

UNIVERSITE D'ALGER  
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

5/76

3EX

**THESE DE FIN D'ETUDES**



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

JUIN 1976

PROPOSE PAR :  
Pr. ING. CIOROIU RADUCANU

ETUDIE PAR :  
A. CHENNOUFI

PROMOTION 1971-76



UNIVERSITE D'ALGER  
—  
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
—

**THESE DE FIN D'ETUDES**

الدرسة لوطنية للعلوم الهندسية  
— المكتبة —  
—  
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
BIBLIOTHÈQUE

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

JUIN 1976

PROPOSE PAR :  
Pr. ING. CIOROIU RADUCANU

ETUDIE PAR :  
A. CHENNOUFI

PROMOTION 1971-76

[T-) mes Parents

[T-) mes Amis

*Je dédie ce modeste travail.*

Je saisi cette occasion pour adresser mes remerciements à tous ceux qui ont contribué à ma formation .

A monsieur le Professeur Ingénieur Raducanu CIOROIU je suis profondément reconnaissant , pour l'aide apportée , les conseils et les encouragements qu'il n'a cessé de me prodiguer.

Je tiens aussi à remercier la famille LAZRI ainsi que tous ceux qui se sont dépensés afin de me rendre mon étude présentable.

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE - CIVIL

THEME POUR LE PROJET DE FIN D'ETUDES

Le theme consiste en un projet d'organisation de l'exécution d'une canalisation de 2000 metres en buses de béton.

- Diamètre de la conduite  $D = 600$  mm
- Profondeur de la tranchée : 3 mètres
- Terrain de catégorie 2

Le chantier est organisé d'après la méthode de réalisation " en continu "

Le projet doit contenir

I.- La présentation du sujet

2 - L'éclatement du projet en processus de constructions composants

3 - La description des technologies d'exécution

4 - L'établissement des relations séquentielles

5 - La division en secteurs de travail

6 - Le calcul des quantités de travaux par processus

composant

7 - La détermination des volumes de travail , l'évaluation des durées d'exécution , le calcul des nécessaires en main d'oeuvre et outillage de construction

8 - Le cyclogramme des travaux

9 - Le graphique à barres

IO.- Le diagramme de la main d'oeuvre

II - Le graphique réseau et le chemin critique

I2 - Le nécessaire en matériaux ; Transport

I3 - Les objets d'organisation de chantier

## I N T R O D U C T I O N

Projet et devis étant déjà élaborés, il reste à coordonner la mise en oeuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter dans le cadre du projet étudié, but que s'assigne une organisation de chantier rationnelle, dans le sens qu'elle permet une planification du projet et un suivi de sa réalisation.

Cette planification comporte 3 principales phases :

- La division du projet en activités
- L'établissement des relations séquentielles entre les activités, en d'autres termes, l'ordre dans lequel ces activités peuvent ou doivent être réalisées.
- La détermination de la durée de réalisation de chaque activité composante.

Plusieurs facteurs sont à attendre d'une organisation rationnelle, entre autres.

- L'analyse profonde du projet
- Sa durée de réalisation
- Avoir des indications très importantes sur la concentration des efforts.
- Une diminution du coût de la réalisation
- Une évaluation des ressources humaines et matérielles.

Plusieurs méthodes d'organisation de chantier nous permettent d'aboutir à ces résultats; parmi elles le PERT ou graphique réseau, le diagramme à Barres appelé aussi diagramme Gantt et le cyclogramme des travaux sont les plus utilisés.

# CHAPITRE

1

## P R E S E N T A T I O N   D U   S U J E T

Le projet d'exécution d'une canalisation pour l'évacuation d'eaux usées industrielles ne comporte qu'un ensemble que l'on pourrait décomposer en fait en 3 activités principales , le creusement d'une tranchée , la mise en place de la canalisation et le remblayage de la tranchée

### P R E S E N T A T I O N   D E S   A C T I V I T E S   P R I N C I P A L E S

#### I - E X E C U T I O N   D E   L A   T R A N C H E E

Elle se fera sur une longueur de 2000 mètres , une largeur de 1,50 mètres et une profondeur de 3 mètres après avoir préalablement réalisé un décapage de la couche végétale sur une longueur de 2000 m , une largeur de 9 m et une profondeur d'environ 20 cm . Le terrain a un relief non accidenté et présente une légère déclivité ( 2 % ) qui aide à l'écoulement des eaux , il est de catégorie moyenne ce qui amène à maintenir les parois de la tranchée à l'aide d'un boisage pour éviter les risques d'éboulement des parois , risques qui seraient inévitables pour une telle profondeur de creusement ( Pour ce terrain , les prescriptions imposent le boisage pour une profondeur supérieure à 1,50 m )

#### 2 - M I S E   E N   P L A C E   D E   L A   C A N A L I S A T I O N

Les conditions d'utilisation de la canalisation et les contraintes imposées par la disposition du boisage nous ont amené à choisir pour sa réalisation des buses de béton de 60 cm de diamètre intérieur , d'épaisseur 4 cm et de longueur 1 m , les problèmes de présence d'eau en fond de tranchée ne se posent pas , des études faites préalablement ont montré que le niveau supérieur

de la nappe phréatique était bien inférieur à la cote -3 m . Les buses seront posées sur un lit de sable , au niveau du joint elles reposeront sur une fondation de ( 60 x 15 x 10 ) cm<sup>3</sup> en béton de propreté ( 200 kg/m<sup>3</sup> ) ; Les joints seront réalisés à l'aide d'un collier fait de mortier de ciment ( 500 kg de ciment pour 1 m<sup>3</sup> de sable ) .

Pour l'entretien de la canalisation on disposera de regards de ( 1,50 x 1,50 )m<sup>2</sup> , de 3 m de hauteur et d'épaisseur 20 cm , ces regards seront réalisés en béton armé , le béton sera additionné d'adjuvants pour être imperméable

### 3 - REMBLAYAGE

Une partie du déblai en dépôt le long de la tranchée servira au remblayage , ce remblai sera bien compacté .

## CONDITIONS GENERALES DE TRAVAIL

Les méthodes de travail sont celles correspondant à I niveau moyen d'industrialisation des travaux.

Les travaux de terrassement se feront à l'aide d'un bulldozer et d'un excavateur.

Le chantier isolé sera approvisionné à l'aide de camions à partir d'un dépôt situé à 20 Km, des autogrues assureront le déchargement et la descente en tranchée des buses, le béton sera produit par une bétonnière de faible capacité (0,125M3) l'accès au fond de la tranchée se fera à l'aide d'échelles de hauteur 3,50m.

Le chantier dispose de force de travail qualifiée et non qualifiée nécessaire pour effectuer les travaux dans les limites que l'on s'est fixé. Les horaires de travail seront de 8 heures par jour ouvrable pour certains travaux, 2 relevés de 8 heures chacune se succèderont pour d'autres. Des constructions provisoires (dortoirs, Cantine, Pts Sanitaire) seront implantées sur le chantier pour assurer la force de production et créer de bonnes conditions de travail.

Le nécessaire sera fait pour que les travaux soient régis par les 2 principes fondamentaux en construction, Continuité et Uniformité, les équipes seront donc uniformément équipées et posséderont le même nombre d'ouvriers, dans le même temps elles consommeront les mêmes quantités de ressources et livreront les mêmes quantités de production finie.

On signalera tout de même que l'uniformisation se transformera en cours de travail, par une bonne organisation, en une rythmicité à cause de l'expérience acquise au fur et à mesure de l'avancement des travaux (le rendement est sensiblement amélioré).

CHAPITRE

2

E C L A T E M E N T D E L ' I N S T A L L A T I O N  
E N P R O C E S S U S C O M P O S A N T S  
~~-----~~

Cette division tiendra compte du fait que certains travaux sont liés technologiquement , que d'autres doivent être réalisés simultanément , ce qui nous amène à opter pour la division en processus composants suivante

I - DECAPAGE

2 - TRANSPORT

a- Transport

b- Déchargement

3 - EXCAVATION MECANIQUE

4 - BOISAGE

a- Dressage

b- Boisage

5 - EXECUTION DES REGARDS

a- Coffrage

b- Bétonnage

6 - PREPARATION DU LIT

a- Préparation et coulage du beton de fondation

b- Couche de sable

7 - POSE DES TUYAUX

a- Descente

b- Montage

c- Etanchéité des joints

8 - DECOFFRAGE DES REGARDS

9 - DEBOISAGE

10 - REMBLAYAGE

a- Remblayage

b- Compactage

# CHAPITRE

3

# DESCRIPTION DES TECHNOLOGIES

## D'EXECUTION

### A- NOTIONS SUR LES TRAVAUX DE TERRASSEMENT

Ces travaux comprennent une grande partie du projet étudié. les sols sont classifiés en 16 catégories groupées en 7 types de terrains.

- Legers
- Moyens
- Durs
- Très durs
- Rocs legers
- Rocs moyens
- Rocs durs.

Cette classification est faite en tenant compte de la densité apparente de la terre dans son état naturel de compacité et d'humidité, ainsi que du temps de forage du terrain.

Seules les 6 premières des 16 catégories nous intéressent pour les travaux d'excavation, les rocs des autres catégories sont émiettés à l'aide d'explosifs afin qu'ils soient plus meubles pour être assimilés à l'une des 6 catégories.

Le tableau suivant nous donne une classification des terres.

2 grands problèmes peuvent se poser dans les travaux de déblayage et de remblayage, le transport des déblais d'une part, la détermination du cube de terrain vierge correspondant à l'établissement d'un remblai ayant un volume initial après

# CLASSIFICATION des SOLS

Catégorie	Designation de la terre et du roc	Poids spécifique apparent moyen kg/m <sup>3</sup>	Mode d'excavation et outils utilisés
1 Terrain léger	- Sable - Sable argileux - terrain végétal - Tourbe	1500 1600 1200 600	A la pelle
2 Terrain moyen	- Argile sableuse, Loëss - Gravier - terrain végétal avec racines <30 <sup>mm</sup>	1600 1700 1100	Pelle, partiellement pioche
3 Terrain dur	- Argile plastique et terre grasse - Argile sableuse lourde - Gravier, pierre cassée 15-40 <sup>mm</sup> - Loëss sec	1800 1750 1750 1800	Pelle et pioche
4 Terrain très dur	- Argile battue (compacte, lourde) - Gravier, cailloux 90 <sup>mm</sup> - Argile schisteuse	1950 1950 2000	Pioche Pic Pince
5 Terrain rocheux semi-dur	- Loëss compacte - Marne tendre - Conglomérats - Schistes tendres	1800 1900 2000 2000	Pince Pic Coins, masse partiellement à l'aide d'explosifs
6 Terrain rocheux semi-dur	- Calcaires tendres fissurées - Grès, Schistes, Dolomies	2200 2300-2600	Pince, Pic, Coins, Pointe-rolle, Masse. Partiellement à l'aide d'explosifs vitesse de forage 1m → 3,5 <sup>mn</sup>
Terrain rocheux semi-dur	- Conglomerat cimenté avec du calcaire - Grès argileuse - Schiste dure - Marne dure	2200 2200 2800 2500	A l'aide d'explosifs et partiellement à la masse vitesse de forage 1m → 4,5 <sup>mn</sup>
_____	_____	_____	_____
16 Roc très dur	- Basalt - Gabbro-diabases	3300 3000	Explosifs

extraction. Pour bien maîtriser ces problèmes il est nécessaire de faire intervenir dans tous calculs, les pourcentages de foisonnement qui affectent les déblais après leur extraction. Cette augmentation de volume des terres dépend, de la nature du terrain de son homogénéité, de sa compacité et de la grosseur des grains.

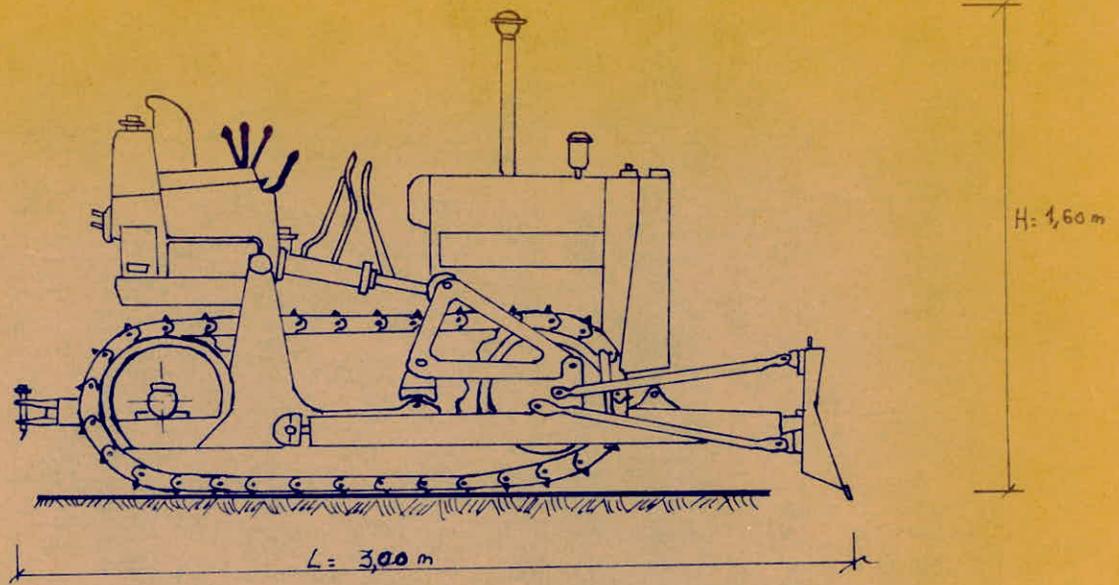
On notera que le pourcentage de foisonnement peut être réduit après compactage, cette réduction elle aussi dépend de la nature du terrain.

## B - DESCRIPTION DES TECHNOLOGIES

En général la pose des canalisations s'effectue en tranchée aux côtes indiquées sur les plans. Elle comprend les déblais en tout terrains, l'étalement, le boisage jointif, la fourniture et la mise en place des canalisations, l'enlèvement du boisage ou son abandon, le remblayement, l'envoi en décharge des déblais en excédent ect...

### I- DECAPAGE

Il sera réalisé sur une largeur de 9,50 m, une longueur de 2000 m et une profondeur d'environ 20 cm (suivant la largeur, 3 m seront réservés au dépôt du déblai, 1 m de terrain libre entre le bord de la tranchée et le déblai pour éviter la retombée de ce dernier, on réservera sur l'autre bord 1,50 m pour l'emplacement des buses et 2,50 m pour la circulation des camions et des autogrues) à l'aide d'un bulldozer de type S.650 dont les caractéristiques sont les suivantes.



Bulldozer type S.650

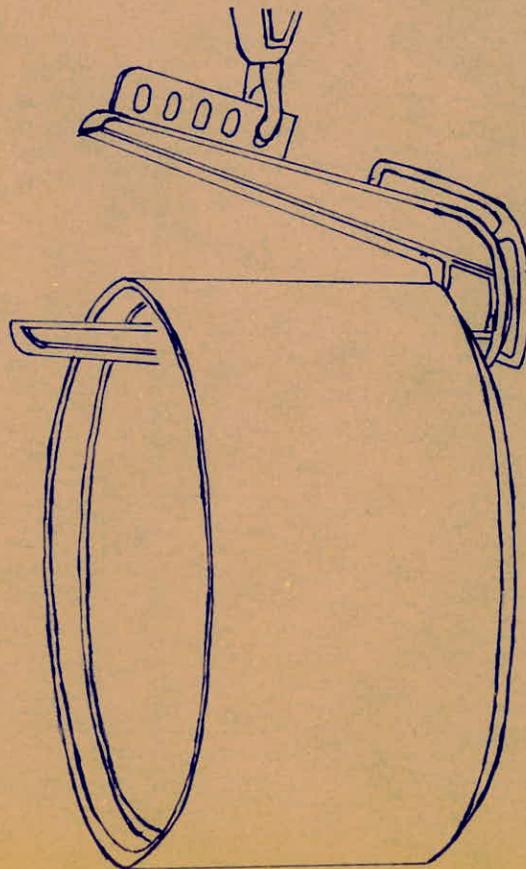


Schéma d'attache des buses

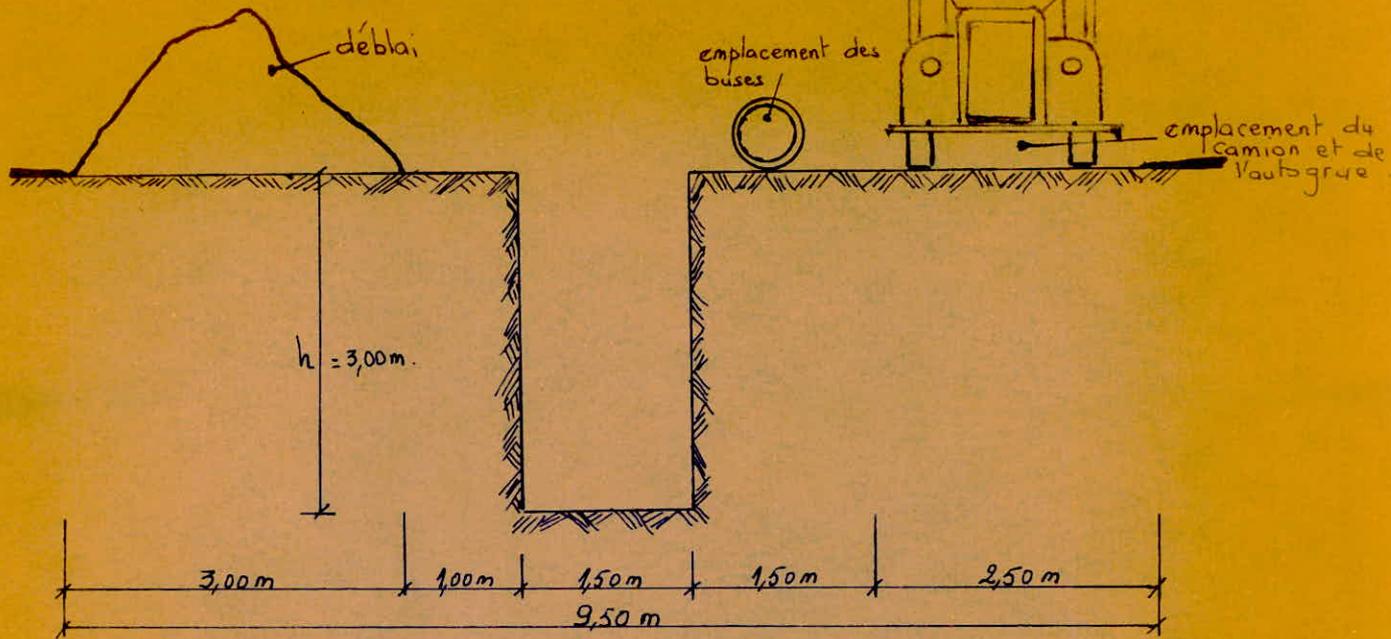
- Vitesse de déplacement	
. Avant	2,4 km/h
. Arrière	2,84 km/h
- Longueur de la lame	3,00 m
- Largeur de la lame	0,70 m
⊕ <u>Gabarit</u>	
- Longueur	3,00 m
- Largeur	3,00 m
- Hauteur	1,60 m
- Poids de l'équipement	1910 kg
- Poids total	11580 kg

La couche de terre végétale sera disposée sur un seul côté pour être ensuite mise en tas tous les 200 m, chose qui va faciliter son chargement pour le transport vers des terres cultivables.

