terrasse :

$$\text{Étancheistes} : 68,4 + 35 = 103,4 \text{ h.H}$$

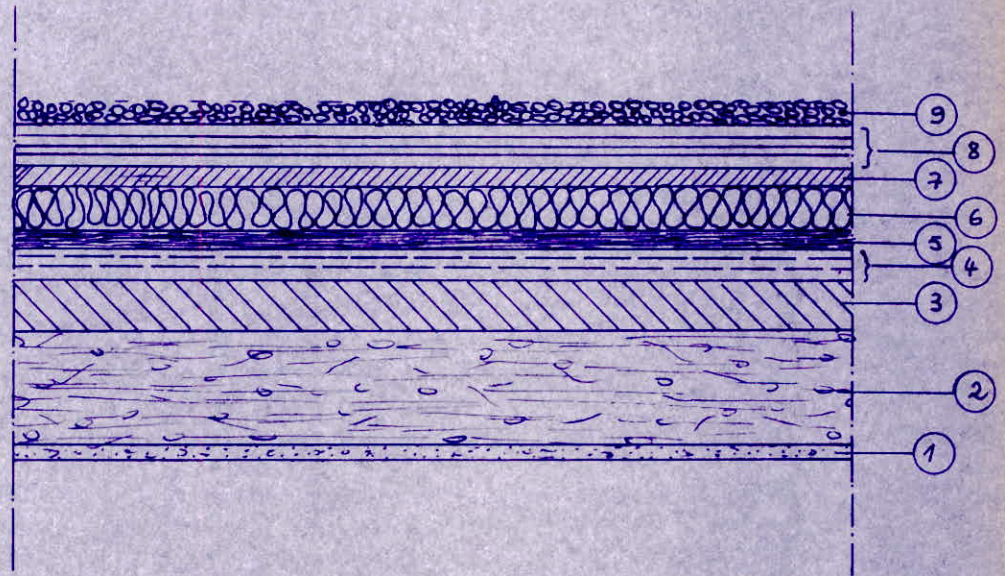
$$\text{n.o.} : 11,4 + 7 = 18,4 \text{ h.H}$$

$$\text{Effectif } e_i = \frac{V_{t_i}}{t_i} \quad \text{Étancheistes} : 103,4 / 24 = 4,3 \text{ H} \quad \text{étancheistes}$$

$$\text{n.o.} : 18,4 / 24 = 0,76 \quad \text{1 n.o.} \quad \text{Équipe composée de} : 5 + 1 = 6 \text{ H.}$$

COUPE D UNE TERRASSE MULTICOUCHE

NON ACCESSIBLE



- ① 2 cm d'enduit (plâtre)
- ② dalle en b.a. (10 cm)
- ③ forme de pente (6 cm)
- ④ 2 cartons perforés pour diffuser les vapeurs
- ⑤ barrière en carton asphalté pour les vapeurs
- ⑥ isolation thermique (liège) 5 cm
- ⑦ chape de protection de l'isolation thermique
- ⑧ isolation hydrofuge réalisée par 3 couches de carton asphalté et 4 couches de bitume
- ⑨ couverture de protection réalisée par une épaisseur de 5 cm de gravier roulé.

5/ Cycle de la maçonnerie

$$Q_1 \text{ (briques 9 trous)} \quad 5775/165 = 35 \text{ m}^2$$

$$Q_2 \text{ (parpaings de 20)} \quad 15180/165 = 92 \text{ m}^2$$

Norme de temps pour les briques 9 trous

$$N_t = 0,5 \text{ h.H/m}^2 \quad \text{pour un mason}$$

$$N_t = 0,8 \text{ h.H/m}^2 \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail

$$V_T = 0,5 \times 35 = 17,5 \text{ h.H} \quad \text{mason}$$

$$V_T = 0,8 \times 35 = 28 \text{ h.H} \quad \text{n.o.}$$

Matériaux (pour 1 m²)

briques : 39 pièces

perte : 3 %

mortier : 0,025 m³/m²

Norme de temps pour le parpaing de 20 (20x20x40)

$$N_t = 0,60 \text{ h.H} \quad \text{pour un mason}$$

$$N_t = 1 \text{ h.H} \quad \text{pour un n.o.}$$

Vol. de travail

$$V_T = 0,60 \times 92 = 55,2 \text{ h.H} \quad \text{pour le mason}$$

$$V_T = 1 \times 92 = 92 \text{ h.H} \quad \text{pour le n.o.}$$

Matériaux (pour 1 m²)

parpaings : 12,5 pièces

perte : 3 %

mortier : 0,025 m³/m²

Cycle de la maçonnerie

	Maçons	n.o
Briques 9 trous	17,5	28
Parpaings de 20	55,2	92
Total	72,7 h.H	120 h.H

Formation de l'équipe

$e_i = \frac{V t_i}{t_i}$ module de temps $t_i = t = 3 j$ par 24 h

Maçon : $\frac{72,7}{24} = 3 H$

n.o. : $\frac{120}{24} = 5 H$

L'équipe sera composée de $3 + 5 = 8 H$

6/ Cycle des enduits et revêtement

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

Les enduits intérieurs et les plafonds seront en plâtre.

Le revêtement des sols s'effectuera en carreaux granits 20×20 , les plinthes en majoliques de 7×20 .

Les toilettes, WC, douches recevront un placage en faïence blanche de 15×15 sur une hauteur moyenne de 1,60 m.

Le cycle des enduits et revêtement est composé de :

- enduits extérieurs en mortier de ciment,
- enduits intérieurs en plâtre ;
- pose de carreaux granits 20×20

- pose de la frience blanche 15x15
- pose de la plinthe en majolique 7x20

a/ Enduits ext. au mortier de ciment.

$$Q = 14190 / 165 = 86 \text{ m}^2$$

Norme de temps

$$N_T = 0,70 \text{ h.H / m}^2 \quad \text{pour un maçon}$$

$$N_T = 0,35 \text{ h.H / m}^2 \quad \text{pour un P.O.}$$

Vol. de travail

$$V_T = 0,70 \times 86 = 60,2 \text{ h.H} \quad \text{pour les maçons}$$

$$V_T = 0,35 \times 86 = 30,1 \text{ h.H} \quad \text{pour le P.O.}$$

Matériaux

$$0,025 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \quad \text{mortier}$$

b/ Enduits int. au plâtre

$$Q = 36300 / 165 = 220 \text{ m}^2$$

Norme de temps

$$N_T = 0,70 \text{ h.H / m}^2 \quad \text{pour un plâtrier}$$

$$N_T = 0,35 \text{ h.H / m}^2 \quad \text{pour un P.O.}$$

Vol. de travail

$$V_T = 0,70 \times 220 = 154 \text{ h.H} \quad \text{pour les plâtriers}$$

$$V_T = 0,35 \times 220 = 77 \text{ h.H} \quad \text{pour le P.O.}$$

Matériaux

$$\text{Plâtre} : 0,025 \text{ m}^3 / \text{m}^2$$

c / Carreaux granito 20x20

$Q = 8250 / 165 = 50 m^2$

Norme de temps

$N_T = 0,6 \text{ h.H} / m^2$ pour un carreleur

$N_T = 0,3 \text{ h.H} / m^2$ pour un n.o.

Vol de travail

$V_T = 0,6 \times 50 = 30 \text{ h.H}$ pour le carreleur

$V_T = 0,3 \times 50 = 15 \text{ h.H}$ pour le n.o.

Matériaux

Ciment blanc : 0,5 kg/m²

Carreaux : 25 pièces

Déchets : 2%

d / Faiences 15x15

$Q = 8,9 m^2$

Norme de temps

$N_T = 1,5 \text{ h.H} / m^2$ pour un carreleur

$N_T = 0,7 \text{ h.H} / m^2$ pour un n.o.

Vol de travail

$V_T = 1,5 \times 8,9 = 13,35 \text{ h.H}$ pour le carreleur

$V_T = 0,7 \times 8,9 = 6,23 \text{ h.H}$ pour le n.o.