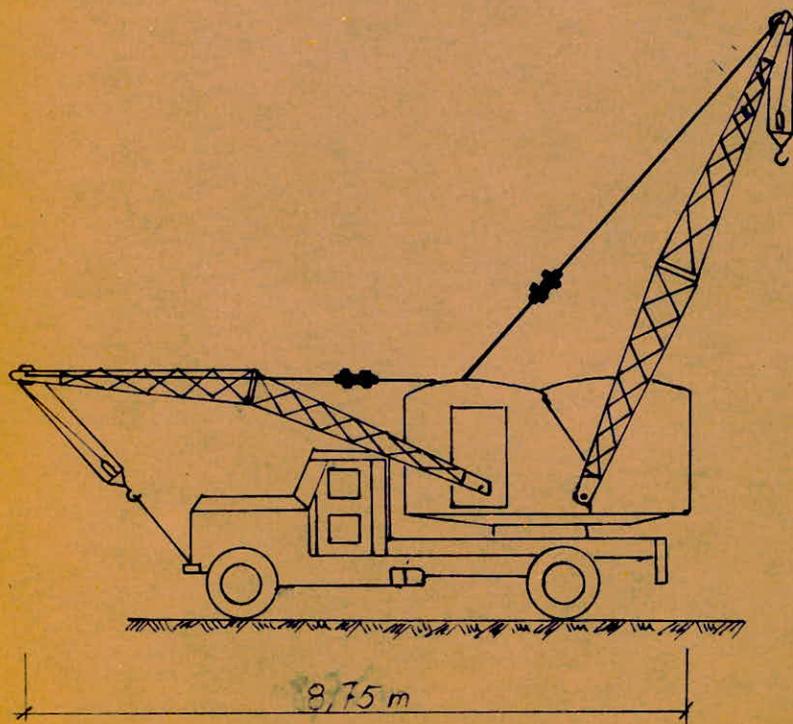
## 2 - TRANSPORT ET DECHARGEMENT

Le transport des buses sera assuré par des camions à benne fixe de 5 tonnes, les dimensions de la benne sont (2,20 x 5,00 ) m<sup>2</sup>. Les buses seront déchargées et disposées le long de la tranchée à l'aide d'une autogrupe de 3 tf de type R S R . K . 5I.

C'est une grue rotative, avec flèche inclinable, qui peut se déplacer rapidement au lieu de travail, sa mise en fonctionnement nécessite un temps réduit, elle possède 4 supports de calage utilisés dans le cas des charges importantes (pas notre cas). La cabine est montée sur plateforme rotative et contient tous les dispositifs.



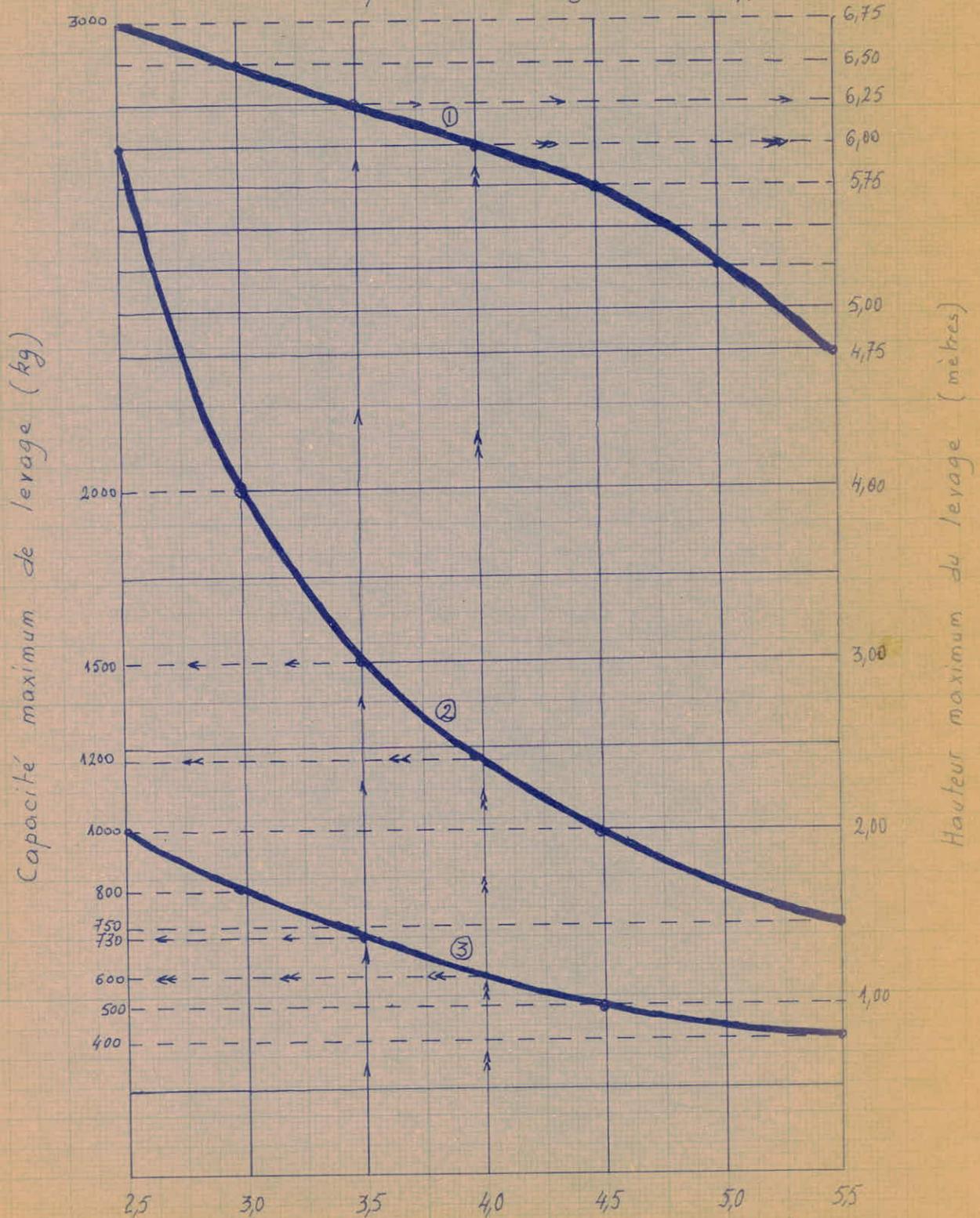
Emprise de la Surface à découper



Autogreue de type RSR - K.51

# Diagramme d'utilisation de la grue de 3tf

- ① Courbe des hauteurs de levage
- ② Courbe de la puissance de la grue avec support de calage
- ③ Courbe de la puissance de la grue sans support de calage



Distance horizontale de la charge par rapport à l'axe (metres)

Ce diagramme permet l'utilisation rationnelle de la grue, il donne les limites au-delà desquelles le bon fonctionnement de la grue n'est plus assuré (risques de détérioration des éléments).

On est amené à soulever une charge située à une distance horizontale (par rapport à l'axe de la flèche) de  $D$  (m). A partir de la valeur  $D$ , on élève une verticale qui coupe les courbes ①, ② et ③

L'intersection de la verticale avec la courbe ③ donne sur l'échelle de gauche la capacité maximum de levage sans support de calage.

L'intersection de la verticale avec la courbe ② donne sur l'échelle de gauche la capacité maximum de levage de la grue munie de supports de calage.

L'intersection de la verticale avec la courbe ① donne sur l'échelle de droite la hauteur maximum de levage avec ou sans support de calage de la grue (pour les 2 cas on n'a qu'une seule valeur)

Exemples :

- Distance horizontale de la charge ( $D$ )	3,50 m	4,00 m
- Charge maximum de levage		
• sans calage	750 kg	600 kg
• Avec calage	1500 kg	1200 kg
- Hauteur maximum du levage	6,25 m	6,00 m

### Caracteristiques de l'autogrue

- Puissance 90 ch
- Diametre du cable 13 mm
- Longueur du cable 26 m
- Vitesse de déplacement maximum avec charge: 5 km/h  
(maximum de la charge suspendue à l'avant 300 kg,  
vent max 8°)
- Vitesse de transport 30 km/h

### ⊕ Gabarit

- Longueur 3,75 m
- Largeur 2,35 m
- Hauteur 3,57 m
- Poids 7200 kg

### 3- EXCAVATION

90 % de l'excavation totale sera faite mécaniquement, les 10 % restant entrent dans la partie dressage qui se fait manuellement.

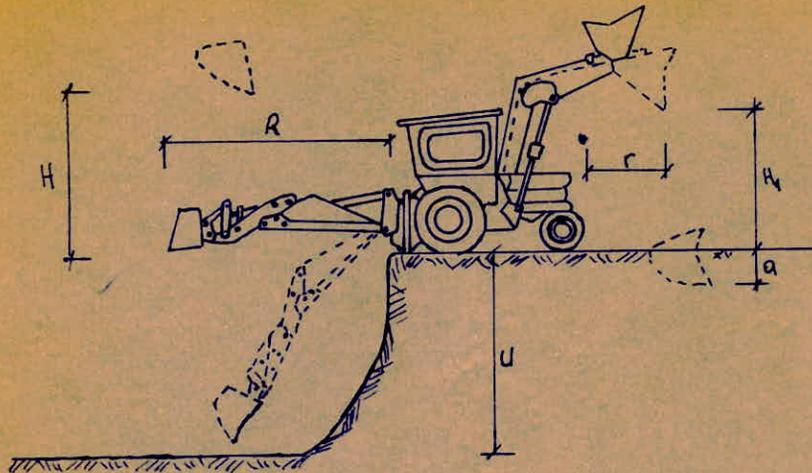
Les déblais seront déposés sur un seul bord le long de la tranchée, un excavateur de type U. 650 en fera leur extraction avec un équipement en rétro, signalons tout de même que c'est ce même appareil polyvalent qui assurera le chargement de l'excédent de déblai résultant après remblayage pour son transport vers les dépôts.

### ⊕ Caracteristiques de l'excavateur

- Puissance 60 ch

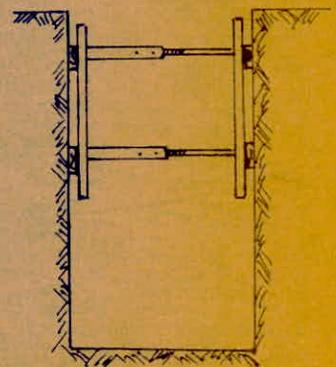
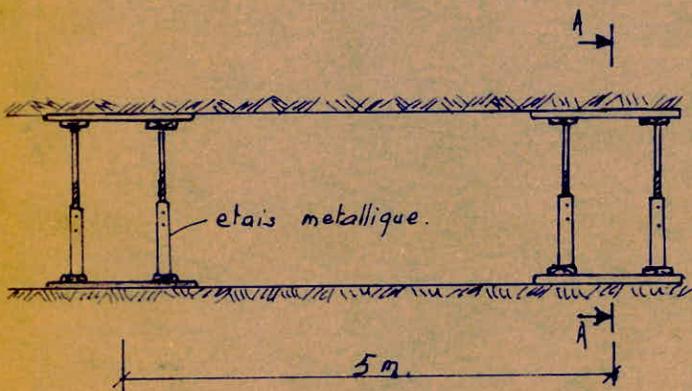
### ⊕ Equipement rétro

- Capacité de coupe  $0,1 < C < 0,34$



Excovateur U.650

Symbole du schéma	H	H <sub>1</sub>	R	U	a	r
Dimensions en mm	3750	3370	6350	4600	310	390



A-A

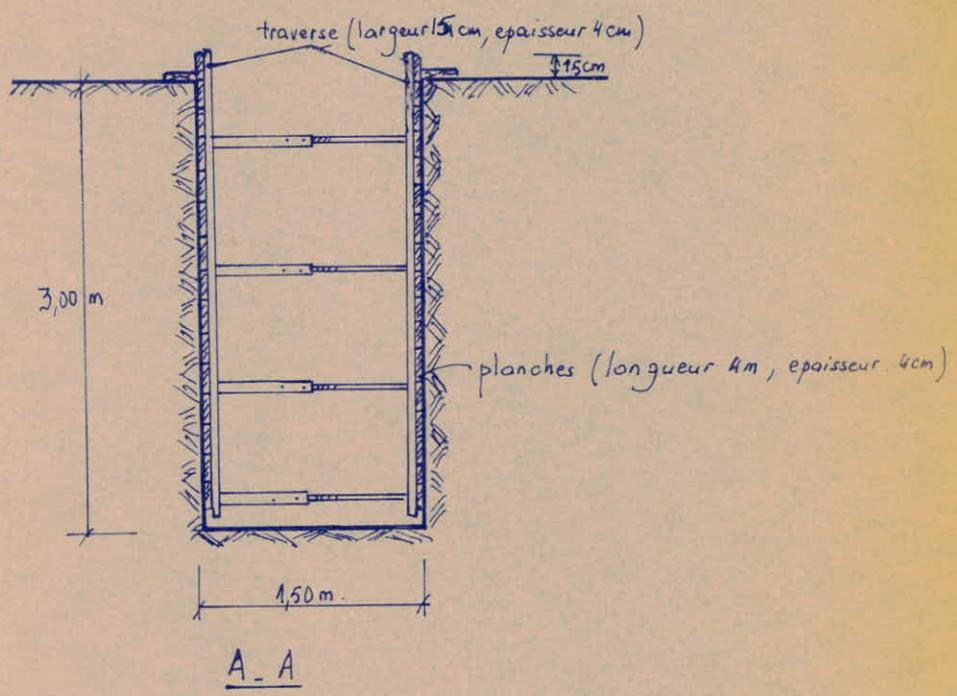
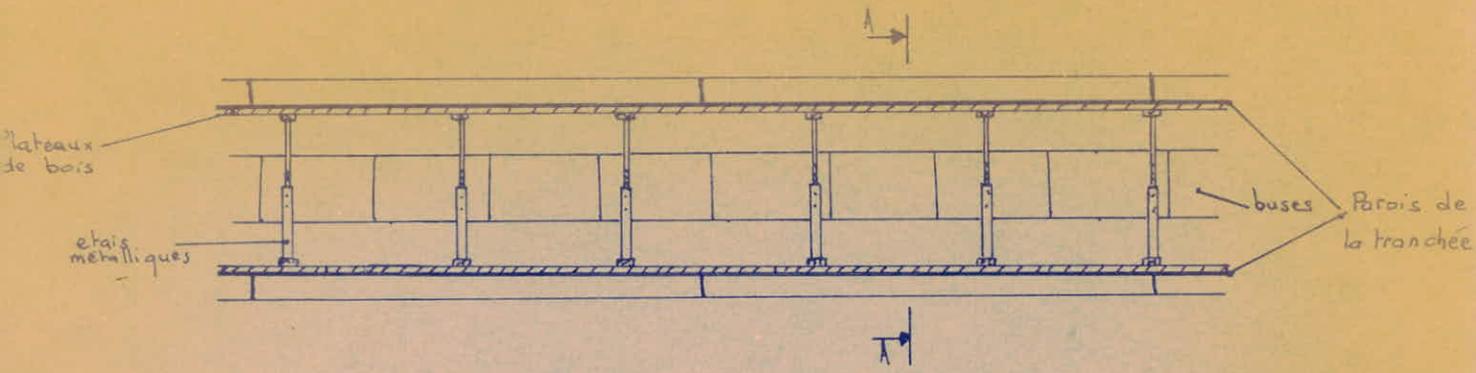
Disposition des points stables

- Rayon maximum d'excavation
  - . bras long 6,35 m
  - . bras court 5,50 m
- Profondeur maximum d'excavation
  - . bras long 4,60 m
  - . bras court 3,70 m
- Hauteur maximum de décharge
  - . bras long 3,75 m
  - . bras court 3,10 m
- Angle de rotation de la colonne 177°
- ⊕ Gabarit
  - Longueur 8,95 m
  - Largeur 2,65 m
  - Hauteur 4,50 m
  - Poids total de l'outillage en position de transport 8800 kg

#### 4 - BOISAGE

Au fur et à mesure de l'avancement de la tranchée des terrassiers procéderont à la création de points stables temporaires situés à 5 mètres les uns des autres. Ces points serviront à maintenir les parois verticales en attendant l'établissement du boisage définitif qui suivra l'excavation avec un certain retard.