Matériaux

Mortier : 0,02 m³/m²

Ciment blanc : 0,5 kg/m²

Faiences 15x15 : 44 pièces

Déchets : 5%

e/ Plinthes en majolique de 7x20

$Q = 8580 / 165 = 50,18 \text{ ml}$

Norme de temps

$N_T = 0,25 \text{ h.H}$ par un carreleur

$N_T = 0,08 \text{ h.H}$ par un p.o.

Vol. de travail

$V_T = 0,25 \times 50,18 = 12,54 \text{ h.H}$

$V_T = 0,08 \times 50,18 = 4 \text{ h.H}$

Matériaux

Ciment blanc : 0,5 kg / ml

Plinthes : 5 pièces

Déchet : 2%

Détermination des volumes de travail en h.H

Cycle des enduits et revêtement

	Magnus	Platriers	Carreleur	Plaqueurs
Enduit ext.	60,2			30,1
Enduit int.		154		77
Carreaux grando			30	15
Faïences			13,35	6,23
Plinthes			12,54	4
Totaux	60,2	154	55,89	132,33

Formation de l'équipe

Module de temps $t = 3$ jours soit 24 h	$e_i = \frac{V_{Ti}}{t}$
Maçon : $\frac{60,2}{24} = 2,5$	3 H
Plâtriers : $154 / 24 = 6,4$	7 H
Carreleurs : $55,89 / 24 \approx 2,3$	3 H
Manœuvres : $132,33 / 24 \approx 5,5$	<u>6 H</u>
L'équipe sera composée de	19 H

7 / Cycle de la menuiserie

Les menuiseries en bois seront réalisées dans l'atelier dont dispose la société à Ain Dhab.

Le volume de travail englobant les différents processus de la menuiserie pour un logement étant de 110 h.H, le module de temps étant de 3 jours (24 h), l'effectif nécessaire est alors de

$$e = 110 / 24 = 4,58 \quad e = 5 \text{ H}$$

L'équipe de la menuiserie sera composée de 5 H : 3 menuisiers dont un chef d'équipe et 2 manœuvres.

8 / Cycle de la plomberie sanitaire

Il comprend la fourniture et la pose de tout le nécessaire pour :

- la distribution de l'eau froide
- la protection et la distribution de l'eau chaude
- la distribution du gaz
- la vidange des appareils sanitaires (évier, lavabo, bacs à douche)
- la vidange des w.c.
- les portes en toiture

- la cuisine (pose de la table évier-égouttoir, le bac, ...)
- la salle de bain (pose du lavabo, bac à douche ...)
- le v.v.c. (pose de la cuvette à la turque ...)

Le volume de travail par un logement normalement équipé est de $V_T = 130 \text{ h.H}$, l'effectif nécessaire est de: $e = 130/24 = 5,4 \quad e = 6H$
 L'équipe de la plomberie sanitaire sera composée de 6 ouvriers spécialisés dont un chef d'équipe et de 2 manoeuvres.

9 / Cycle de l'électricité

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.

Le volume de travail par un logement normalement équipé est de $V_T = 170 \text{ h.H}$, l'effectif nécessaire sera donc de :

$$e = \frac{170}{24} = 7H$$

L'équipe de l'électricité sera composée de :

5 électriciens dont un chef d'équipe et de 2 manoeuvres.

10 / Cycle de la peinture vitrerie

Les travaux préparatoires sur les surfaces à peindre consistent à gratter, brosser, époniser et détartrer toutes ces surfaces de tout ce qui peut s'attacher à la peinture.

VITRERIE

Quantité de travail

Verre transparent $650 / 165 = 4 \text{ m}^2$

Verre imprimé ou matelé $330 / 165 = 2 \text{ m}^2$

PEINTURE EXTERIEURE

Quantité de travail

Peinture vernissée $495 / 165 = 3 \text{ m}^2$

Peinture à l'huile sur menuiserie : $1320 / 165 = 8 \text{ m}^2$

Peinture lavable sur mur : $17985 / 165 = 109 \text{ m}^2$

PEINTURE INTERIEURE

Quantité de travail

Peinture à l'huile sur menuiserie : $5280 / 165 = 32 \text{ m}^2$

Blanc au plafond : $9075 / 165 = 55 \text{ m}^2$

Peinture à l'huile sur mur, 3 couches : $10395 / 165 = 63 \text{ m}^2$

Peinture à l'huile sur mur, 2 couches : $9075 / 165 = 55 \text{ m}^2$

La norme moyenne de temps est de : $N_t = 0,30 \text{ LH} / \text{m}^2$

$Q_{\text{totale}} = 328 \text{ m}^2$

Vol. de travail : $V_T = 0,30 \times 328 = 98,4 \text{ L.H}$

Effectif nécessaire : $e = 98,4 / 24 = 4,1 \quad e = 5 \text{H}$

L'équipe sera composée de 6 peintres dont 1 chef d'équipe et 5 ouvriers.

1 / Préparation du béton

Pour déterminer la capacité de la bétonnière ou de la mini-centrale ainsi que l'effectif correspondant, il nous faut connaître :

- la quantité horaire du béton à consommer, soit : $Q_{b.h}$
- " " mortier " " : $Q_{m.h}$
- " " d'enduit et revêt. " " : $Q_{e.h}$
- " " de matière par m² " " : $Q_{v.h}$

a / Quantité de béton consommée par secteur

Gros béton	:	0,35 m ³
Béton fondation	:	3
Béton élévations	:	1
Dalle de compression + terrasse	:	8,55
Dalle armée	:	<u>7,4</u>

$Q = 20,30 \text{ m}^3$

b / Calcul de la quantité de mortier consommée par secteur

* Magasinier en agglomérés de 0,20 : $15180 / 165 = 92 \text{ m}^2$

comme on a $0,025 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ de gâchage de $20 \times 20 \times 40$ avec 3% de perte, on a donc :

$Q_{m1} = 92 \times 0,025 + 92 \times 0,025 \times 0,03 = 2,369 \text{ m}^3$

* Magasinier en briques 9 trous : $5775 / 165 = 35 \text{ m}^2$

comme on a $0,025 \text{ m}^3$ de matière par m² de briques 9 trous, avec 3% de perte, on a alors :

$Q_{m2} = 35 \times 0,025 + 35 \times 0,025 \times 0,03 = 0,901 \text{ m}^3$

Quantité totale de mortier par secteur $Q = Q_{m1} + Q_{m2}$ $Q = 2,369 + 0,901 = 3,27 \text{ m}^3$

c/ Quantité d'enduit consommée par secteur

Enduit ext. (l'enduit int. étant en plâtre)

La norme étant de $0,025 \text{ m}^3/\text{m}^2$, la quantité de travail

sera donc de:
$$Q_e = \frac{14190 \times 0,025}{165} = 215 \text{ m}^3$$

d/ Quantité de mortier pour les V.R.D.

Rem.: le V.R.D. n'étant pas un cycle sectorisé, cette quantité de mortier concerne l'ensemble des 165 logts.