Un dressage est nécessaire avant la mise en place du boisage, ce dernier sera jointif et horizontal composé de plateaux en bois de 4 cm d'épaisseur et de 4 m de long, il dépassera le niveau supérieur de la tranchée de 15 cm, pour



Disposition du Boisage

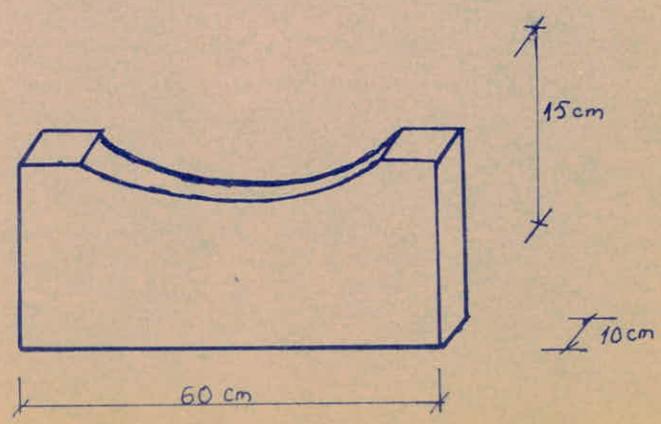


Schéma de la fondation en béton (200 kg/m<sup>3</sup>)

éviter toute chute de matériaux dans les fouilles. Pour le maintien des plateaux on utilisera des étais métalliques distants horizontalement de 1,50 m et verticalement de 0,90 m comme l'indique le figure.

#### 5 - REGARDS

On réalisera un coffrage pour les 4 faces intérieures et pour 2 faces extérieures, les 2 autres situées du côté des parois de la tranchée ne seront pas coffrées. Le béton sera dosé à 350kg/m<sup>3</sup>, additionné d'adjuvant, il sera préparé à l'aide d'une bétonnière de faible capacité ( 0,125 m<sup>3</sup>).

Le décoffrage d'un regard se fera 3 jours après sa réalisation.

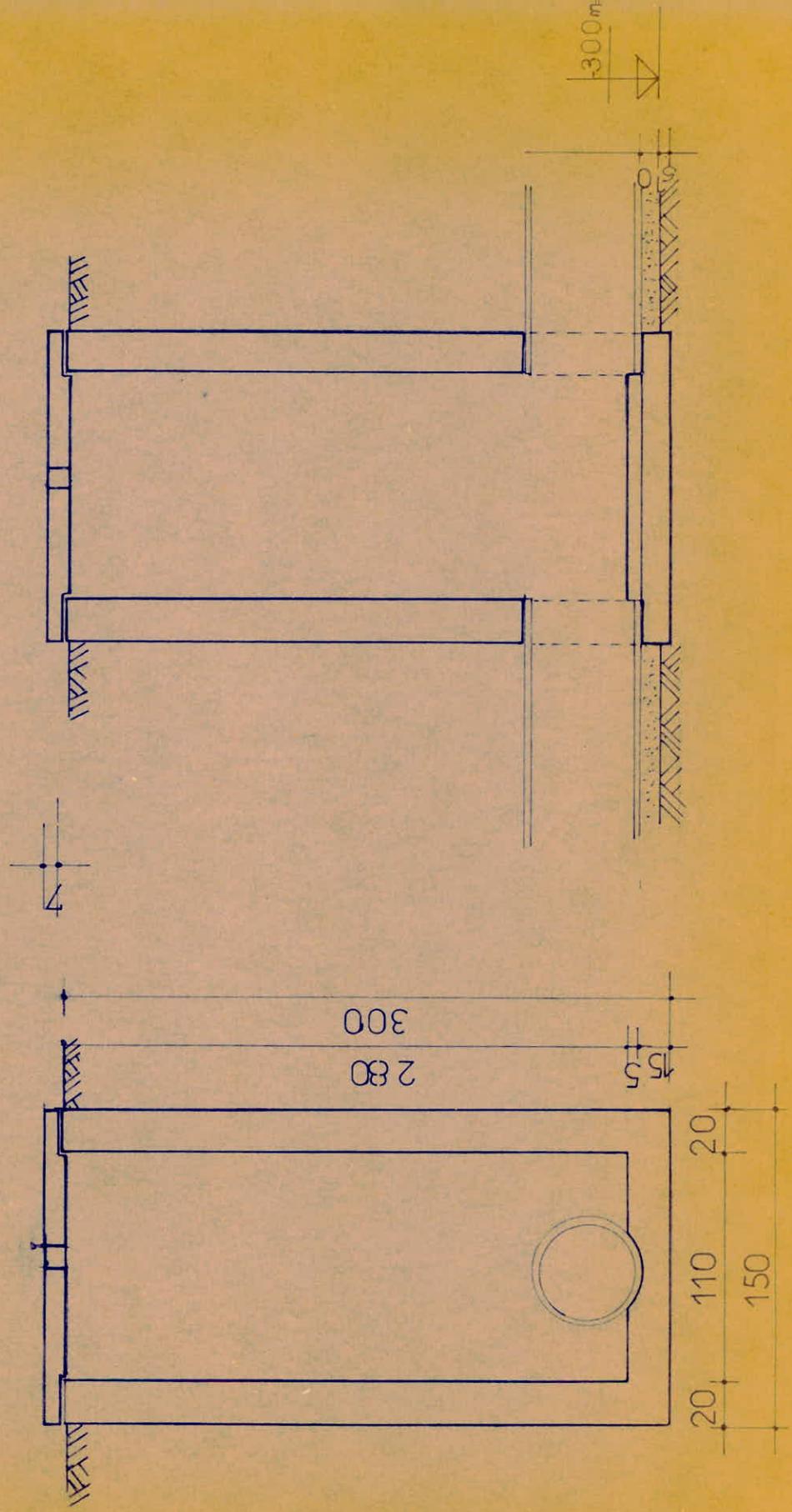
#### 6 - PREPARATION DU LIT

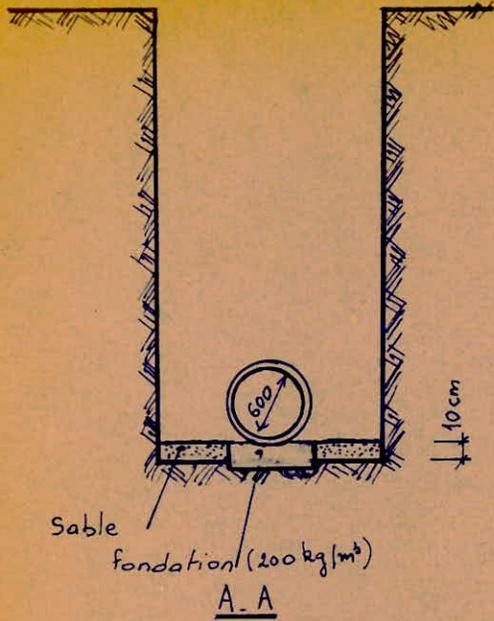
L'assise des tuyaux établie sur le fond de fouille est une forme de sable arasée au niveau inférieur du tuyau, l'épaisseur de cette forme est égale à celle du tuyau augmentée de 5 cm, cette couche de 10 cm est damée et nivelée sur toute la longueur de la tranchée. L'assemblage est posé sur une fondation de béton de ( 15 x 10 x 60 ) cm<sup>3</sup> comme l'indique le schéma, le béton est dosé à 200 kg/ m<sup>3</sup>.

#### 7 - POSE DES TUYAUX

La descente des buses en tranchée se fera à l'aide d'une autogrupe de même type que celle qui a servi au déchargement, la longueur des buses et les espacements horizontaux entre les étais permettent d'effectuer l'opération de descente sans grands problèmes. L'assemblage est réalisé en poussant la buse avec force vers celle posée précédemment, un collier de mortier de

VUE EN COUPES DES REGARDS





détail de l'assemblage.

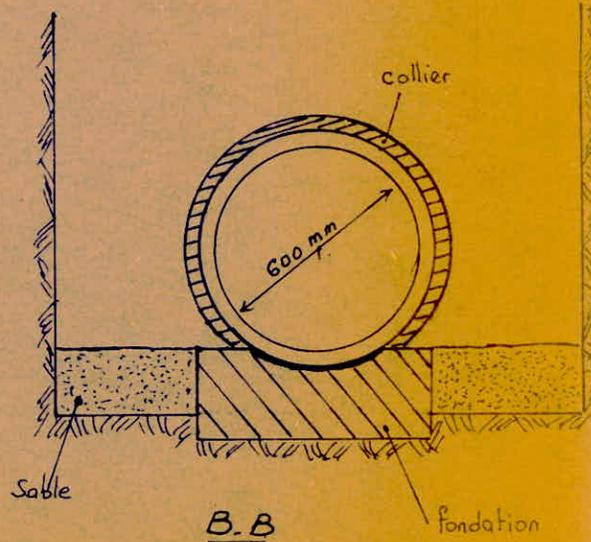
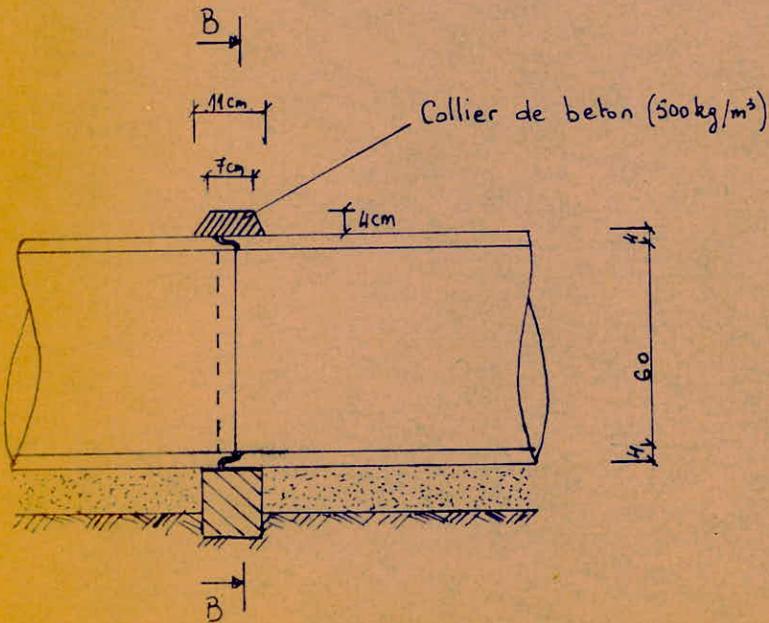
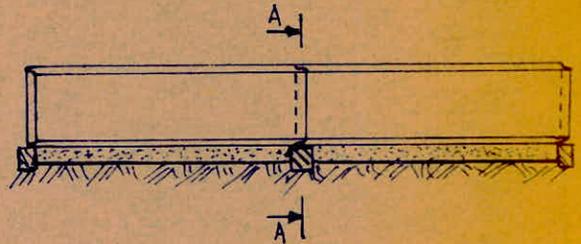


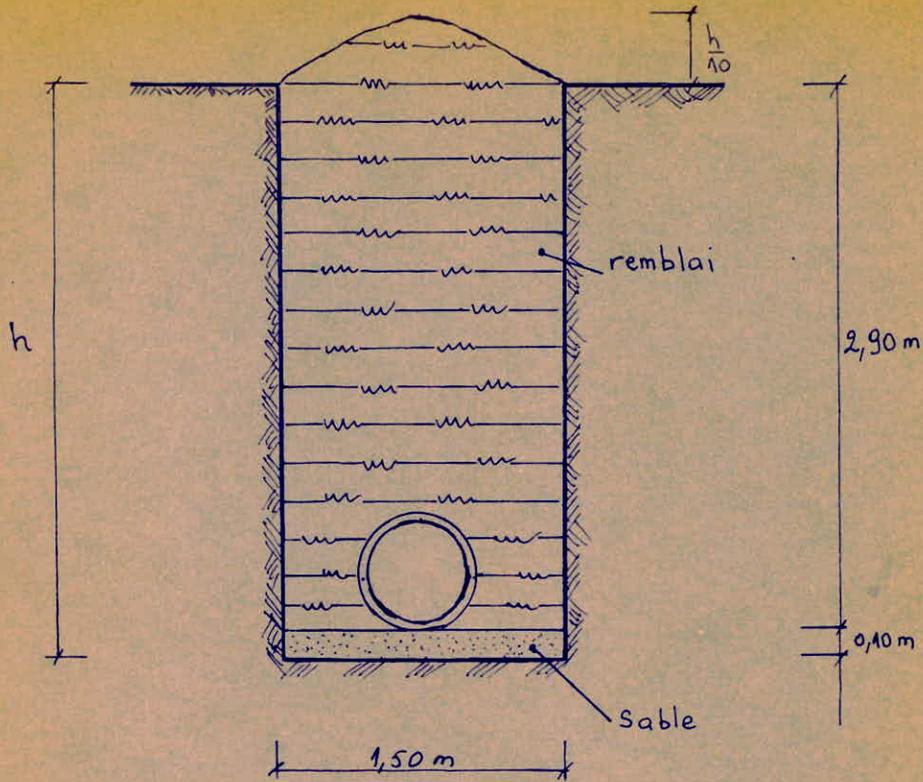
Schéma de détail de l'étanchéité et du lit de fondation

ciment ( 500 kg de ciment pour 1 m<sup>3</sup> de sable) sera exécuté avec des moules de béton pour assurer l'étanchéité de la canalisation au niveau des assemblages.

### 8 - REMBLAYAGE

Les travaux de canalisation ne pourront être remblayés qu'après le durcissement des colliers ( 2 jours minimum, pour la protection des travaux d'étanchéité) le décoffrage des regards et le déboisage des parois de la tranchée. Les terres en dépôt seront remises dans la tranchée par couche de 30 cm à l'aide du Bull ayant servi au decapage. Une dame vibrante utilisant du kérosène pour combustible assurera le compactage de chaque couche.

Afin de combler la diminution de volume due au tassement à long terme des terres remblayées, on devra prévoir une hauteur de remblai égale à  $\frac{h}{10}$  ( h étant la hauteur de la tranchée) au dessus du niveau du sol naturel.



Remblayage de la tranchée

# CHAPITRE

4

## ETABLISSEMENT DES RELATIONS

### SEQUENTIELLES

L' établissement des relations séquentielles pour les différentes activités nous permet de mieux visualiser pour faire ressortir par la suite les contraintes existantes entre ces activités.

Pour ce faire, on se proposera 2 questions.

1- Pour un processus composant donné, quel est celui qui peut être accompli après.

2 Pour le même processus, quel est celui qui doit être réalisé avant.

Le tableau suivant indiquera la suite optimale des processus relatifs à notre projet

## Tableau des Relations Séquentielles

N° d'ordre	Designation des Processus	Processus qui peut être accompli après	Processus qui doit être accompli avant
1	- Décapage	2 - 3	
2	- Transport des buses - Déchargement "	3	1
3	- Excavation	4 - 5	1
4	- Dressage - Boisage	6	3
5	- Confection des regards	8	3
6	- Préparation du Lit	7	4
7	- Descente des Buses - Montage " - Étanchéité des joints	9	6
8	- Décoffrage des Regards	10	5
9	- Déboisage	10	7
10	- Remblayage - Compactage		8 - 9

CHAPITRE

5

## DIVISION DES OBJETS DE CONSTRUCTION

### EN SECTEUR DE TRAVAIL

La méthode de travail en continu implique la division de l'objet de construction en secteurs de travail. Les formations d'ouvriers spécialisés exécutant les travaux en passant d'un secteur à un autre sans interruption.

Pour ce qui nous concerne, les travaux sont linéaires, ce qui nous a amené à choisir comme secteur de travail le tronçon (longueur de branchée) réalisé par l'excavateur, travaillant suivant les normes considérées, pour une relève de 8 heures.

Tous les calculs concernant les différentes activités à réaliser se feront par secteur sauf pour le Décapage, le déchargement, le dévoisage et le remblayage où l'on considèrera des secteurs fictifs ( ex : aucune contrainte ne nous limite pour le décapage, le tronçon réalisé en une relève de 8 heures sera différent de celui de l'excavation)

CHAPITRE

6

C A L C U L D E S Q U A N T I T E S D E T R A V A U X  
P A R A C T I V I T E C O M P O S A N T E

Les travaux étant linéaire, on fera les calculs pour des tronçons de I metre linéaire et ensuite pour toute la longueur de la tranchée.

I - DECAPAGE DES TERRES VEGETALES

- Surface à décapier par ml

$$9,50 \times 1,00 = 9,50 \text{ m}^2/\text{ml}$$

- Surface à décapier sur toute la longueur de la tranchée

$$9,50 \times 2000 = 19000 \text{ m}^2$$

2- TRANSPORT ET DECHARGEMENT DES BUSES.