On prendra 5% de la quantité totale du béton.

$$Q_v = 165 \times 20,30 \times 0,05 = 167,5 \text{ m}^3$$

e/ Détermination des quantités horaires

* Béton

$$Q_b = 20,30 \text{ m}^3 \text{ par secteur.}$$

Quantité pour l'ens. des 165 logements: $20,30 \times 165 = 3349,50 \text{ m}^3$

La durée d'exécution du cycle du béton étant de 495 jours,

la quantité horaire est alors de:

$$Q_{b.h} = \frac{3349,5}{495 \times 8} = 0,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

* Mortier

$$Q_m = 3,27 \text{ m}^3 \text{ par secteur.}$$

Quantité pour l'ens. des 165 logts: $3,27 \times 165 = 539,55 \text{ m}^3$

La durée d'exécution du cycle maçonnerie étant de 495 jours,

la quantité horaire est alors de:

$$Q_{m.h} = \frac{539,55}{495 \times 8} = 0,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

* Enduit

$$Q_e = 2,15 \text{ m}^3 \text{ par secteur}$$

Quantité pour l'ens. de 165 logs : $2,15 \times 165 = 354,75 \text{ m}^3$

La durée d'exécution du cycle maçonnerie étant de 495 jours,

la quantité horaire est donc de :

$$Q_{e.h} = \frac{354,75}{495 \times 8} = 0,09 \text{ m}^3$$

* V.R.D.

$$\text{Quantité totale : } Q_v = 167,5 \text{ m}^3$$

La durée d'exécution du cycle VRD étant de 30 jours (cycle non sectorisé), la quantité horaire alors de :

$$Q_{v.h} = \frac{167,5}{30 \times 8} = 0,69 \text{ m}^3$$

Connaissant la quantité horaire de béton et mortier à consommer, on peut décider en conséquence du choix de la bétonnière adéquate.

$$Q_{\text{max}.h} = Q_{b.h} + Q_{m.h} + Q_{e.h}$$

$$Q_{\text{max}.h} = 0,85 + 0,14 + 0,09 = 1,08 \text{ m}^3/h$$

Dans la période où s'effectue le cycle VRD, la quantité horaire sera de : $Q_{\text{max}.h} = 1,08 + 0,69 = 1,77 \text{ m}^3/h$

On prendra, en conséquence, une bétonnière de 300 l dont la capacité horaire est de $1,5 \text{ m}^3$.

Durant le cycle VRD, on adjoncra une autre bétonnière.

L'effectif affecté à la bétonnière sera de 4 hommes.

(+ 4 autres durant le cycle VRD)

a / Transport du béton et du mortier

62

La norme horaire d'un dumpers Auré G400 dont dispose la société est de $0,3 \text{ h/m}^3$ par cours une distance moyenne séparant la bétonnière du lieu où il doit déverser le béton et mortier.

Le nombre de dumpers nécessaires sera de: $n =$

$$n = \frac{Q_{\max} \cdot h}{n_t \times 1} \quad n = \frac{1,08}{0,3 \times 1} = 0,33 \quad \text{Il nous faut un dumper}$$

Durant le cycle VRD, le nb de dumpers sera de:

$$n = \frac{1,77}{0,3 \times 1} = 0,53, \quad \text{Ce même dumper suffira -}$$

L'effectif se résume en un conducteur de dumper -

En résumé, la préparation du béton et mortier nécessite une bétonnière de 300 l (à laquelle on adjoint une deuxième bétonnière de 300 l durant le cycle VRD), un dumper et un effectif de 5 hommes (9 hommes durant le cycle VRD)

La date d'intervention de cette équipe ainsi que du matériel ci-dessus mentionné coïncidera avec le début du cycle du béton, à savoir le 37^e jour jusqu'au 574^e jour correspondant à la fin du cycle enduit extérieur.

2/ Atelier de ferrailage

Les activités de l'atelier de ferrailage doivent commencer 5 jours avant le cycle du béton.

La quantité d'acier par secteur est de $Q = 854 \text{ kg}$

La norme de temps est de: $N_t = 0,05 \text{ h.H / kg}$

Le cycle du béton, par un secteur, dure 3 jours.

La quantité de travail par heure est de:

$$Q_h = \frac{Q}{3 \times 8} \quad Q_h = \frac{854}{3 \times 8} = 36 \text{ kg/h}$$

Le vol. de travail par heure est de:

$$V_{t.h} = N_t \times Q_h \quad V_{t.h} = 0,05 \times 36 = 1,8 \text{ h.H / h}$$

L'effectif sera donc de:

$$e = \frac{V_{t.h}}{t} \quad e = \frac{1,8}{1} \quad (t = 1 \text{ h})$$

L'équipe sera composée de 2 ferrailleurs.

3/ Atelier de coffrage

De même que les activités de ferrailage, la préparation du coffrage doit débuter 5 jours avant le début du cycle du béton.

La quantité par secteur est de $Q = 101,5 \text{ m}^2$ (on a en moyenne 5 m^2 de bois de coffrage par m^3 de béton; la quantité de béton par secteur étant de $20,30 \text{ m}^3$)

La norme de temps est de $N_t = 0,8 \text{ h.H / m}^2$.

Le cycle du béton pour un secteur est de 3 jours.

La quantité de travail par heure est de $Q_h = \frac{Q}{3 \times 8}$ $Q_h = \frac{101,5}{3 \times 8} = 4,23 \text{ m}^2/\text{h}$

Le vol. de travail par heure est de :

$$V_{t.h} = Q_h \times N_t \quad V_{t.h} = 4,23 \times 0,8 = 3,384 \text{ h.H.}$$

L'effectif sera alors de : $e = \frac{V_{t.h}}{t} \quad e = \frac{3,384}{1} \quad (t = 1h)$

L'équipe sera composée de 4 ouvriers soit un chef d'équipe.

4/ Réutilisation du coffrage

D'après le cyclogramme, nous voyons qu'on peut procéder au décoffrage sur le 1^{er} secteur juste avant l'opération de coffrage sur le 7^e secteur. Nous pouvons réutiliser le coffrage une seule fois après (7-1) secteurs. Comme le prescrivent les règles, le nombre de réutilisation du bois de coffrage est de 3 fois sans que le coffrage perde de sa qualité. Nous utiliserons alors le coffrage de (7-1) secteurs pour 18 autres secteurs.

Il nous faut préparer le coffrage pour n_0 secteurs, où

$$n_0 = \frac{n}{r} \quad n = \text{nombre de secteurs}, n = 165$$

$r = \text{nombre de réutilisation du coffrage.}$

$$\text{On a alors } n_0 = \frac{165}{3} = 55.$$

Pour les 55 premiers secteurs, l'effectif sera de 100% soit 4 ouvriers, pour les 110 autres secteurs, l'effectif sera réduit à 25%, soit $4/4 = 1$ ouvrier par la réutilisation du coffrage.

5/ Élévation des matériaux

Pour déterminer le volume de grès nécessaires à ce chantier, il nous faut auparavant déterminer le poids moy. horaire de matériaux à élever.

Comme nous avons des logements à un niveau, tout ce que nous avons comme matériaux à élever servira pour la dalle et l'étanchéité terrasse :

- gravier roulé, épaisseur : 5 cm ; densité : 1800 kg/m^3
- isolation ; densité : 100 kg/m^2
- chape de 7 cm ; densité : 2200 kg/m^3
- dalle de compression, épaisseur : 5 cm ; densité : 2300 kg/m^3
- hourdis + poutelle, densité moyenne par m^2 : 100 kg/m^2

Densité totale des matériaux de la terrasse, susceptible d'être élevés :

- gravier : $1800 \times 0,05 \times 1 \times 1 = 108 \text{ kg/m}^2$
 - isolation : $\text{---} = 100 \text{ kg/m}^2$
 - chape : $2200 \times 0,07 = 154 \text{ kg/m}^2$
 - dalle de compression $2300 \times 0,05 = 115 \text{ kg/m}^2$
 - Hourdis + poutelles $= 100 \text{ kg/m}^2$
- $d = 577 \text{ kg/m}^2$

La surface totale pour les 115 logements est de 9405 m^2 .

Poids total susceptible d'être élevé $P_t = 577 \times 9405 = 5426685 \text{ kg}$

La durée d'exécution étant de 495 j, le poids total moyen à élever

sera de $P_{t,h} = \frac{P_t}{495 \times 8} \quad P_{t,h} = \frac{5426685}{495 \times 8} = 1370 \text{ kg/h}$

$P_{t,h} = 1,37 \text{ T/h}$

La capacité moyenne d'une gué est de 2 T/h , le nombre de cycles étant de 6 par heure (un cycle en 10 min), la capacité horaire de cette gué est de $6 \times 2 = 12 \text{ t/h}$.

On constate qu'il a besoin que d'une gué.

(Le nombre de grue nécessaire pour élever $P_{max} \cdot h$ est de :

$$n = \frac{P_{max} \cdot h}{\text{nb de cycles de la grue} \times \text{sa capacité moy.}}$$

Remarque . - La différence de temps entre la durée strictement nécessaire pour le levage des matériaux et le temps dont dispose cette grue est en réalité non perdue mais utilisée pour déplacer la grue d'un secteur à un autre .

- On utilise une grue sur pneus plus maniable dans les chantiers de grande surface et où le nb de secteurs est élevé .

On affecte un gantier et un aide à cette grue .

A cette grue, on adjoint des treuils qui pallieront à d'éventuels panses de la grue ainsi que par la révision de cette grue .

6/ Divers :

Par les activités diverses qu'il n'a pas mentionné auparavant, l'effectif est estimé par un pourcentage (12%) de l'effectif maximum correspondant à l'ensemble des activités .

Les manœuvres procédant au nettoyage du chantier, à l'éventuelle maintenance (déchargement et chargement de briques, parpaings, bordis, ...) etc. $e_{max} = 127 \text{ H}$ $e_{\text{activités diverses}} = 15 \text{ H}$

Diagr. de effectif : $e_{max} = 142 \text{ H}$.



7 / Implantation du chantier

67

Surface utile : 12210 m^2

Montant (à raison de 2000 DA le m^2) : $24420000,00 \text{ DA}$

Montant de l'implantation (2%) : $24420000 \times 0,02 = 488400 \text{ DA}$

Productivité manuelle : $4000 \text{ DA / H. mois}$

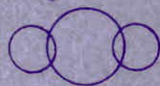
Durée de l'implantation du chantier : 90 jours ouvrables, ce qui conduit à $\frac{90}{26} = 3,46$ mois (on a considéré 26j ouvrables par mois calendaire)

La production d'un homme pendant cette période sera de :

$$4000 \times 3,46 = 13840 \text{ DA}$$

D'où l'effectif nécessaire :

$$\frac{488400}{13840} = 35,3 \quad 36 \text{ H.}$$



La question du matériel se pose actuellement avec acuité pour toutes les entreprises de travaux publics et de bâtiment. Le choix (quand cela est possible) du matériel, doit se baser sur des critères d'économie et de rentabilité, donc sur une étude rationnelle des besoins effectifs.

Le problème de la pièce détachée, qui risque de paralyser, comme cela s'est produit, dans plusieurs entreprises, un engin vital, peut être source de retard et de perturbation de la bonne marche du chantier, doit être solutionné d'une façon radicale et immédiate.

La société possède un atelier de mécanique, ce qui lui permet de procéder sur le champ, à d'éventuelles réparations de son matériel. Il faut, autant que possible, avoir dans le magasin du parc du matériel, les pièces de rechange les plus vulnérables, les plus sollicitées et les plus sujettes à l'usure normale.

On récapitule l'ensemble du matériel nécessaire pour les différents cycles, sectorisés et un sectorisé.

Se terrassement nécessite comme nous l'avons vu (calcul des ressources: A-I.1) l'emploi d'une pelle de cupe $0,500 \text{ m}^3$ dont la norme de temps est $N_t = 5 \text{ h} / 100 \text{ m}^3$ ($N_p = 20 \text{ m}^3 / \text{h}$)

Cette pelle sera utilisée du 20^e jour au 44^e jour.

Pour cette pelle, on a besoin d'un conducteur d'engin épaulé par un aide.

Pour le décapage, le bull de la société, de nome le temps
 $N_T = 0,86 \text{ h} / 100 \text{ m}^2$ ($N_p = 125 \text{ m}^2 / \text{h}$) est le plus approprié
 pour ce travail. Il transportera la terre sur une distance moyenne
 de 60 m. Avec un bull semblable loué, le décapage sera
 exécuté en 15 jours, du 10^e jour au 25^e.

Le bull nécessite le conducteur d'engin affecté à son side.

Vu l'absence de pelle rétro ayant une largeur de godet
 adéquate, le VAD sera exécuté manuellement.

Pour ce qui est de cycles sectorisés, et plus précisément de
 cycle du béton, nous avons vu (Calcul de ressourç: A III 1 d)
 qu'il nous faut une bétonnière de 300 l de capacité horaire $1,5 \text{ m}^3$.
 Durant le cycle VAD, nous lui adjoindrons une autre bétonnière
 de 300 l.

L'effectif affecté à la bétonnière sera de 4 hommes (+ 4 autres
 pendant le cycle VAD).

Pour le transport du béton et du matériel, nous avons vu
 (Calcul de ressourç: A III 1 e) qu'un dumpers de nome de
 temps $0,3 \text{ h} / \text{m}^3$ (dans notre cas) était largement suffisant.
 Nous utiliserons pour le transport du béton, matériel, briques, parapluie,
 hardis... 2 dumpers Acus 6400 affectés de 2 conducteurs
 d'engins.

L'atelier de ferrailage, surface couverte, ayant à sa tête un endroit de stockage de 150 m^2 , est pourvu de :

- une cisaille
- une tendeuse
- une condense

L'atelier de coffrage, par la surface de coffrage et son reconditionnement, doté d'une aire de stockage de 200 m^2 est pourvu de :

- deux scies circulaires
- plusieurs scies manuelles.

Par l'élevation des matériaux (par le plancher et la terrasse de l'unique niveau), la grue sur pneus de 2 T/h dont dispose la société, est largement suffisante. Néanmoins, pour pallier à d'éventuelles pannes de cette grue, on lui adjoint 3 treuils.

Par la grue, on a besoin d'un guide et d'un aide.

La société dispose, par l'ensemble de ses chantiers, de camion GAK de 3 T , de camion de 10 T , de camion plateau de 12 T d'un camion de 20 T ainsi que de 2 semi-remorques de 20 T .

Par utiliser le nombre de camions adéquats et nécessaires par ce chantier, nous utiliserons la relation suivante :

$$N_c = \frac{Q}{q \cdot n_{tr}}$$

dans laquelle :

N_c : nombre de camions nécessaires

Q : quantité à approvisionner par jour

q : capacité de la benne du camion en T ou en m^3

n_{tr} : nombre de cycles effectués par jour et par camion.

Le nombre de cycles n_{tr} est égal à :

$$n_{tr} = \frac{8h}{T}$$

où

$$T = \frac{2D}{v} + t_{ap} + t_{at} + t_c + t_d$$

avec :

$\frac{2D}{v}$: temps que met le camion pour effectuer l'aller et retour au lieu d'approvisionnement.

D : distance séparant le chantier du lieu d'approvisionnement.

v : vitesse moyenne du camion choisi.

t_{ap} : temps d'approche du lieu d'approvisionnement, négligé dans notre cas.

t_{at} : temps d'attente avant le déchargement, négligé dans notre cas.

t_c : temps de chargement.

t_d : temps de déchargement.

t_c et t_d dépendent de la capacité de la benne, de la nature du matériau à transporter et de l'effectif (de manutention) et du matériel (chariot) affecté à l'opération.

Le ciment sera transporté de la Pente Pescade (Alexr) située à 90 km de Médéa et à 113 km du village de Si-Mahdjoub.

Le gravier sera transporté de la station de massage de la société, située à Morgins (Berronaglia) à 29 km de Si-Mahdjoub.

Le sable sera pris à une carrière à 12 km de Si-Mahdjoub.

Le fer sera transporté avec le camion plateau d'Alexr à 113 km de Si-Mahdjoub.

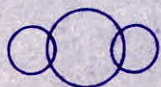
Les briques 9 trous seront transportées de la briqueterie de Draa Smaï (à 5 km de Médéa) située à 28 km de Si-Mahdjoub.

L'étanchéité, faïences, plâtres, plomberie sanitaire, peintures... seront transportés de Médéa à 23 km de Si-Mahdjoub.

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

- les engins doivent être exploités au maximum.
- le chantier doit être pourvu constamment de son stock.

Le calcul de camion peut se faire après celui des quantités de matériaux à approvisionner par jour.



Nous tirons les quantités totales de matériaux, les quantités par mètre ainsi que les quantités par jour de tableau récapitulatif de la page suivante.