On fera les calculs uniquement pour le dechargement, la partie transport sera traitée à part

- Quantité de buses à décharger par ml I buse/ml

- Poids des buses par ml 0,244t/ml

- Poids des buses à décharger sur toute la longueur de la tranchée

$$0,244 \times 2000 = 488 \text{ t}$$

3- EXCAVATION MECANIQUE

90% du deblai total sera excavé mecaniquement

- Volume du deblai par ml

$$0,9 ( 3,00 \times 1,50 \times 1,00 ) = 4,05 \text{ m}^3/\text{ml}$$

- Volume du deblai sur toute la longueur de la tranchée

$$4,05 \times 2000 = 8100 \text{ m}^3$$

#### 4- DRESSAGE ET BOISAGE

- Surface à dresser par ml ( 2 parois + fond de fouille)

$$\left[ ( 2 \times 3,00 ) + 1,50 \right] 1,00 = 7,50 \text{ m}^2/\text{ml}$$

- Surface de dressage sur toute la longueur de la tranchée

$$7,50 \times 2000 = 15000 \text{ m}^2$$

- Surface de boisage par ml

$$2 \times 3,00 \times 1,00 = 6,00 \text{ m}^2/\text{ml}$$

- Surface de boisage sur toute la longueur de la tranchée

$$6,00 \times 2000 = 12000 \text{ m}^2$$

#### 5- CONFECTION DES REGARDS

- Surface de coffrage d'un regard

On a à coffrer 2 faces exterieures et 4 faces interieures

$$2 \times 1,50 \times 3,00 + ( 1,50 - 0,40 ) 4 \times 3,00 = 22,2 \text{ m}^2$$

- Volume de béton pour un regard

$$4 \times 1,50 \times 3,00 \times 0,20 = 3,6 \text{ m}^3$$

#### 6- PREPARATION DU LIT

- Volume de béton pour 1 fondation

$$0,60 \times 0,15 \times 0,10 = 0,009 \text{ m}^3$$

- Nombre de fondations par ml      1 fondation/ml

- Volume du béton de fondation sur toute la longueur de la tranchée

$$0,009 \times 2000 = 18 \text{ m}^3$$

- Volume de la couche de sable par ml ( on retranche le volume de la fondation)

$$( 1,50 \times 1,00 \times 0,10 ) - 0,009 = 0,141 \text{ m}^3/\text{ml}$$

- Volume de sable sur toute la longueur de la tranchée

$$0,141 \times 2000 = 282 \text{ m}^3$$

#### 7- POSE DES TUYAUX

- Nombre de buses à descendre par ml      I buse/ml
- Nombre de buses à descendre sur toute la longueur de la tranchée  
2000 buses.
- Etanchéité des buses au niveau de l'assemblage.

On calculera le volume d'une couronne de 4 cm d'épaisseur, de 7 cm de largeur et de 68 cm de diamètre.

$$\clubsuit \text{ nombre de colliers par ml} \quad \text{I collier/ml}$$

$\clubsuit$  volume de mortier correspondant

$$\left( \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) 0,07 = \left( \frac{\pi \times 0,76^2}{4} - \frac{\pi \times 0,68^2}{4} \right) 0,07 = 0,0063 \text{ m}^3/\text{ml}$$

$\clubsuit$  Volume de mortier sur toute la longueur de la tranchée

$$0,0063 \times 2000 = 12,6 \text{ m}^3$$

#### 8- DECOFFRAGE DES REGARDS

- Surface à décoffrer pour I regard      22,2 m<sup>2</sup>

#### 9- REMBLAYAGE

- Surface de déboisement par ml      6,00 m<sup>2</sup>/ml
- Surface de déboisement sur toute la longueur de la tranchée  
12000 m<sup>2</sup>
- Volume de remblai par ml

Le volume de remblai sera égal au volume de la tranchée additionné du volume d'une quantité de terre de hauteur  $\frac{h}{10}$  ( voir figure) et auxquels on enlève le volume de la canalisation, de la couche de sable et le pourcentage de foisonnement (10 %).

♣ Volume de la buse par ml

$$\frac{\pi d^2}{4} \times 1,00 = \frac{\pi \times 0,68^2}{4} \times 1,00 = 0,363 \text{ m}^3/\text{ml}$$

♣ Volume du supplément de terres de hauteur  $\frac{h}{10}$

$$\frac{h}{10} \times 1,50 \times 1,00 = \frac{300}{10} \times 1,50 \times 1,00 = 0,45 \text{ m}^3/\text{ml}$$

♣ Volume de remblai par ml sans tenir compte du foisonnement

$$(2,90 \times 1,50 \times 1,00) - 0,363 + 0,45 = 4,437 \text{ m}^3/\text{ml}$$

♣ Volume de remblai par ml foisonnement compris

$$4,437 - (0,1 \times 4,437) = 3,993 \text{ m}^3/\text{ml}$$

♣ Volume de remblai pour toute la longueur de la tranchée

$$3,993 \times 2000 = 7986 \text{ m}^3$$

- Volume des terres à compacter par ml

$$3,993 \text{ m}^3/\text{ml}$$

- Volume des terres à compacter sur toute la longueur de la tranchée

$$7986 \text{ m}^3$$

CHAPITRE

7

# NORMES D'EXECUTION

Processus Simples		Norme de temps $N_E$	Norme de Production $N_p$	Materiaux	Machine	Formation Minimum	Observations
1	Décapage		1000 m <sup>2</sup> /9h.bull		1 bulldozer	1 Conducteur	
2	Excavation mécanique		20 m <sup>3</sup> /h.excav		1 excavateur	1 Conducteur	équipement en Rétro, Capacité du godet 0,3 m <sup>3</sup>
3	Déchargement	0,27 h.grue/t			1 Auto-grue	1 grueur	Capacité 3t
4	Dressage	7 h.H/100m <sup>2</sup>					utilisation de pelles et pioches
5	Boisage	9,20 h.H/10m <sup>2</sup>		Madrier, étais métallique		2 Charpentiers	
6	Fondation (préparation)	2,4 h.H/m <sup>3</sup>					
7	Fondation (coulage)	2,3 h.H/m <sup>3</sup>					
8	Sable (descente, Repandage, damage)	1,5 h.H/m <sup>3</sup>					
9	Descente des Buses	0,20 h.grue/t				1 grueur, 3 manoeuvres	
10	Pose des Buses	1,5 h.H/mP				1 installateur catégo 5 3 installateurs catégo 3	
11	Confection du Collier	0,84 h.H/collier				1 installateur Categ 5 1 " " " 3	
12	Coffrage du Regard	1 h.H/m <sup>2</sup>					
	Bétonnage " "	7 h.H/m <sup>3</sup>					
	Décoffrage " "	0,33 h.H/m <sup>2</sup>					

13	Déboisage	20 h.H/100m <sup>2</sup>			2 Charpentiers	
14	Remblayage		38 m <sup>3</sup> /h.bull			
15	Compactage	0,30 h.H/m <sup>3</sup>				On utilise des Compacteurs vibrants à essence

Rq: - En général les normes sont des réalisations moyennes

- Pour tous les travaux en fond de tranchée les normes de travail (de temps) seront augmentées de 25% , ceci est du aux incommodités de travail qui apparaissent dans de telles conditions.

DETERMINATION DES VOLUMES DE TRAVAIL  
CALCUL DES NECESSAIRES DE MAIN D'OEUVRE  
ET OUTILLAGE

Il existe 2 sortes d'activités, celles à durée déterminée et celles appelées aléatoires.

Dans leur totalité les activités relatives à notre projet sont à durée déterminée, ce sera la relation universelle  $t = \frac{Q_i \times N_{ti}}{W \times \eta} = \frac{Q_i}{N_{pi} \times W \times \eta}$  qui servira de base à tous les calculs.

-  $Q_i$  : Quantité de travaux pour le processus  $i$ , cette quantité est généralement calculée pour un secteur.

-  $N_{pi}$  : Norme de production relative au processus  $i$ , c'est la quantité de travaux pour 1 homme ou 1 machine dans une heure.

-  $N_{ti} = \frac{I}{N_{pi}}$  : Norme de temps

-  $W$  : Quantité de ressources en hommes ou matériel ( machine).

-  $\eta$  : Coefficient d'accomplissement des normes ( dépassement ou sous-réalisation des normes).

-  $t$  : Temps en heures ou en jours nécessaire pour exécuter la quantité de travaux  $Q_i$

EXEMPLE

⊕  $Q_i$  est calculé à priori

⊕  $N_{pi}$  est donné par le tableau des normes

- ⊕ On fait le calcul en supposant  $W = I$  homme ou  $I$  machine
- ⊕ On détermine le volume horaire  $t'$
- ⊕ On se fixe la durée  $t$  et à partir de  $t'$  on recalcule  $w$
- ⊕  $\eta$  a été pris égal à  $I$  pour les besoins du calcul, on le recalcule après le choix définitif de la durée de réalisation et de la formation.

On précisera que les valeurs de  $\eta$  sont mises sur le tableau de synthèse, il est pris égal au rapport de ce qui a été trouvé sur ce qui a été pris ( ex: le calcul donne 5,6 hommes, si on prend 6 hommes il y aura une sous-réalisation des normes  $\eta = \frac{5,6}{6} = 0,93 \rightarrow 7\%$  ) que ce soit pour les formations de travail ou pour les durées de réalisation.

### I - DECAPAGE

- Surface à decaper  $Q_T = 19000 \text{ M}^2$
- Norme de travail  $N_p = 1000\text{M}^2/9\text{h}\cdot\text{bull}$
- Volume de travail en heures

$$T_h = \frac{19000 \times 9}{1000} = 171 \text{ h. bull}$$

- Volume de travail en jours

$$T_j = \frac{171}{8} = 21,2 \text{ jours.}$$

Pour réduire cette durée on va faire travailler 2 releves, donc le même bull effectuera 16 heures de travail par jour ouvrable, on aura donc  $T'_j = \frac{21,2}{2} = 10,6$  jours. On prendra  $T'_j = 10$  jours.

### 2 - DECHARGEMENT

- Norme de travail relative à la grue  $N_t = 0,27\text{h}\cdot\text{grue}/\text{t}$
- Capacité de déchargement de la grue par jour

$$C = \frac{1 \times 8}{0,27} = 29,6 \text{ t/j}$$

- Nombre de buses déchargées par jour ( poids d'une buse = 0,244 t )

$$N = \frac{29,6}{0,244} = 122 \text{ buses}$$

- Volume de travail sur toute la longueur de la tranchée.

$$T_j = \frac{2000}{122} = 16,39 \text{ jours}$$

On prendra  $T_j = 16$  jours, on aura considéré une seule relève par jour l'équipe de déchargement comprendra 1 grueur et 3 manoeuvres.

### 3 - EXCAVATION MECANIQUE

- Quantité à excaver par ml  $Q = 4,05 \text{ M}^3/\text{ml}$

- Norme de travail  $N_p = 20 \text{ m}^3 / \text{h. exc}$

- Longueur du trançon réalisé par jour

$$L_j = \frac{20}{4,05} \times 8 = 39,5 \text{ metres}$$

On prendra  $L_j = 40 \text{ m}$

Notre secteur correspond donc au trançon de 40 m réalisé par l'excavateur. On aura donc 50 secteurs pour toute la longueur de tranchée.

- Volume de travail en jours

$$T_j = \frac{2000}{40} = 50 \text{ j}$$

La formation de travail comprendra en plus du conducteur I manoeuvre.

#### 4 - BOISAGE

##### a - DRESSAGE

- Surface à dresser par ml  $Q = 7,50 \text{ m}^2 / \text{ml}$

- Surface à dresser par secteur

$$Q_s = 7,50 \times 40 = 300 \text{ m}^2$$

- Norme de travail  $N_p = 100 \text{ m}^2 / 7\text{h.H}$

- Volume de travail par secteur

$$T_h = 300 \times \frac{7}{100} \times 1,25 = 26,25 \text{ h.H}$$

On considère 1 relevé

- Formation de travail

$$r = \frac{26,25}{8} = 3,28 \text{ Hommes}$$

On prend 3 hommes

##### b- BOISAGE

- Surface de boisage par ml  $Q = 6,00 \text{ m}^2 / \text{ml}$

- Surface de boisage par secteur

$$Q_s = 6,00 \times 40 = 240 \text{ m}^2$$

- Norme de travail

$$N_t = 9,20 \text{ h.H/IO m}^2$$

- Volume de travail par secteur

$$T_h = \frac{240 \times 9,20}{10} \times 1,25 = 276 \text{ h.H}$$

- Formation de travail

$$r = \frac{276}{8} = 34,5 \text{ Hommes}$$

Le front de travail ne permet pas d'utiliser l'équipe de 34 hommes, on considèrera alors 2 relèves composées chacune d' l'équipe de 17 hommes.

#### 5 - REGARDS

On confectionne un regard pour chaque secteur, ce qui nous donnera cinquante regards pour les 2000m de canalisation.

##### a - COFFRAGE

- Surface de coffrage d'un regard

$$Q = 22,2 \text{ m}^2$$

- Norme de travail

$$N_t = 1 \text{ h.H/m}^2$$

- Volume de travail pour le coffrage d'un regard

$$T_h = 22,2 \times 1 = 22,2 \text{ h.H}$$

##### b - BETONNAGE

- Quantité de béton pour l regard

$$Q = 3,6 \text{ m}^3$$

- Norme de travail

$$N_t = 7 \text{ h.H/m}^3$$

- Volume de travail

$$T_h = 3,6 \times 7 = 25,2 \text{ h.H}$$

c - ARMATURES

On fixe le volume de travail forfaitairement et on le prend égal à 20 % de celui du bétonnage

$$T_{\text{a}} = 5 \text{ h.H}$$

d - Volume de travail pour la réalisation d' I regard.

$$T_{\text{th}} = 25,2 + 22,2 + 5 = 52,4 \text{ h.H}$$

e - Formation de travail

$$r = \frac{52,4}{8} = 6,54 \text{ Hommes}$$

Le front de travail est tel qu'il risquerait d'y avoir une gêne pour un tel nombre d'ouvriers, on prendra 2 relevés de 8 heures, chacune composée d'une équipe de 3 hommes.

6 - PREPARATION DU LIT

a - BETON DE FONDATION

- Quantité de béton par ml  $Q = 0,009 \text{ m}^3/\text{ml}$

- Quantité de béton par secteur  $Q_s = 0,36 \text{ m}^3$

- Norme de travail pour préparation du béton

$$N_{\text{tp}} = 2,4 \text{ h. H} / \text{m}^3$$

- Norme de travail pour coulage du béton

$$N_{\text{tc}} = 2,3 \text{ h.H}/\text{m}^3$$

Volume de travail pour la préparation par secteur

$$T_{\text{hp}} = 0,36 \times 2,4 = 0,864 \text{ h. H}$$

- Volume de travail pour le coulage par secteur

$$T_{\text{hc}} = 0,36 \times 2,3 \times 1,25 = 1,035 \text{ h. H}$$

- Volume de travail total par secteur

$$T_{ht} = 0,864 + 1,035 = 1,899 \text{ h.H}$$

b-COUCHE DE SABLE

- Quantité de sable par ml  $Q = 0,141 \text{ m}^3/\text{ml}$

- Quantité de sable par secteur

$$Q_s = 0,141 \times 40 = 5,64 \text{ m}^3$$

- Norme de temps  $N_t = 1,5 \text{ h.H}/\text{m}^3$

- Volume de travail par secteur

$$T_h = 5,64 \times 1,5 \times 1,25 = 10,575 \text{ h.H}$$

c-Volune de travail total pour le lit et par secteur

$$T_{th} = 1,899 + 10,575 = 12,474 \text{ h.H}$$

d-Formation de travail

$$r = \frac{12,474}{8} = 1,56 \text{ Hommes}$$

On aura donc une seule relève qui comprendra une formation de 2 hommes.

7 - POSE DES TUYAUX

a - DESCENTE DES TUYAUX

- Quantité de buses par ml  $Q = 1 \text{ buse}/\text{ml}$

- Poids à descendre par ml  $Q_p = 0,244 \text{ t}/\text{ml}$

- Poids à descendre par secteur

$$Q_s = 0,244 \times 40 = 9,76 \text{ t}$$

- Norme de travail  $N_t = 0,20 \text{ h. grue}/\text{t}$

- Volume de travail par secteur

$$T_h = 9,76 \times 0,20 \times 1,25 = 2,44 \text{ h.grue}$$

### b-MONTAGE DES TUYAUX

On tient compte de la presence du regard en prenant 39 buses et non pas 40 par secteur.

- Nombre de buses par secteur  $Q_s = 39$  buses
- Norme de travail  $N_t = 1,5$  h.H/ml
- Volume de travail par secteur

$$T_h = 39 \times 1,5 \times 1,25 = 73 \text{ h.H}$$

### c- ETANCHEITE

- Quantité de colliers par ml  $Q = 1$  collier/ml
- Quantité de colliers par secteur  $Q_s = 40$  colliers
- Norme de travail  $N_t = 0,84$  h.H/Collier
- Volume de travail par secteur

$$T_h = 0,84 \times 40 \times 1,25 = 42 \text{ h.H}$$

d- Volume de travail total pour la pose des buses par secteur

$$T_{th} = 2,44 + 73 + 42 = 117,44 \text{ h.H}$$

e-Formation utilisée

$$r = \frac{117,44}{8} = 14,68 \text{ Hommes}$$

Le front de travail nous oblige à considérer 2 relèves. dans chaque relève le travail sera effectué par une équipe de 7 hommes.

### 8- DECOFFRAGE DES REGARDS

- Surface a decoffrer par secteur  $Q_s = 22,2$  m<sup>2</sup>
- Norme de travail  $N_t = 0,33$  h.H/m<sup>2</sup>
- Volume de travail par secteur

$$T_h = 22,2 \times 0,33 = 7,4 \text{ h.H}$$

- Formation utilisée

$$r = \frac{7,4}{8} = 0,925 \text{ Hommes}$$

On aura 1 homme qui assurera 1 relève.

## 9 - DÉBOISAGE

Il se réalise dans le même temps que le remblayage

- Surface à déboiser par ml  $Q = 6,00 \text{ m}^2/\text{ml}$

- Surface à déboiser sur toute la longueur de la tranchée  $Q_t = 12000 \text{ m}^2$

- Norme de travail  $N_t = 20 \text{ h.H}/100 \text{ m}^2$

- Volume de travail pour toute la longueur de la tranchée

$$T_h = \frac{12000 \times 20}{100} \times 1,25 = 3000 \text{ h.H}$$

Le délai de réalisation du déboisage est égal à 25 jours, durée qui a été déterminée pour le remblayage.

- Formation utilisée

$$r = \frac{3000}{25 \times 8} = 15 \text{ Hommes}$$

On considère donc 1 équipe de 15 hommes qui assurera 1 relève.

## 10 - REMBLAYAGE

### a- REMBLAYAGE

- Quantité de remblai sur toute la longueur de la tranchée

$$Q = 7986 \text{ m}^3$$

- Norme de travail

$$N_p = 38 \text{ m}^3/\text{h.bull}$$

- Volume de travail pour toute la longueur de la tranchée

$$T_h = \frac{7986}{38} = 210,15 \text{ h. bull}$$

$$T_j = \frac{210,15}{8} = 26,27 \text{ j. bull}$$

On prend  $T_j = 25$  jours . On utilise 1 bull et 1 conducteur.

b- COMPACTAGE

Il se réalise aussi dans le même temps que le remblayage, donc 25 jours.

- Quantité de remblai à compacter sur toute la longueur de la tranchée

$$Q = 7986 \text{ m}^3$$

- Norme de travail

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

- Volume de travail pour toute la longueur de la tranchée

$$T_h = 7986 \times 0,3 = 2396 \text{ h.H}$$

- Formation utilisée

$$r = \frac{2396}{25 \times 8} = 11,98 \text{ hommes}$$

On prendra 1 équipe de 12 hommes qui assurera 1 seule relève.

# TABLEAU DE SYNTHÈSE

Activités	Quantité de Travaux	Volume de Travail	Durée de Réalisation	Formation utilisée	Réalisation des Normes
1 Décapage	19000 m <sup>2</sup>	171 h. bull	10 j	2 reèves x 1 Bulldozer = 2 conducteurs	dépassement : 6%
2 Transport	488 t		16 j		
2' Déchargement	488 t	131 h. grue	16 j	1 Autogruie, 1 conducteur, 3 manoeuvres = 4 hommes	d : 2%
3 Excavation	8100 m <sup>2</sup>	400 h. excavator	50 j	1 excavateur, 1 conducteur, 1 manoeuvre = 2 hommes	d : 1%
4 - Dressage - Boisage	15000 m <sup>2</sup> 12000 m <sup>2</sup>	1050 h.H <u>13800 h.H</u> = 14850	50 j	3 hommes <u>2 reèves de 17 hommes</u> = 37 hommes	d : 9% d : 1%
5 - Coffrage Regard - Bétonnage " - Ferrailage. "	1110 m <sup>2</sup> 180 m <sup>3</sup>	1110 h.H. 1260 h.H <u>250 h.H</u> = 2620 h.H	50 j	2 reèves x 3 hommes = 6 hommes	d : 8%
6 Préparation Lit - Fondation - Sable	18 m <sup>3</sup> 282 m <sup>3</sup>	95 h.H <u>529 h.H</u> = 624 h.H	50 j	2 hommes	sous-réalisation : 28%
7 - Descente des Tuyaux - Pose des Tuyaux - Assemblage	488 t 1950 buses 2000 colliers	122 h. grue 3650 h.H <u>2100 h.H</u> = 5872 h.H	50 j	4 installateurs, 1 grueur, <u>3 manoeuvres</u> = 8 hommes	d : 5%
8 Decoffrage des Regards	1110 m <sup>2</sup>	370 h.H	50 j	1 homme	s.r : 8%
9 Deboisage	12000 m <sup>2</sup>	3000 h.H	25 j	15 hommes	0%
10 Remblayage	7986 m <sup>3</sup>	210 h. bull	25 j	1 bull = 1 Conducteur	

11 Compactage	7986 m <sup>3</sup>	2396 h.H	25 j	12 hommes	s.r.: 1%
---------------	---------------------	----------	------	-----------	----------

\* Tranchée :

- Longueur 2000 m
- Largeur 1,50 m
- Profondeur 3,00 m

\* Terrain : - catégorie 2

CHAPITRE

8

## C Y C L O G R A M M E   D E S   T R A V A U X

---

### A- PRESENTATION DE LA METHODE DU TRAVAIL A LA CHAINE

Cette méthode, appelée aussi méthode de travail en continu, permet d'organiser les activités de construction de manière à tirer le meilleur parti des effets de répétitions pouvant apparaitre.

Elle consiste dans l'exécution de chaque processus composant selon la méthode successive, on a alors des chaines partielles, chaque chaine partielle étant réalisée comme des successions non rythmiques synchronisées par des équipes spécialisées.

On définit la position de synchronisation comme la limite de rapprochement d'un processus vers un autre, cette limite est basée sur le principe qu'on ne peut commencer le travail sur un secteur qu'en ayant terminé sur le même secteur la réalisation du processus antécédant. Il existe plusieurs méthodes de synchronisation, méthode graphique, méthode basée sur le graphique réseau et le chemin critique qui donne le secteur de synchronisation ect... Il faut d'autre part veiller à ce que le front de travail soit suffisant pour éviter toute gêne entre les différentes équipes amenées à y évoluer durant la même période sur le même secteur. Les équipes travaillent selon les 2 principes déjà cités, continuité et uniformité, elles exécutent les processus en passant d'un secteur à l'autre sans interruption en conservant leurs moyens de production.

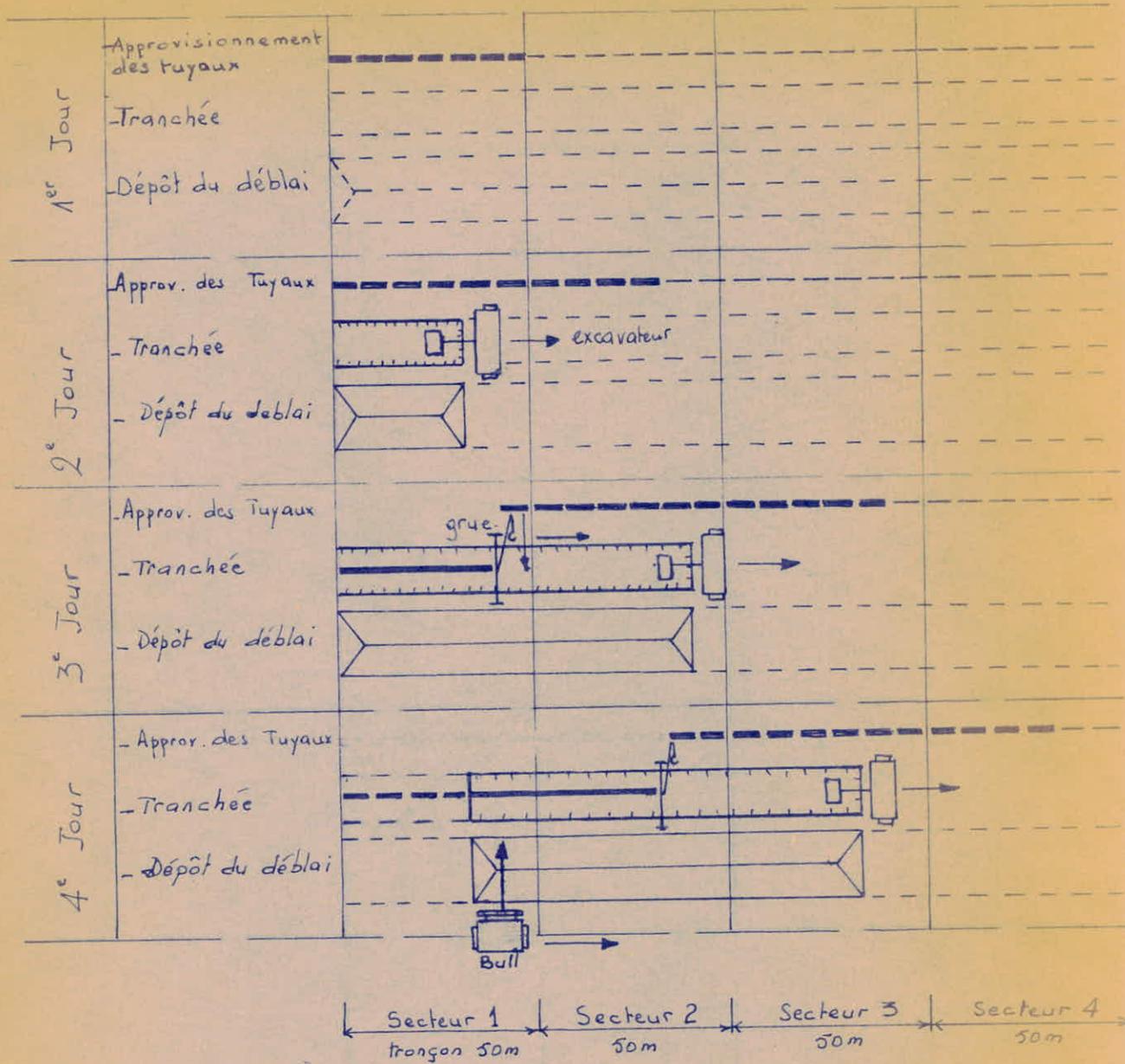


Schéma de l'organisation des travaux à la chaîne

Secteur : tronçon réalisé par l'excavateur travaillant selon des normes moyennes pendant une relève de 8 heures. (exemple quelconque relatif aux travaux linéaires)

2 - Pour un processus donné, les réalisations sur chaque secteur sont faites avec le même module de temps  $t_i$ , ce module peut être différent d'un processus à l'autre. Le cyclogramme obtenu est représenté par la fig 2.

3- Tous les processus ont les mêmes modules de temps sur tous les secteurs, c'est le cas d'une organisation parfaite appelée méthode en convoyeur ou en bande, ce qui se schématise par le cyclogramme de la fig 3.

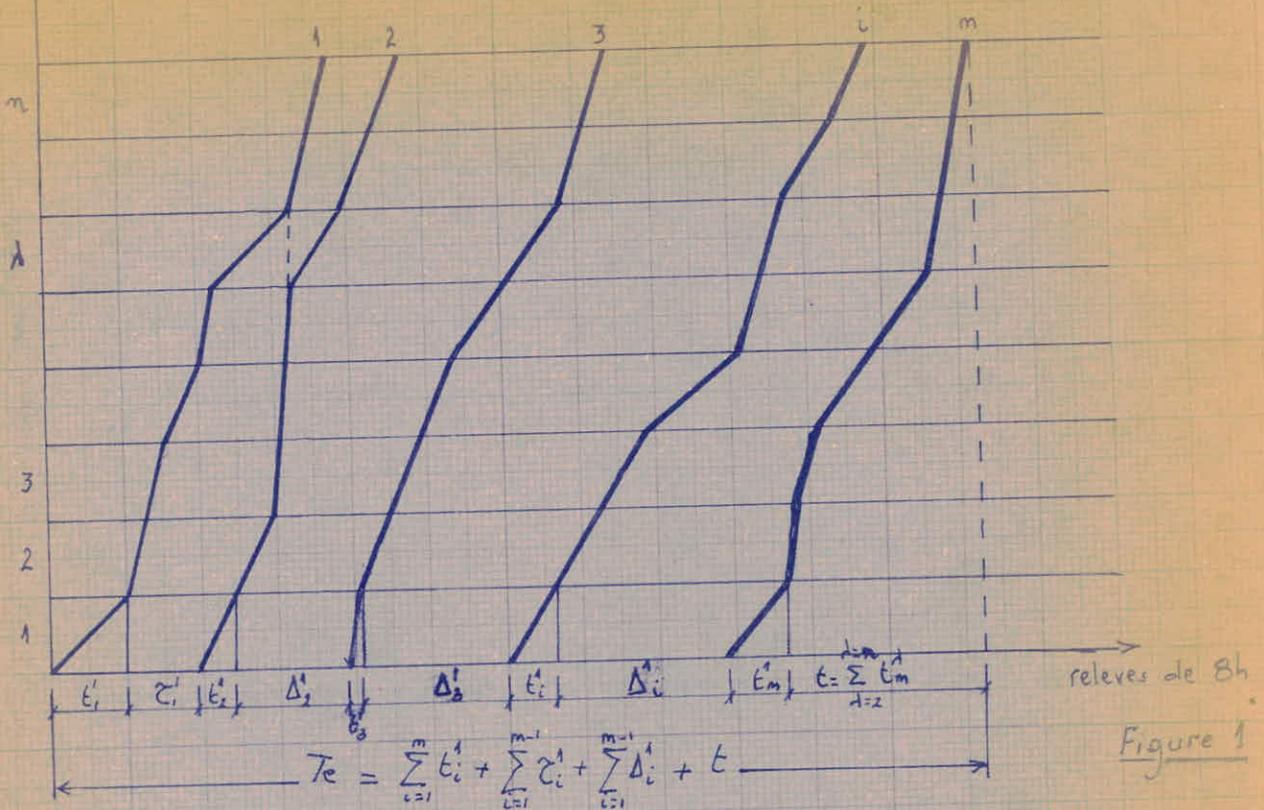
Il faut rappeler que la durée de chaque processus dans une réalisation en continu ne saurait être fixée de manière précise, la seule chose qui peut être déterminée précisément est la composition des équipes, la détermination de la durée fait entrer en jeu plusieurs facteurs entre autres les conditions atmosphériques, l'adaptation des ouvriers ect.....

Nous noterons aussi que la synchronisation des chaînes partielles nous permet de diminuer parfois considérablement la durée totale de réalisation d'un projet sans pour autant augmenter son coût.

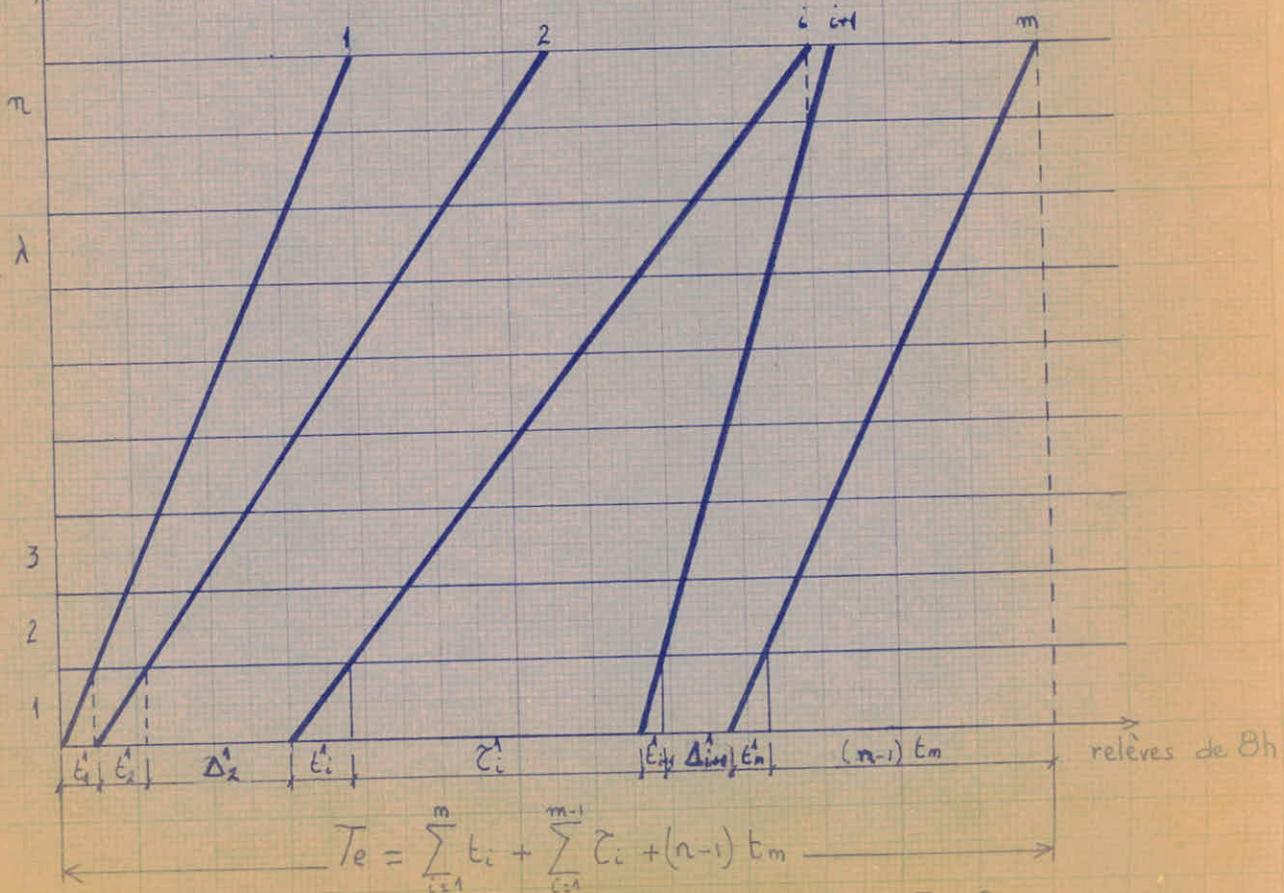
Dans notre cas, une partie des processus sont représentés suivant le cas 2 la synchronisation devant être faite soit par le haut soit par le bas, l'autre partie est représenté suivant la méthode en convoyeur, dans ce cas la synchronisation est réalisée sur tous les secteurs.