De ces quantités, nous tirons un planning d'approvisionnement. Par exemple, pour ce qui est du béton, nous avons une quantité de $20,30 \text{ m}^3$ à couler en 3 jours, ce qui nous donne $6,76 \text{ m}^3$ de béton à couler par jour. De cette quantité, on tire le volume de sable, le volume de gravier, le nombre de sacs de ciment et le volume d'eau nécessaire par la journée sur la base de :

400 l de sable	} pour 1 m^3 de béton.
800 l de gravier 8/15 et 15/25	
350 kg de ciment (7 sacs)	
150 l d'eau	

Par cette quantité de béton à couler par jour, il nous faut :

$$6,76 \times 0,400 = 2,704 \text{ m}^3 \text{ de sable}$$

$$6,76 \times 0,800 = 5,408 \text{ m}^3 \text{ de gravier}$$

$$6,76 \times 0,350 = 2,366 \text{ tonnes de ciment (1t} \rightarrow \text{20 sacs de 50kg)}$$

$$6,76 \times 0,150 = 1,014 \text{ m}^3 \text{ d'eau.}$$

De là, on tire le nombre de camions pour subvenir judicieusement aux besoins du chantier.

TABLEAU RECAPITULATIF

Désignation		Q _t	Q / secteur	Q / j	Q / h	Effectif	Matériel	Période	Durée
Implantation						36		0 - 905 j	90
Décapage		29700 m ²	-	1980	-	4	2 bulles	10 - 25	15
Terrasst ^t gén.		3750 m ³	-	156,25		2	1 pelle	20 - 44	24
V.R.D		2475 ml de canalisation	-	82,5	-	25	-	544 - 574	30
Fouilles en puits		6600 m ³	40	13,33	1,66	7	Dumper	31 - 526	495
Fouilles en rigoles		2475 m ³	15	5	0,625	2	Dumper	34 - 529	495
C O t w m	Coffrage	16747,5 m ²	101,5	33,83	4,23	4 1	2 scies circulaires	32 - 197 198 - 527	165 330
	Ferrailage	140,910 T	854 kg	284,66	36	2	1 cisaille 1 tendeur 1 coudeuse	32 - 527	495
	Coulage	3349,5 m ³	20,30	6,76	0,846	8	1 bétonnière 1 Dumper	37 - 532	495
	Décoffrage	16747,5 m ²	101,5	33,83	4,23	4 puis 1	-	52 - 547	495
Étanchéité		9405 m ² 5775 ml	57 m ² 35 ml	19 11,66	2,375 1,458	6	1 grue	55 - 550	495
Maçonnerie		5775 m ² briques 15180 m ² parpaings	35 m ² 92 m ²	11,66 30,66	1,458 3,83	8	-	58 - 553	495
Enduit int. et revêtement		36300 m ² plâtre 8250 m ² carreaux 1468,5 m ² faïences 8580 m ² plinthes	220 50 8,9 50,18	77,33 16,66 2,96 16,73	9,16 2,08 0,37 2,00	14	-	61 - 556	495
Menuiserie		-	6 portes 2 portes-penêtres chassis, portilles...	-	-	5	-	64 - 559	495

suite

Désignation	Q _t	Q / secteur	Q / j	Q / h	Effectif	Matériel	Période	Durée
Plomberie sanitaire	-	le nécessaire par Pqt	-	-	6	-	67-562	495
Electricité	-	le nécessaire par Pqt	-	-	7	-	70-565	495
Peinture int. et viterie	-	le nécessaire par Pqt	-	-	4	-	73-568	495
Enduit ext.	14190 m ²	86	28,586	3,583	5	-	76-571	495
Peinture ext.	-	le nécessaire	-	-	1	-	89-584	495

BASE DE VIE

Au que le village agricole est un village greffé sur celui existant, la quasi-totalité de la main d'œuvre est recrutée sur place; le problème de l'hébergement des ouvriers ne se pose pas.

Par le personnel administratif et les techniciens, ainsi que quelques ouvriers spécialisés, ils sont véhiculés par le transport de personnel mis par la société à leur disposition.

Notre base de vie se résume donc en :

- des bureaux technico-administratifs
 - des vestiaires, des toilettes
 - une cantine.
- Les bureaux administratifs.
- Ils sont réservés au personnel technico-économique et administratif. La surface à prévoir sera de 60 m^2 .

- Les vestiaires.

La norme prévoit $0,40 \text{ m}^2/\text{ouvrier}$.

Comme on a une moyenne de 50 ouvriers habitant assez loin du village de Si Khaledjoub, la surface nécessaire serait de :

$$S = 0,40 \times 50 = 20 \text{ m}^2.$$

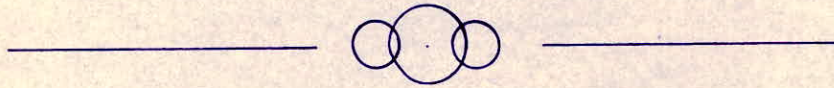
- Les toilettes.

Elles doivent répondre aux besoins de tous les employés qui sont au max de 142. Les toilettes occuperont une superficie de 10 m^2 .

La cantine .

Elle est destinée à une quarantaine de personnes .
Sa norme prévoit environ 1 m^2 par personne .

Cette cantine occupera donc une surface de 50 m^2 .



ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

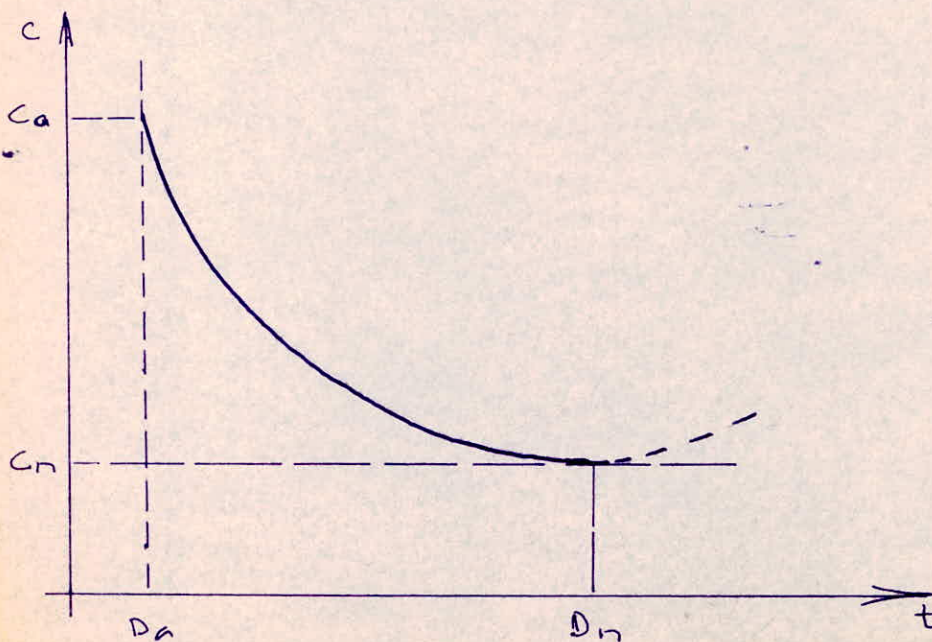
Durée et coût de réalisation

On a constaté que pour accélérer la réalisation d'une construction, de gros moyens financiers doivent être mis en œuvre. Cependant, cette variation du coût de réalisation en fonction du temps n'est valable que dans un intervalle de temps défini par les paramètres suivants :

D_n : durée normale minimale pour réaliser le projet avec un coût normal C qui est le coût minimal du projet :

D_a : durée accélérée ou durée minimum technique du projet qui demande un coût accéléré C_a .

La seule courbe coût-temps est la suivante :



$$- \text{Si } t > D_n \implies c > c_n$$

alors nous perdons en temps et en coût; cette zone est à éviter.

$$- \text{Si } c > c_a \implies t = D_a$$

alors nous perdons en coût et nous ne gagnons pas de temps vu que la durée minimale est D_a .