On indiquera pour chaque chaîne partielle la durée de réalisation et la formation utilisée.

nombre de secteurs



nombre de secteurs



nombre de secteurs

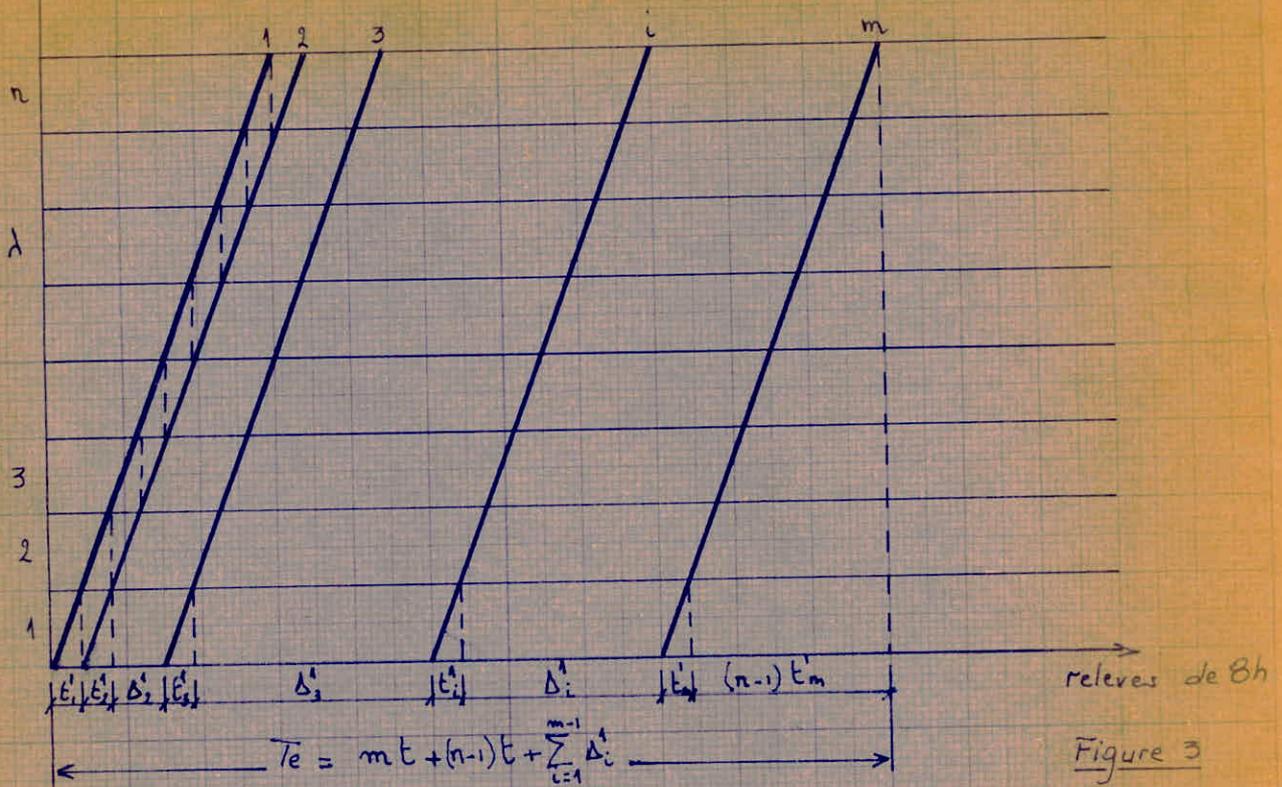


Figure 3

Remarques :

- Figure 1 : La synchronisation peut se faire sur n'importe quel secteur. Il existe des décalages tant organisationnels que technologiques. ( $\Delta_2^1$  est un décalage technologiques, tandis que  $\Delta_3^1$  peut contenir des décalages aussi technologiques qu'organisationnels pour le savoir il faut placer les activités comprises entre 3 et 6)
- Figure 2: La synchronisation se fait soit sur le premier secteur (activités 1 et 2) soit sur le dernier secteur (activités 6 et 7). Il peut y avoir des décalages tant organisationnels que technologiques
- Figure 3 : C'est la méthode en convoyeur. La synchronisation est réalisée sur tous les secteurs pour 2 activités synchronisées. Il n'existe que des décalages d'ordre technologiques.

Sur chaque secteur les équipes se succèdent l'une après l'autre en respectant la technologie et faisant en sorte que le pas ( délai entre les débuts sur le même secteur des processus adjacents) soit le minimum possible.

La méthode de travail à la chaîne comprend

- I - La subdivision en processus composants
- 2 - La détermination des successions technologiques
- 3 - La détermination des moyens de production
- 4 - La détermination des modules du temps
- 5 - La synchronisation des chaînes partielles
- 6 - La détermination de la durée de réalisation du projet T<sub>0</sub> .

#### B - CYCLOGRAMME DES TRAVAUX

Les secteurs étant choisis, 2 cas peuvent se présenter

- Les travaux sont identiques sur tous les secteurs.
- Les quantités de travaux sont différentes d'un secteur à un autre, cas le plus souvent rencontré.

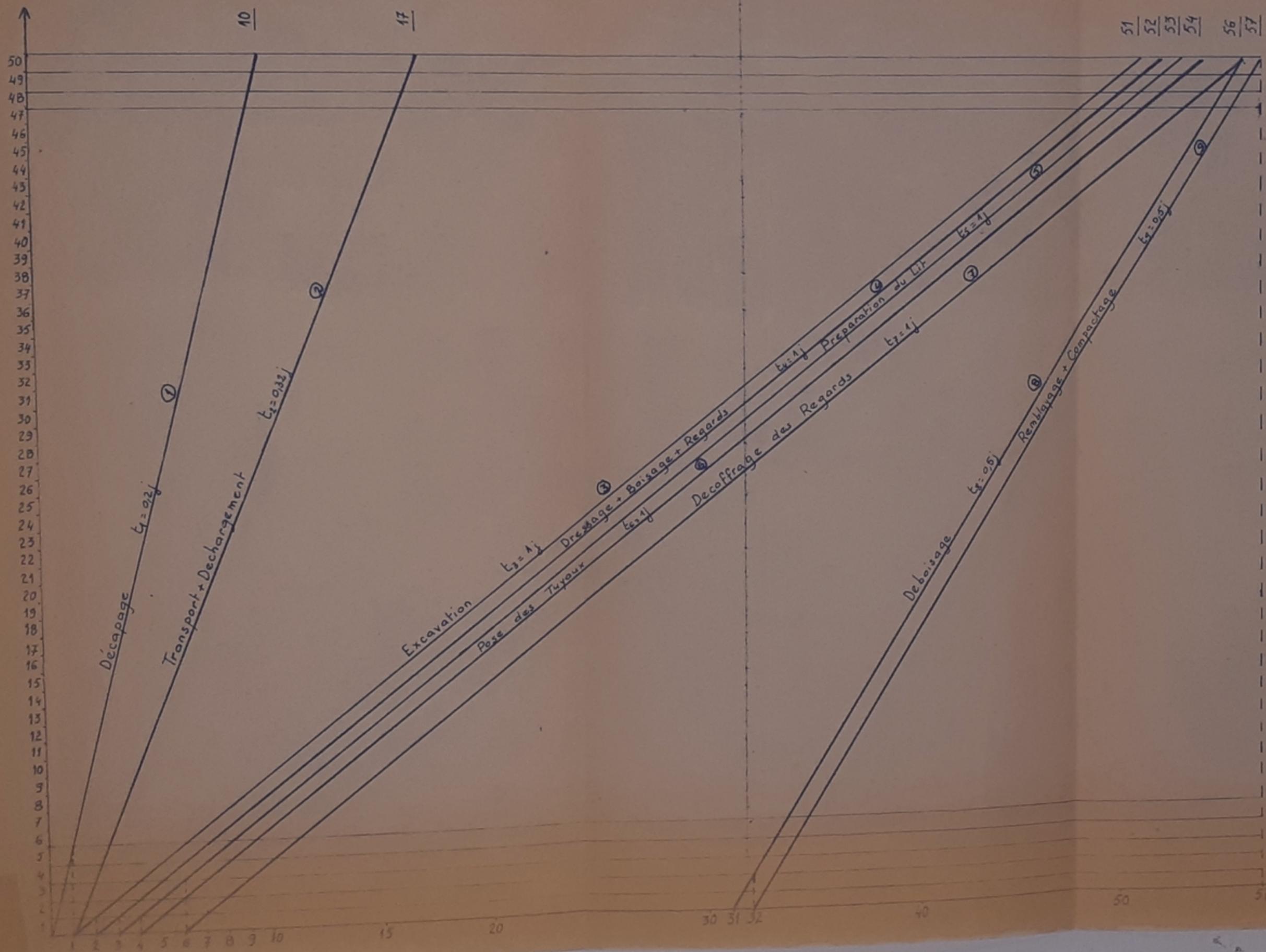
La planification d'un projet comportant plusieurs processus composants qui ferait intervenir toutes les caractéristiques d'une organisation à la chaîne peut être réalisée à l'aide d'un graphique appelé cyclogramme des travaux. 3 sortes de graphiques peuvent être rencontrés.

I - Le cyclogramme d'un projet composé de n chaînes partielles non rythmiques synchronisées entre elles. Les n secteurs pouvant être inégaux ( fig I ) .

# CYCLOGRAMME des TRAVAUX

PB00576  
avant p. chapitre 9

Nombre de Secteurs



Quantité de Ressources en Hommes et Matériel Pour Chaque Processus.

- ① 1 bull + 2 Conducteurs (2 releves)
- ② 1 Grue + 1 Conducteur + 3 manoeuvres
- ③ 1 Excavateur + 1 Conducteur + 1 manoeuvre
- ④ 43 Hommes (2 releves pour Boisage et Regards)
- ⑤ 2 Hommes
- ⑥ 1 Grue + 1 Conducteur + 4 installateurs + 3 manoeuvres.
- ⑦ 1 Homme
- ⑧ 15 Hommes
- ⑨ 1 bull + 1 Conducteur + 12 Hommes.

Temps en Jours

CHAPITRE

9

## DIAGRAMME A BARRES

---

Pour serrer de plus près les problèmes qui se poseraient lors de l'exécution d'un projet , il convient d'établir un planning détaillé pour chacun des ensembles de ce projet .

Le diagramme à barres , appelé aussi graphique GANTT , est un mode de représentation qui permet , moyennant certaines lacunes d'arriver aux résultats escomptés .

Il s'agit d'un planning où les durées des activités sont représentées par des bandes ( rectangles ), on indiquera sur les bandes et pour chaque activité le nombre et la composition des équipes , la nature du matériel utilisé , ce qui donnera une idée sur l'importance des effectifs utilisés , ainsi que des dates d'amenée du matériel sur chacune des parties considéré .

Un tel graphique permet de visualiser l'état d'avancement des travaux sur chantier , d'où la nécessité de son maintien à jour .

Cette méthode de représentation présente pourtant un certain nombre d'inconvénients ;

En effet , les contraintes qui lient parfois certaines activités entre elles n'apparaissent pas toujours de façon rigoureuse ; ce qui fait apparaître des fois quelques contradictions dans le graphique pour ce qui est des liaisons constantes entre ces activités .

Ce genre de planning, dans le cas où le nombre d'activités à réaliser est importante, ne permet plus de suivre l'avancement réel des travaux, il ne schématise plus la réalité car, l'introduction dans le graphique de toute modification intervenant au cours de la réalisation s'avère impossible.

Il est toujours intéressant d'établir un tel graphique vu la facilité de son interprétation. Il est à la base du graphique RESEAU

Le diagramme à barres relatif à notre projet a été fait sur la base des relations séquentielles établies au départ et des durées d'exécution déterminées pour chaque activité. De façon à obtenir des résultats concordants avec ceux du cyclogramme, on s'est inspiré de ce dernier pour ce qui est des intervalles de temps séparant les débuts de réalisation des différentes activités sur un même secteur.

N° d'ordre	Designation des Activités	Durée en Jours																																																										Observations		
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	17	18	20	22	24	26	28	30	31	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	51	52	53	54	55	56	58	60																						
1	Décapage	1 bull + 2 Conducteurs																																																												2 Relèves
2	Transport + Dechargement	1 Grue + 1 Cond + 3 manoeuvres																																																												
3	Excavation	1 Excavateur + 1 Conducteur + 1 manoeuvre																																																												
4	Dressage + Boisage + Regards	43 hommes																																																												2 Relèves pour Boisage et Regards
5	Préparation du Lit	2 hommes																																																												
6	Pose des Tuyaux	4 installateurs + 1 Grue + 1 Grueur + 3 manoeuvres																																																												
7	Decoffrage des Regards	1 homme																																																												
8	Deboisage					15 hommes																																																								
9	Remblayage + Compactage					1 bull + 1 Cond + 12 hommes																																																								

## DIAGRAMME à BARRES

CHAPITRE

10

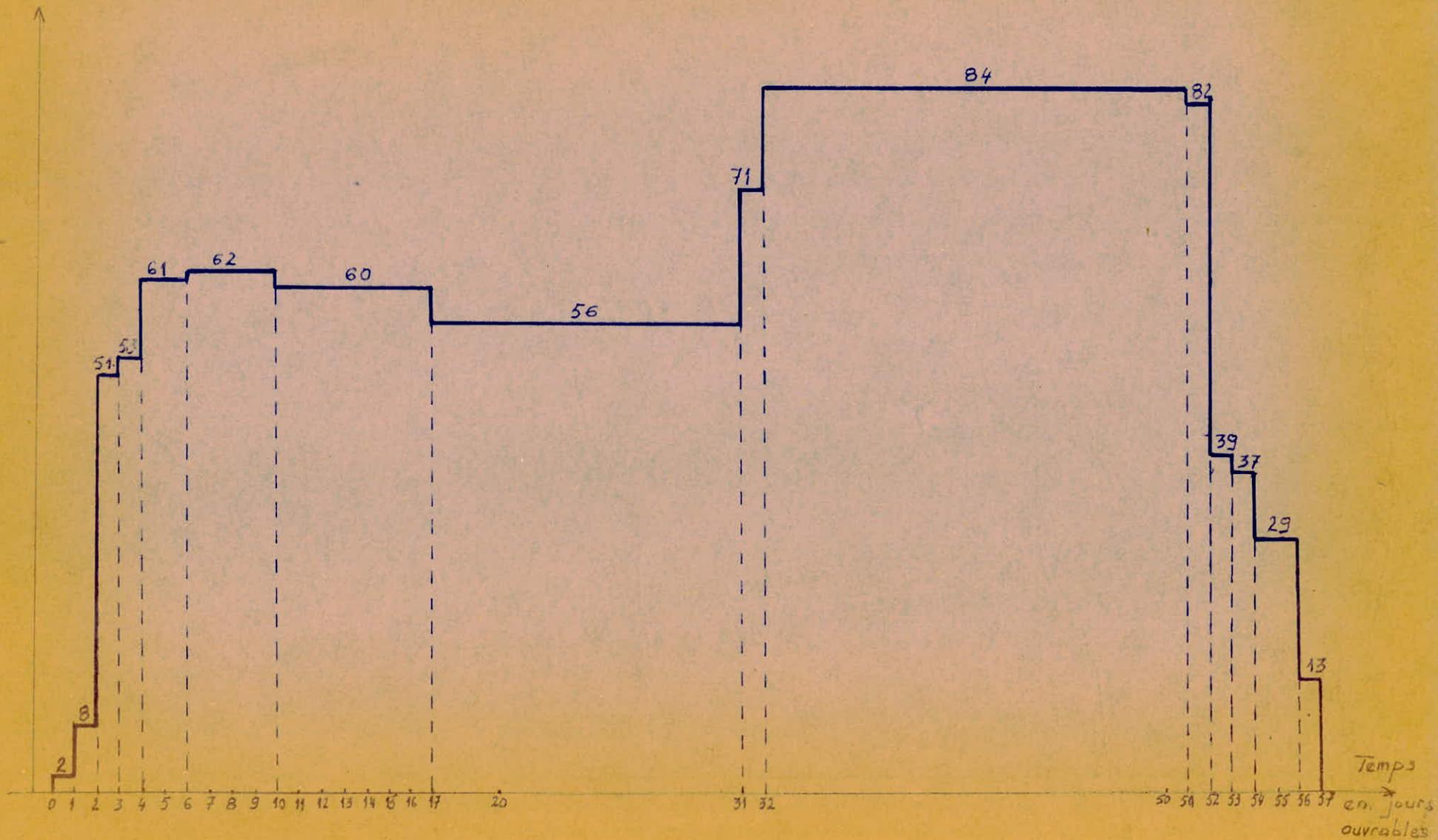
ELABORATION DU DIAGRAMME  
DE LA MAIN D'OEUVRE

La première étape consiste à déterminer le nombre d'ouvriers affectés à la réalisation de chaque cycle ou processus simple ainsi que la durée d'exécution de ces derniers. On établira dans un deuxième stade les intervalles de temps séparant les débuts de réalisations des activités entre elles. Ces données étant établies il sera alors aisé d'élaborer le diagramme de la main d'oeuvre qui permet de mieux visualiser l'échelonnement de cette main d'oeuvre durant l'évolution du projet et pour toute la durée de ce dernier .