La durée D de l'exécution d'un projet doit être comprise entre D_a et D_n .

- Coût par une unité de temps gagné :

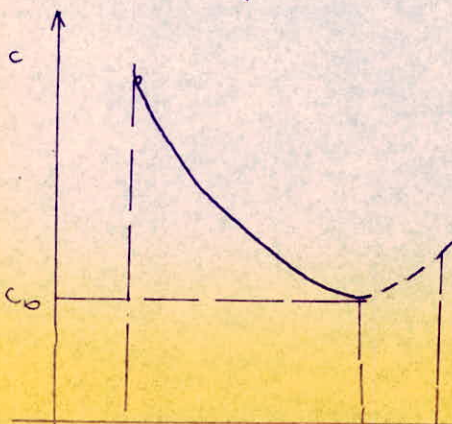
$$C_{utg} = \frac{C_a - C_n}{D_n - D_a}$$

La courbe de "coût par unité de temps gagné" est assimilée à une droite; ainsi, pour gagner 10% du temps par rapport à D_n , il faut dépenser de 10% en plus par rapport à C_n .

En analysant la courbe la courbe du coût direct en fonction du temps, on voit que la durée optimale est égale à D_n . Mais dans un projet, il y a aussi les coûts indirects. Le coût total d'un projet est égal à la somme du coût direct et du coût indirect.

Le coût direct est croissant et linéaire; il est fonction du temps.

La superposition du coût direct et du coût indirect nous donne la courbe suivante :



La courbe nous donne la durée optimale et le coût optimal pour l'exécution du projet.

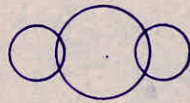
CONCLUSION

Ce projet m'a été très bénéfique en cela qu'il m'a permis d'apprécier à sa juste valeur l'aspect organisationnel d'une étude

Par là même, il a été le complément indispensable à l'autre aspect du génie civil à savoir la résistance et la stabilité d'un édifice.

Une étude organisationnelle, fondée sur une méthode éprouvée, nous permet de réaliser une économie non négligeable en temps et en argent.

Une étude organisationnelle ne laisse pas place à l'improvisation et par là même, évite le manque à gagner d'une société, ainsi que les retards très fréquents dans les délais d'exécution.



P000173

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DÉPARTEMENT GÉNIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

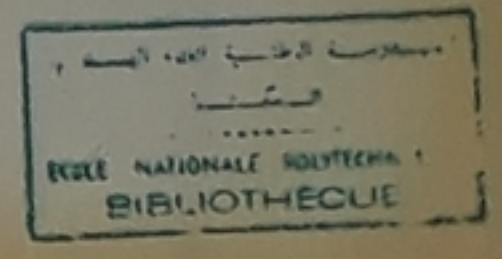
ORGANISATION GÉNÉRALE DE
L'EXECUTION
DU VILLAGE AGRICOLE SI MAHDJOUB

CYCLOGRAMME GÉNÉRAL DES TRAVAUX
GRAPHIQUE A BARRES - GANTT
ÉVOLUTION DE LA MAIN D'ŒUVRE

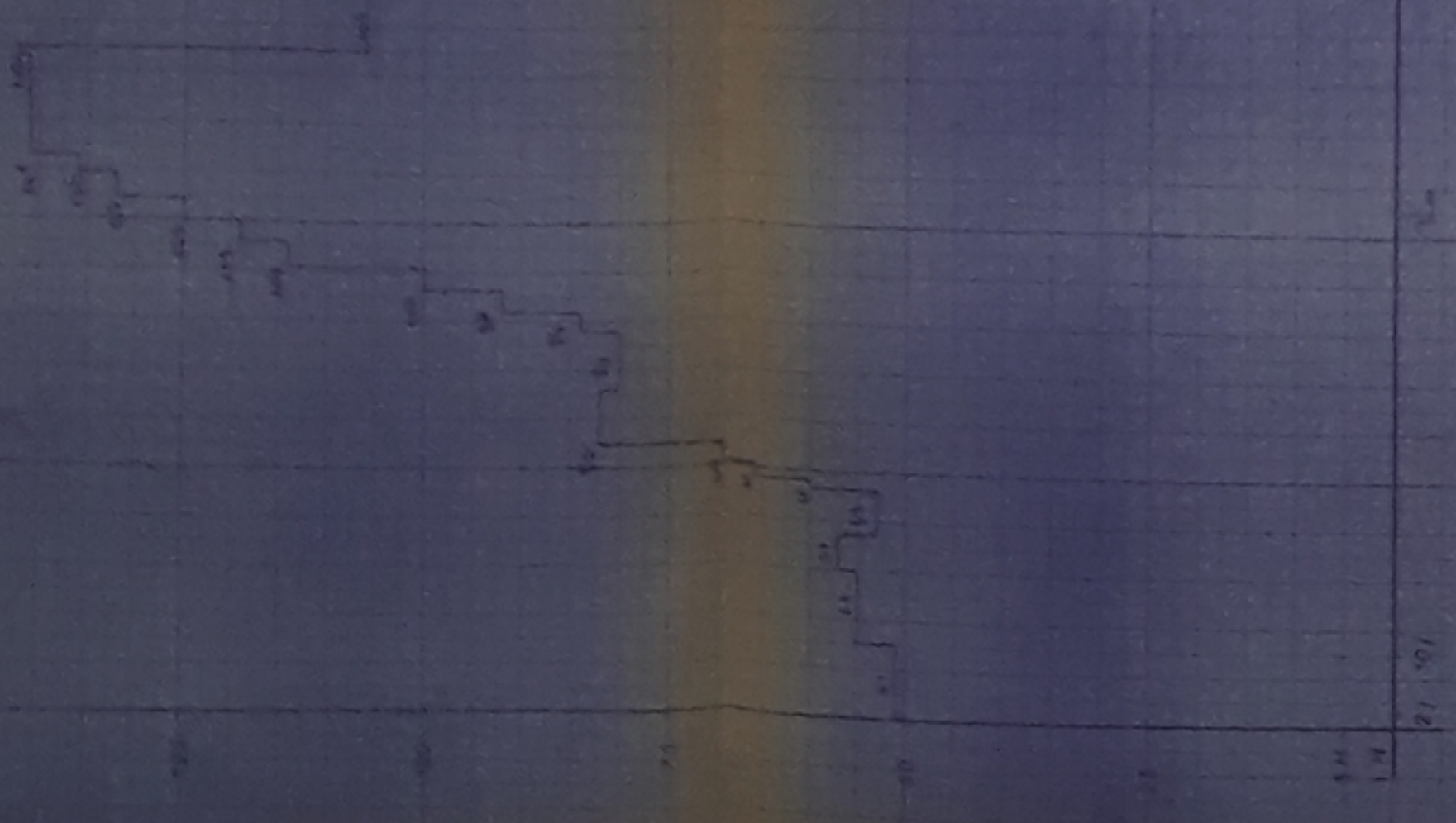
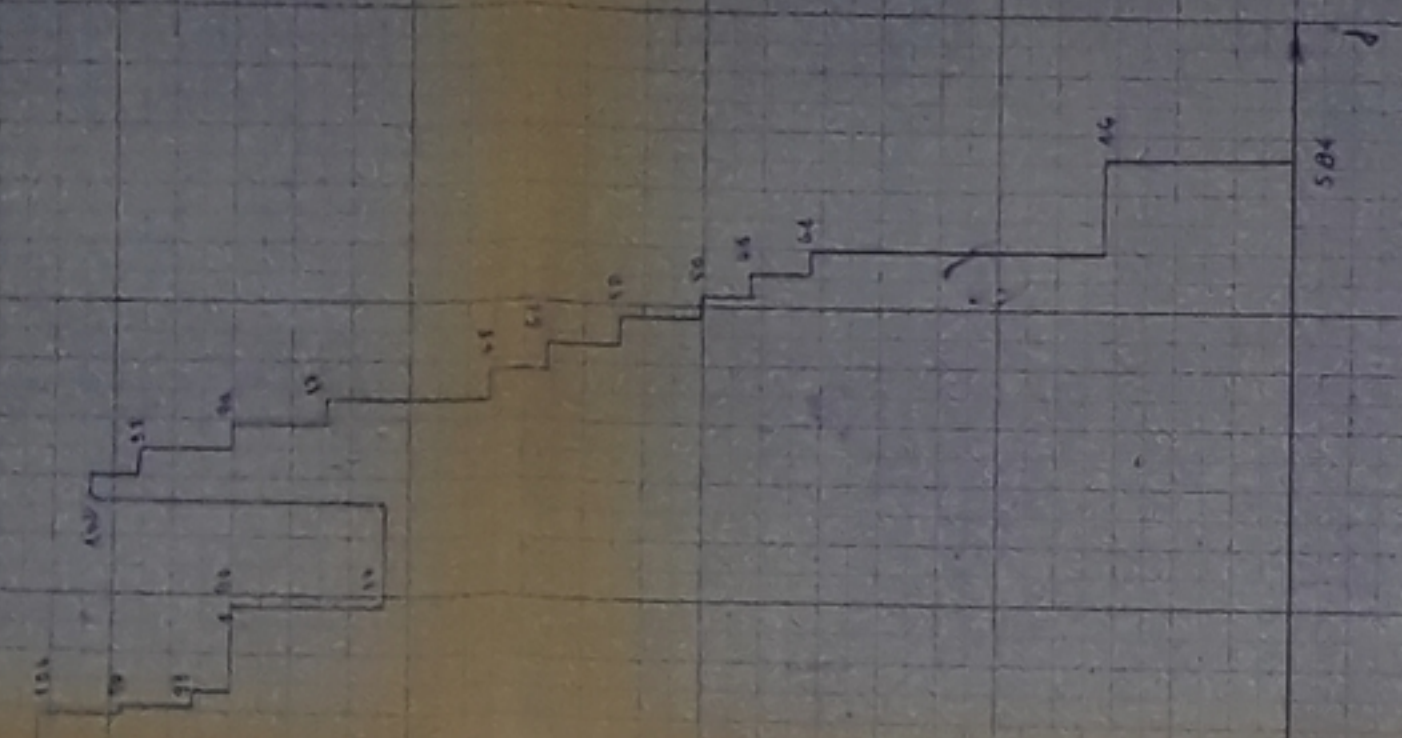
Projeté par
Société des Travaux de la
Wilaya de Médéa (SOTRAM)
Dirigé par
Prof. Ingénieur
B. CIOROIU

Étudié par
Abdelkrim A. A. A.

Promotion Juin 1979



ÉVOLUTION DE LA MAIN D'ŒUVRE



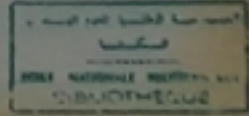
PROJET DE FIN D'ÉTUDES

ORGANISATION GÉNÉRALE DE
L'EXÉCUTION
DU VILLAGE AGRICOLE SI MAHDJOU

ORGANISATION GÉNÉRALE
DU CHANTIER

Travaux par
Service des Travaux de
Village de MADA (SOTRAM)

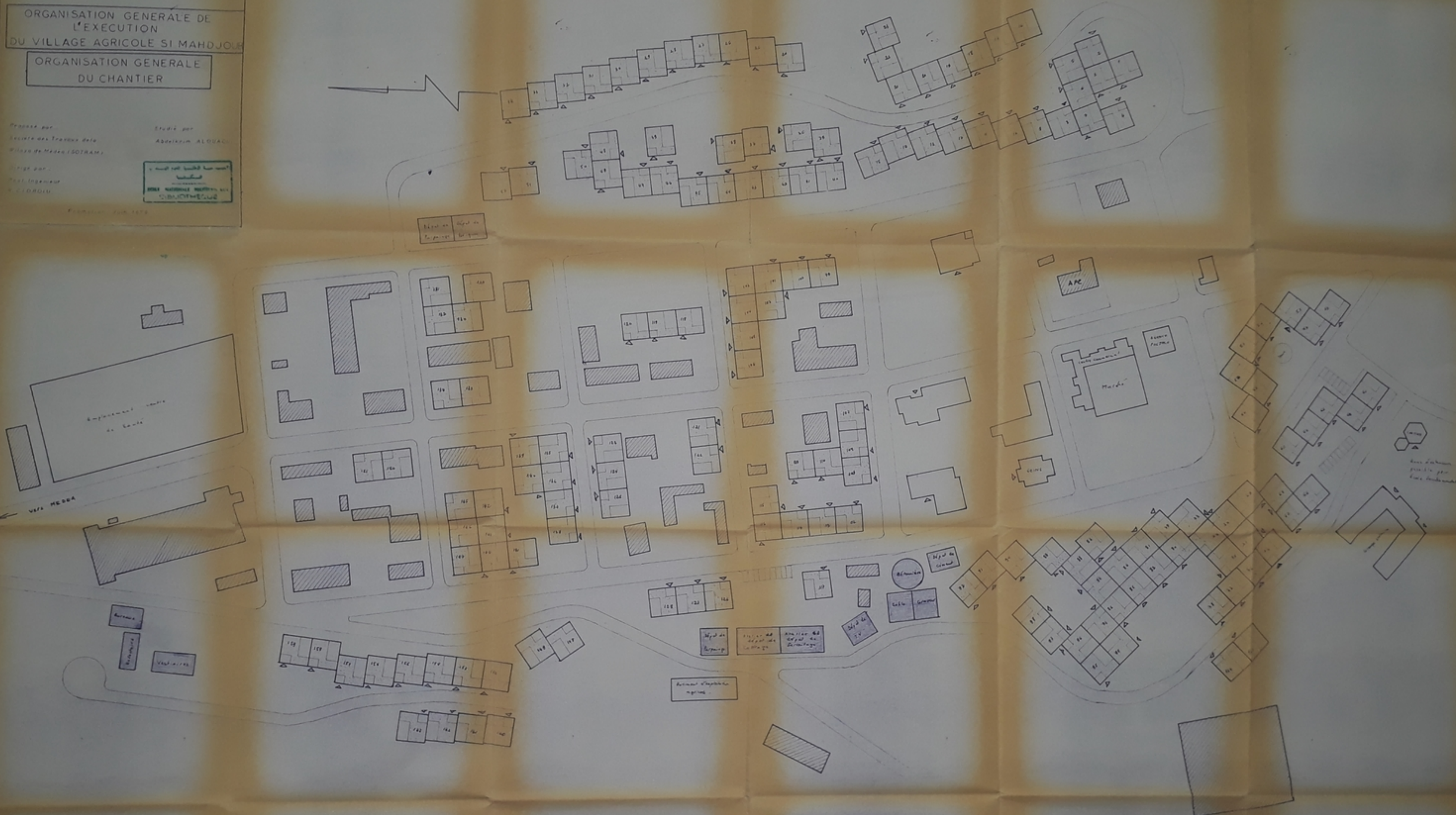
Étudié par
Abdelkrim ALOUADI



Dirigé par
Prof. Ingénieur
H. GORDON

Publication Juin 1973

LEGENDE
— CONSTRUCTIONS EXISTANTES
— CONSTRUCTIONS PROJÉTÉES

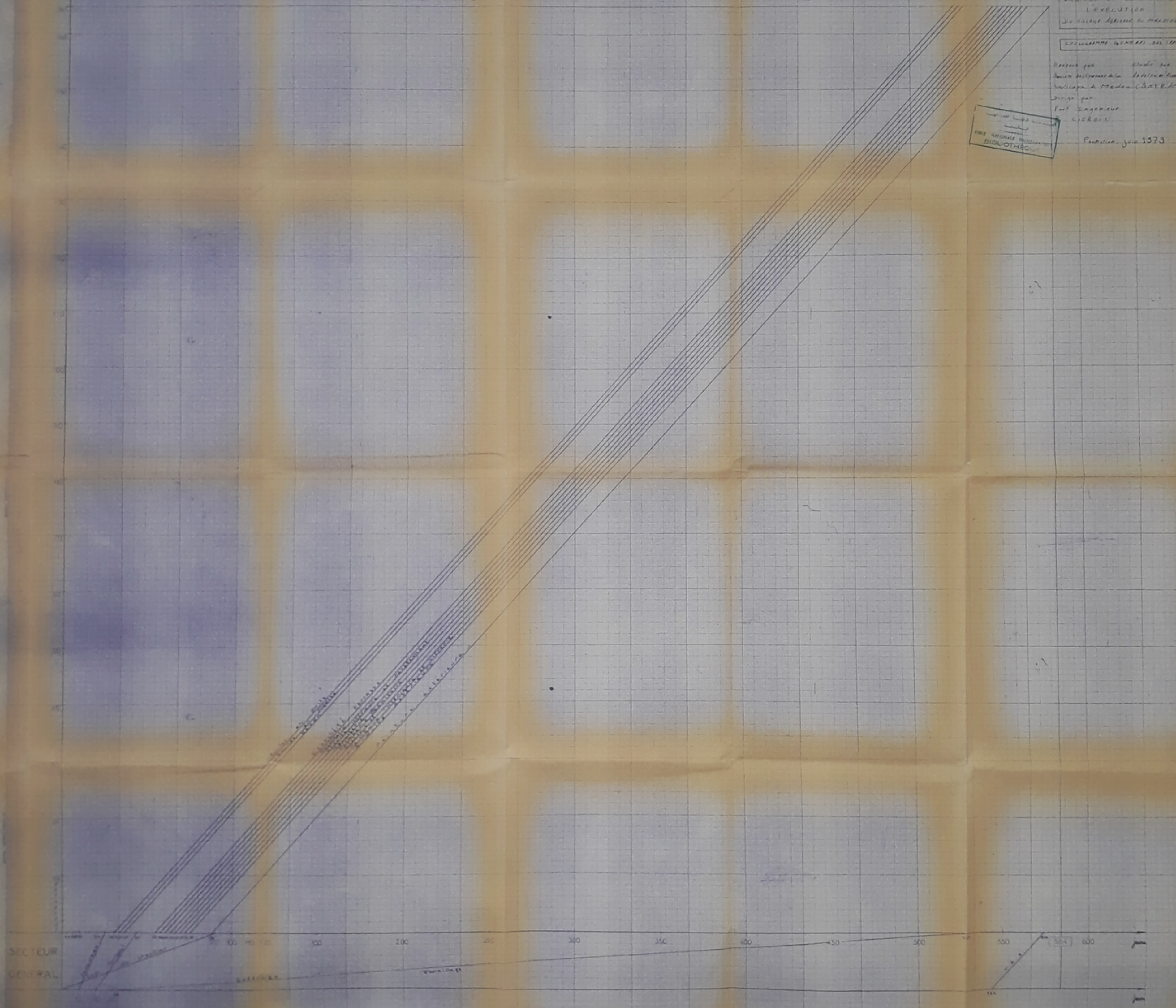
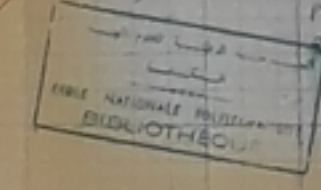


avec l'autorisation
générale pour
l'usage académique

Préparé par: [Signature]
Étudié par:
M. [Signature]