Afin d'éviter les problèmes de disponibilité de la main d'oeuvre, il est important de veiller à ce que les variations du nombre moyen d'ouvriers ne soient pas importantes sur un court délai, ce qui amènera à augmenter le degré d'efficacité du programme de réalisation choisi. C'est le graphique à barres et le cyclogramme des travaux qui ont servi de base à l'élaboration du diagramme de la main d'oeuvre relatif à notre projet.

# DIAGRAMME des NECESSAIRES en MAIN D'ŒUVRE

Nombre d'hommes



CHAPITRE

11

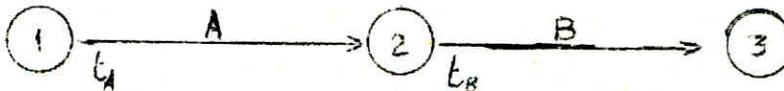
# - METHODE PERT OU GRAPHIQUE RESEAU

( Program Evaluation and Review Technic )

La méthode PERT consiste à planifier plusieurs tâches ou Activités (cette planification tient compte des différentes contraintes qui lient ces activités entre elles) à l'aide d'un graphe valorisé ne comportant pas de boucles, les sommets du graphe représentent les événements, ou étapes, qui ne demandent ni ressources ni temps, ce ne sont que des constatations, les arcs (flèches) représentent les activités et les valeurs portées sur les arcs sont les durées de ces activités.

On notera que certains activités composantes doivent nécessairement se succéder tandis que d'autres peuvent se réaliser simultanément, plusieurs règles régissent le graphique Réseau

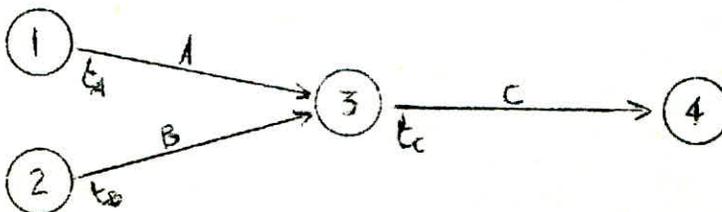
## I - Règle de dépendance



Le nœud (1) nous indique le début de l'activité A, (2) la fin de l'activité A et le début de B, (3) la fin de B,  $t_A$  le temps de réalisation de A,  $t_B$  celui de B

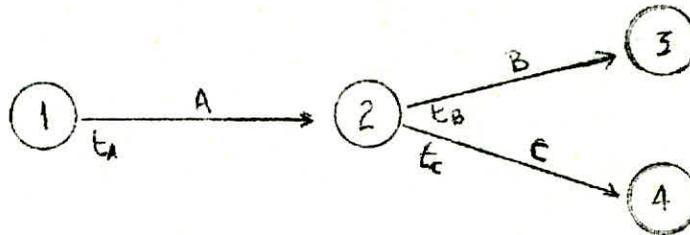
On peut expliciter ce schéma de la manière suivante ; quand (2) est réalisé l'activité A peut commencer sans obligations.

## 2 Règle de convergence



La tâche C suit les tâches A et B, elle ne peut débiter que si A et B sont achevées. C peut ne pas commencer immédiatement après que A et B soient achevées. A et B peuvent ne pas se terminer dans le même temps. En généralisant on dira qu'une tâche ne peut commencer que si toutes celles qui la précèdent sont achevées.

### 3-REGLE DE DIVERGENCE.

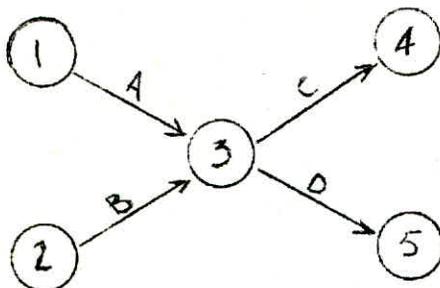


Les tâches B et C ne peuvent commencer que lorsque A est achevée. Il est bien entendu que B et C peuvent, sans qu'elles doivent, commencer après l'achèvement de A. B et C peuvent ne pas débiter en même temps.

### 4-TACHE FICTIVE (Relation Logique)

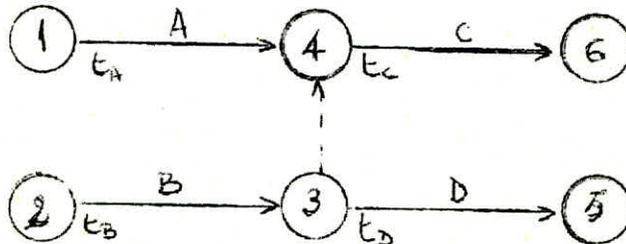
Supposons que l'on ait un projet que l'on décompose en 4 tâches A, B, C et D, l'établissement des relations séquentielles entre ces 4 tâches nous montre que

- ⊕ C ne peut commencer qu'après la réalisation de A et B
- ⊕ D ne peut commencer qu'après la réalisation de C.
- ⊕ Il n'y a aucune contrainte entre A et B et entre D et A.



une telle représentation serait fautive car elle indique que la réalisation de D est liée à celle de A

Il nous faudra introduire une activité fictive F ( qui a par définition une durée et un travail nuls) qui doit exprimer la liaison logique entre l'étape finale de B et l'étape initiale de C. F est représentée en pointillés, elle exprime la liaison entre B et C. Les résultats auxquels nous avons aboutis seront schématisés de la façon suivante à l'aide du graphique réseau.



#### ESTIMATION DES DUREES.

Pour évaluer la durée de réalisation d'un projet il est nécessaire de connaître celle des différentes activités qui le composent. En général la durée d'une activité est donnée par la relation universelle  $T = \frac{Q}{Np.W.\eta}$ , cependant il y a des activités pour lesquelles on n'a pas de normes, ce sont des activités aléatoires, pour ces dernières on aura à déterminer

- Une durée optimiste  $D_o$
- Une durée pessimiste  $D_p$
- Une durée moyenne  $D_m$

La durée probable de l'activité aléatoire sera alors donnée par la relation

$$D = \frac{D_o + 4 D_m + D_p}{6}$$

Outre la détermination des durées de réalisation des activités, le P E R T permet l'évaluation des dates de réalisation de ces activités et par suite celle du projet. L'intérêt de cette méthode réside dans le fait que l'on peut obtenir 2 calendriers.

I- Les dates de réalisation au plus tôt des étapes. Pour une étape considérée cette date correspond à la longueur du chemin le plus long séparant l'étape initiale de l'étape considérée.

2- Les dates de réalisation au plus tard des étapes, cette date représente la différence entre la date limite et l'étape finale et la longueur du chemin le plus long séparant l'étape considérée de l'étape finale.

Pour la détermination des dates de réalisation au plus tôt, on suit l'ordre croissant allant de I à n des étapes, contrairement à la démarche adoptée pour le calcul des dates au plus tard.

#### CHEMIN CRITIQUE

La détermination des dates de réalisation au plus tôt et au plus tard d'un événement nous permet de mettre en évidence la marge de temps dans laquelle la réalisation de l'événement peut fluctuer sans influencer sur la durée totale du projet.

Les événements pour lesquels les dates au plus tôt et les dates au plus tard sont égales sont appelés événements critiques. Les activités qui passent par les événements critiques sont les activités critique, les chemins qui lient ces activités critiques sont les chemins critiques.

Sur les chemins critiques les marges de fluctuations sont nulles tout retard dans l'accomplissement d'une des tâches critiques entraîne un retard sur l'échéance prévue du projet.

On signalera que pour un projet il existe au minimum un chemin critique, la durée du projet est égale à la longueur d'un de ces chemins.

## DETERMINATION DES DUREES ET DES MARGES PAR LES TABLEAUX

Pour des projets d'une certaine importance il n'est plus possible de procéder manuellement pour obtenir les résultats des calculs exécutés sur le graphique réseau. La complexité des graphiques et la durée du travail qui en découle nous amène à adopter la méthode des tableaux qui ont l'avantage de pouvoir être exécutés de façon automatique. J'attire l'attention que cette méthode résout les problèmes pour les chantiers de grande importance mais qu'elle peut être utilisée pour des chantiers de faible importance, seulement le recours à l'ordinateur ne se justifie qu'à partir d'un certain stade.

Cette méthode se base sur l'algorithme suivant

$$T_{0j} = \text{Max} \sum_{i, j \in E} d_{ij} \quad TD_i = 0$$

$$T_{0n} = T_{An} = T_n$$

$$T_{Ai} = T_n - \text{Max} \sum_{i, j \in F} d_{ij}$$

avec

- $T_{0j}$  = date de réalisation au plus tôt de l'évènement  $j$
- $T_{Ai}$  = date de réalisation au plus tard de l'évènement  $i$
- $d_{ij}$  = durée de réalisation de l'activité  $i$   $j$
- $T_n$  = date de réalisation de l'évènement final  $n$  (= durée du projet)
- $E$  = ensemble des arcs entre l'évènement  $i$  et l'évènement  $j$
- $F$  = ensemble des arcs entre l'évènement  $j$  et l'évènement final  $n$

Les marges sont déterminées de la même façon que l'on a procédé sur le graphique réseau.

## Methode par les tableaux

Numéro d'ordre	Designation des Activités	Indicatif	Durée	Dates de réalisation				Toj	Marges		Observations
				au plus tôt		au plus tard			Totale	Libre	
				début	Fin	début	fin		M <sub>T</sub>	M <sub>L</sub>	
				Da <sub>i,j</sub>	Fa <sub>i,j</sub>	Da <sub>i,j</sub>	Fa <sub>i,j</sub>				
1	2		3	4	5 = 4+3	6 = 7-3	7	8	9 = 7-5	10 = 8-5	11
1	Décapage - D <sub>1</sub>	1-2	1	0	1	0	1	1	0	0	Critique
2	Décapage - D <sub>2</sub>	2-3	9	1	10	41,68	50,68	10	40,68	0	
3	Fictive	2-4	0	1	1	1	1	1	0	0	Critique
4	Fictive	3-5	0	10	10	50,68	50,68	16,68	40,68	6,68	
5	Transp+Déch - T <sub>1</sub>	4-5	15,68	1	16,68	35	50,68	16,68	34	0	
6	Fictive	4-7	0	1	1	1	1	1	0	0	Critique
7	Transp+Déch - T <sub>2</sub>	5-10	0,32	16,68	17	50,68	51	17	34	0	
8	Fictive	6-9	0	17	17	51	51	51	34	34	
9	Excavation - E <sub>1</sub>	7-8	1	1	2	1	2	2	0	0	Critique
10	Excavation - E <sub>2</sub>	8-9	49	2	51	2	51	51	0	0	Critique
11	Fictive	8-10	0	2	2	2	2	2	0	0	Critique
12	Fictive	9-12	0	51	51	51	51	51	0	0	Critique
13	Dressage + Boisage + Regards - R <sub>1</sub>	10-11	1	2	3	2	3	3	0	0	Critique
14	Dressage + Boisage + Regards - R <sub>2</sub>	11-12	48	3	51	3	51	51	0	0	Critique
15	Fictive	11-14	0	3	3	3,5	3,5	3	0,5	0	
16	Attente	11-22	3	3	6	3	6	6	0	0	Critique
17	Dressage + Boisage + Regards - R <sub>3</sub>	12-13	1	51	52	51	52	52	0	0	Critique
18	Fictive	13-16	0	52	52	52,5	52,5	52	0,5	0	
19	Attente	13-23	3	52	55	52	55	55	0	0	Critique
20	Préparation Lit - L <sub>1</sub>	14-15	1	3	4	3,5	4,5	4	0,5	0	
21	Prepar Lit - L <sub>2</sub>	15-16	48	4	52	4,5	52,5	52	0,5	0	

Numéro d'ordre	Désignation des Activités	Indicatif	Durée	Dates de réalisation				T <sub>0j</sub>	Marges		Observations
				au plus tôt		au plus tard			Totale	Libre	
				début	Fin	début	Fin				
				D <sub>0j</sub>	F <sub>0j</sub>	D <sub>1j</sub>	F <sub>1j</sub>		M <sub>T</sub>	M <sub>L</sub>	
22	Fictive	15-18	0	4	4	4,5	4,5	4	0,5	0	
23	Prep Lit - L <sub>3</sub>	16-17	1	52	53	52,5	53,5	53	0,5	0	
24	Fictive	17-20	0	53	53	53,5	53,5	53	0,5	0	
25	Pose des Tuyaux - P <sub>1</sub>	18-19	1	4	5	4,5	5,5	5	0,5	0	
26	Pose Tuyaux - P <sub>2</sub>	19-20	48	5	53	5,5	53,5	53	0,5	0	
27	Attente	19-29	2	5	7	30	32	7	25	0	
28	Pose Tuyaux - P <sub>3</sub>	20-21	1	53	54	53,5	54,5	54	0,5	0	
29	Attente	21-31	2	54	56	54,5	56,5	56,5	0,5	0,5	
30	Déboffrage des Regards - D <sub>1</sub>	22-23	49	6	55	6	55	55	0	0	Critique
31	Fictive	22-25	0	6	6	31	31	6	25	0	
32	Décoff Regards - D <sub>2</sub>	23-24	1	55	56	55	56	56	0	0	Critique
33	Fictive	24-28	0	56	56	56	56	56	0	0	Critique
34	Déboisement - Db <sub>1</sub>	25-26	0,5	6	6,5	31	31,5	6,5	25	0	
35	Déboisement - Db <sub>2</sub>	26-27	0,5	6,5	7	31,5	32	7	25	0	
36	Déboisement - Db <sub>3</sub>	27-28	24	7	31	32	56	31 <sub>56</sub> <sup>x</sup>	25	25	
37	Fictive	27-29	0	7	7	32	32	7	25	0	
38	Fictive	28-30	0	56	56	56	56	56	0	0	Critique
39	Remblayage + Compactage - Rb <sub>1</sub>	29-30	24	7	31	32	56	56	25	25	
40	Remblayage + Compactage - Rb <sub>2</sub>	30-31	0,5	56	56,5	56	56,5	56,5	0	0	Critique
41	Remblayage + Compactage - Rb <sub>3</sub>	31-32	0,5	56,5	57	56,5	57	57	0	0	Critique

On précisera en conclusion que l'on peut relever des particularités dans la forme des réseaux et aussi dans leurs modes d'établissement et de tenue à jour, selon qu'il s'agit de chantiers " en masse" , " linéaires", "ponctuels" ou "complexes".

La planification des chantiers linéaires commence par l'étude d'une section élémentaire de l'ouvrage, pour laquelle on définit la logique d'exécution jusqu'à réalisation complète. On établit un planning type, le planning de l'ensemble s'obtient par la répétition du planning - type autant de fois qu'il est nécessaire, il convient de toujours vérifier que chaque section de l'ouvrage est bien identique aux autres, sinon, d'examiner les problèmes particuliers qui se posent.

Le véritable problème à propos de la planification de ces chantiers est de déterminer la taille des sections ( choix des secteurs) et donc, le nombre de répétitions du planning - type.

CHAPITRE

12

# NECESSAIRE EN MATERIAUX

## TRANSPORT

### A- TRANSPORT DES BUSES

La durée du transport des buses est la même que celle du déchargement, il nous reste à déterminer les moyens mis en oeuvre pour effectuer ce transport.

Le calcul du nombre de camions nécessaires pour effectuer le transport des buses, dans les limites que nous impose la durée de leur déchargement, dépend de plusieurs facteurs.

a- La distance D qui sépare le chantier du dépôt d'approvisionnement.

b- Le nombre de transport n que fait un camion par jour de 8 h.

c- de la capacité du camion q (charge qu'il transporte)

d- de la quantité Q qui doit être transportée par jour de 8 h.

Le nombre de camions  $N_c$  est donné par la relation suivante

$$N_c = \frac{Q}{n \cdot q}$$

Déterminons les différents facteurs

I - D = 20 km

2 - Calcul du nombre de transports journalier n

Il est donné par la relation  $n = \frac{8 \text{ heures} \times 60 \text{ minutes}}{T}$

T étant le temps de transport, il est donné par

$$T = t_I + t_2 + t_3 + t_4$$

- $t_I$  = temps d'attente avant le chargement au dépôt
- $t_2$  = temps de chargement du camion au dépôt
- $t_3$  = temps de déchargement du camion au chantier
- $t_4$  = temps utilisé par le camion pour le parcours (Aller et Retour).

⊕  $t_I = 3$  mn ce que prévoient les instructions

⊕  $t_2 = t_3$  pour calculer ce temps il faut déterminer la capacité des camions utilisés. On se propose d'utiliser des camions dont les dimensions de la benne sont  $5,00 \times 2,20$  m<sup>2</sup>, les buses seront disposées comme l'indique l'esquisse.

On aura donc 2 rangées de 8 buses ce qui donne un total de 16 buses par camion.