M. [Signature] (SOTR/M)

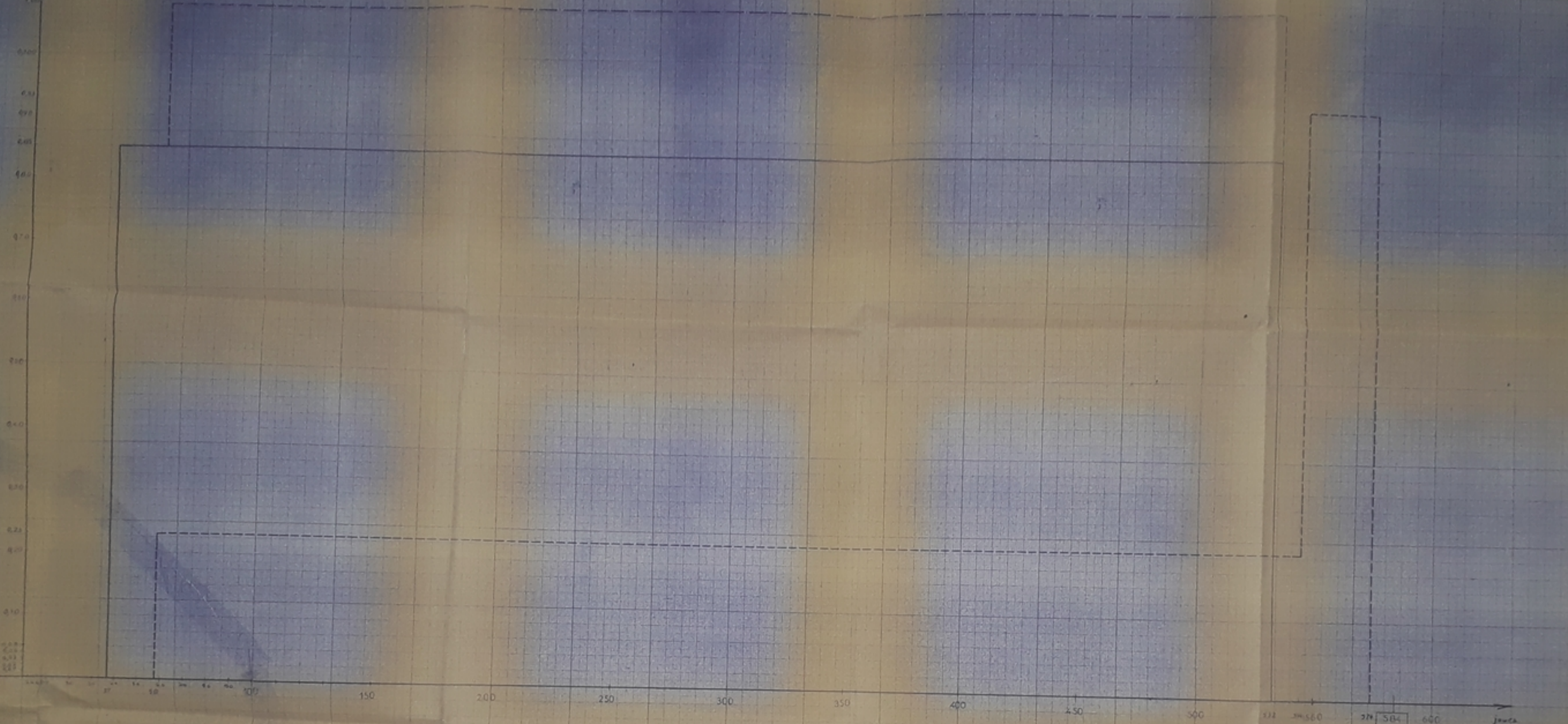
Dirigé par:
Prof. Ingénieur
C. KOUKO

Financé par: [Signature]
Paris, le 15 Juin 1973



CYCLOGRAMME GÉNÉRAL DES TRAVAUX

Q (m³/h)



LEGENDE

- Mortier
- Béton
- Béton + mortier

UNIVERSITE D'ALGER
 ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
 DEPARTEMENT GENIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDES

ORGANISATION GENERALE DE
 L'EXECUTION
 DU VILLAGE AGRICOLE SIMARDJOUB

CONSOMMATION HORAIRE
 DU BETON ET DU MORTIER

Preparé par
 Souleymane Tadjine de la
 village de M'Eloua (ALGER)

Etudié par
 Abdelhakim ELBOUMELAL

Dirigé par
 Prof. Ingénieur
 A. CIDRAN

ALGER NATIONALE POLYTECHNIQUE
 SIMARDJOUB

Remontée le 1970