Capacité de chargement du camion  $q = 16 \times 0,244 = 3,9$  tonnes

On prendra  $q = 4$  t

- Norme de travail pour chargement et déchargement

$$N_t = 0,27 \text{ h. gr/t}$$

- temps de chargement et déchargement

$$t_2 = t_3 = 4 \times 0,27 = 1,08 \text{ heure} = 64,8 \text{ mn}$$

On prendra  $t_2 = t_3 = 65$  mn

⊕  $t_4$  On fera les calculs sur la base d'une vitesse moyenne  $V = 40$  km/h sur une distance de parcours égale à  $2D = 40$  km

$$- t_4 = \frac{2D}{V} = \frac{2 \times 40}{40} \times 60 = 60 \text{ mn}$$

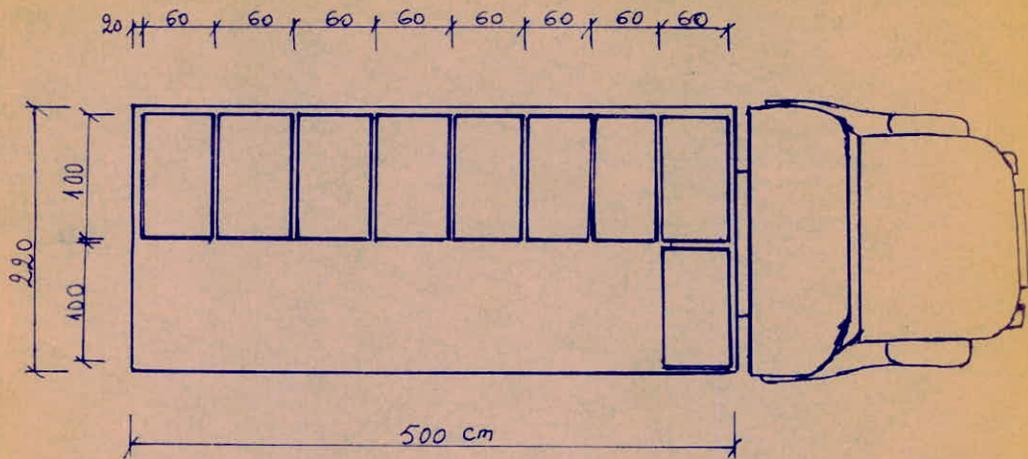


Schéma de transport des buses, camion à benne fixe.

Le temps de transport sera donc

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 3 + 65 + 65 + 60 = 193 \text{ mn}$$

Nombre de transports journaliers

$$n = \frac{8 \times 60}{193} = 2,48 \text{ tr/j}$$

3 - Calcul de q

Elle a été déterminée précédemment  $q = 4 \text{ t}$

4 - Calcul de Q

Il a été calculé dans la détermination de la capacité de déchargement de la grue par jour

$$Q = 29,6 \text{ t}$$

Le nombre de camions sera donc égal à

$$N_c = \frac{Q}{n \times q} = \frac{29,6}{2,48 \times 4} = 2,98 \text{ camions}$$

On ajoutera à ce nombre un pourcentage de 20% pour pallier à toute défection pouvant arriver durant la réalisation du projet

$$N_c = 2,98 + 0,2 \times 2,98 = 3,57 \text{ c.}$$

On prendra 4 camions

B - TRANSPORT DU GRAVIER - SABLE - CIMENT.

Les quantités de béton et une partie de volume de sable ont été déterminés dans le calcul des quantités de travaux.

En considérant que le béton est utilisé à 350 kg quelque soit sa destination, on aboutira à un calcul moyen de la quantité de gravier, sable et ciment.

- Quantité de béton utilisée pour les fondations

$$Q_{tf} = 18 \text{ m}^3$$

- Quantité de béton utilisée pour les regards  $Q_{tr}=180m^3$

- Quantité totale de beton

$$18 + 180 = 198 m^3$$

On aura ainsi

- Quantité de gravier nécessaire

$$198 \times 0,9 = 178,2 m^3 (180m^3)$$

- Quantité de ciment nécessaire

$$198 \times 0,35 = 69,3 \text{ tonnes } (70 t)$$

- Quantité de sable utilisée pour le béton

$$198 \times 0,4 = 79,2 m^3$$

- Quantité de sable utilisée pour l'assise

$$282 m^3$$

- Quantité totale de sable

$$79,2 + 282 = 361,2 m^3 (365 m^3)$$

Le transport de ces matériaux ne se fait pas sous certaines contraintes comme dans le cas du transport des buses. On est limité simplement par le fait qu'il doit exister une certaine quantité de ces matériaux avant le démarrage des travaux, On approvisionnera le chantier au moins un jour avant le commencement du décapage, l'approvisionnement se poursuivra sans interruption jusqu'à la mise à la disposition du chantier des quantités nécessaires de sable, gravier, ciment et autres (bois et outils).

De cette manière on est sûr d'avoir toujours un stock disponible .

# Graphique Réseau des Travaux Groupés

## Chemins Critiques

PB 00576  
 avant titre : Détermination  
 du Nécessaire en Bois

1\_ Decapage

2\_ Transp + Déchargement

3\_ Excavation

4\_ Dressage + Boisage + Regards

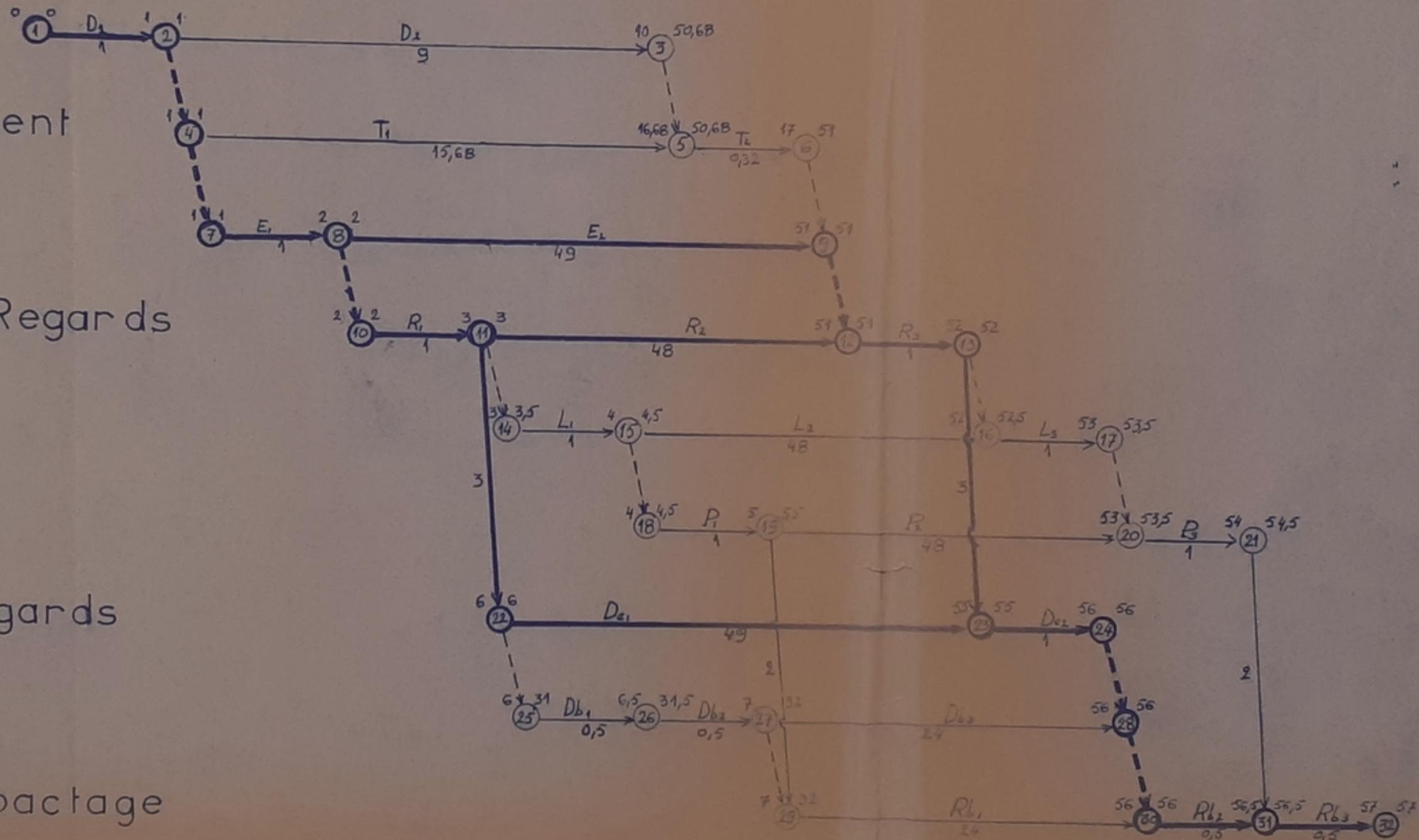
5\_ Preparation du Lit

6\_ Pose des Tuyaux

7\_ Decoffrage des Regards

8\_ Deboisage

9\_ Remblayage Compactage



D E T E R M I N A T I O N   D U   N E C E S S A I R E  
-----  
E N   B O I S  
-----

A- COFFRAGE POUR REGARDS.

Pour coffrer les regards on utilisera des panneaux de contre plaqué.

Ils seront ramenés d'un autre chantier après reconditionnement, on s'assurera toutefois que le nombre d'utilisations précédentes ajouté à celui de notre chantier restera en dessous du nombre réutilisations maximum prévu par les instructions pour ce genre de coffrage.

Un coffrage peut être réutilisé après un temps T calculé comme suit

$$T = t_c + t_a + t_{dur} + t_d + t_r$$

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

- $t_c$  : temps de coffrage
- $t_a$  : temps d'armatures
- $t_b$  : temps de bétonnage
- $t_{dur}$  : temps nécessaire au durcissement
- $t_d$  : temps nécessaire au décoffrage
- $t_r$  : temps nécessaire pour le reconditionnement

des panneaux.

Pendant tout ce temps T on est amené à se servir de quantités nouvelles de coffrage, passé ce délai; toutes ces quantités ayant servi seront réutilisées pour le reste des travaux de bétonnage dans les limites que fixent les normes.

Vu la faible importance du cycle bétonnage, on est amené à intégrer certains temps entre eux.

- temps d'exécution du regard  $t_e$  .

$$t_e = t_c + t_a + t_b = 1 \text{ jour}$$

- temps de durcissement du béton

$$t_{\text{dur}} = 3 \text{ jours}$$

- temps de décoffrage

$$t_d = 1 \text{ jour}$$

- temps de reconditionnement

$$t_r = 3 \text{ jours}$$

Ce qui donne pour temps de reutilisation du coffrage

$$T = 1 + 3 + 1 + 3 = 8 \text{ jours}$$

Pour déterminer le nombre de réutilisation il faut calculer le nombre de secteurs qui absorbent les panneaux neufs seulement.

Pour un ouvrage homogène, ce qui est notre cas, qui se caractérise par une certaine linéarité et une égalité des quantités utilisées sur un secteur, le nombre de secteur qui absorbent des panneaux neufs est défini comme suit

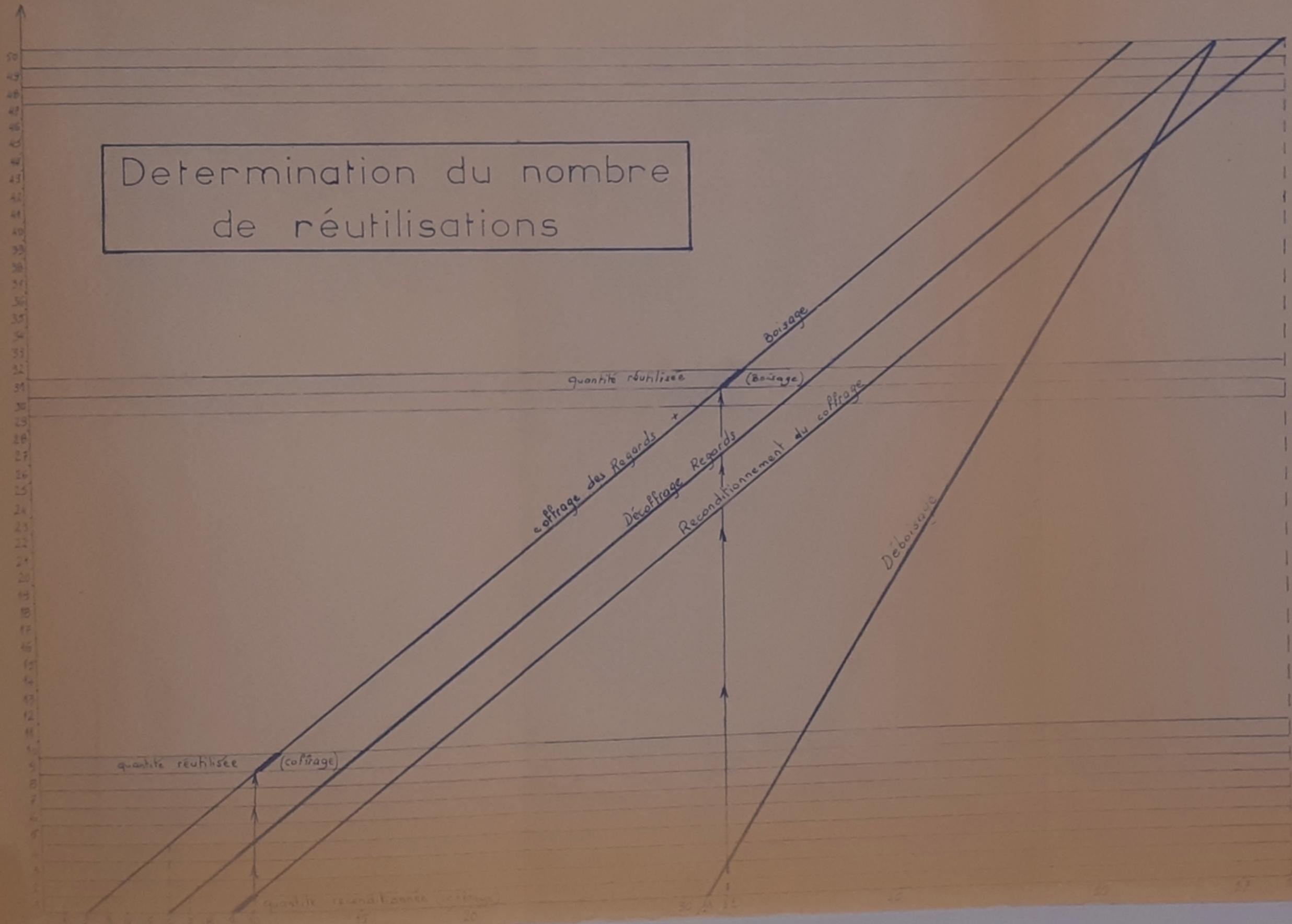
$$N_w = \frac{T}{t_c}$$

PB00576

2 p. APRÈS le titre : Détermination du nécessaire en Bois

Nombre de Secteurs

Détermination du nombre de réutilisations



Temps en minutes

avec

T : temps de disponibilité de la quantité à réutiliser.

$t_c$  : temps de coffrage ( on suppose  $t_c = 1$  jour)

$$N_w = \frac{8}{1} = 8 \text{ secteurs}$$

Le nombre de réutilisation est défini par la relation suivante

$$n = \frac{Nt}{N_w}$$

avec

$N_t$  : nombre total de secteurs

$$n = \frac{50}{8} = 6,25$$

On considère que l'on réutilise 7 fois notre coffrage, ce nombre additionné de celui qui correspond aux utilisations du même coffrage sur d'autres chantiers doit être inférieur au nombre maximum fixé par les normes pour ce genre de panneaux. Ce nombre est approximativement égal à 20.

## B - BOISAGE

La réutilisation des plateaux de bois pour le boisage ne nécessite par leur reconditionnement, la quantité déboisée peut être réutilisée immédiatement. Le déboisage se faisant plus rapidement que le boisage, on commencera à utiliser la quantité déboisée un jour après le début du déboisage, à partir de cet instant on aura à notre disposition 2 fois plus de bois qu'il n'en faut chaque jour et cela sans apport de plateaux nouveaux.

Le déboisage débute le 31<sup>e</sup> jour, le travail aura été fait pour 2 secteurs, on transportera cette quantité entièrement pour être réutilisée on répètera la même opération chaque jour jusqu'à ce que l'on assure une quantité suffisante pour le boisage du tronçon restant. Le restant sera transporté au dépôt.

La première réutilisation se fera sur le 31<sup>e</sup> secteur, le nombre de réutilisation sera donc

$$n = \frac{N_T}{N_W}$$

$N_W$  = nombre de secteurs utilisant des plateaux neufs

$N_T$  = nombre total de secteurs.

$$N_T = 50$$

$$N_W = 30$$

On a donc

$$n = \frac{50}{30} = 1,6$$

On prendra un nombre moyen de 2

### C - NECESSAIRE EN BOIS

#### I- COFFRAGE

- Surface de coffrage par secteur

22,2 m<sup>2</sup>

8 secteurs seront coffrés avec des panneaux neufs, ce qui donnera pour le nécessaire de coffrage à ramener sur chantier.

$$22,2 \times 8 = 177,6 \text{ m}^2$$

On ramènera 200 m<sup>2</sup>

2 - BOISAGE

- Surface de boisage par secteur

240 m<sup>2</sup>

30 secteurs seront boisés avec des plateaux neufs.

- Quantité de plateaux à ramener sur chantier

$240 \times 30 = 7200 \text{ m}^2$

CHAPITRE

13

## INSTALLATIONS DE CHANTIER

---

On considère que 30 % du personnel employé sur le chantier est local, il reste à assurer une certaine stabilité de la main d'oeuvre pour permettre un bon déroulement des activités du chantier. Le chantier considéré étant linéaire, sa durée de fonctionnement étant relativement petite, le choix s'est porté sur des installations mobiles de chantier. Il est nécessaire de définir certaines notions qui nous permettent de calculer par la suite les surfaces nécessaires pour les installations.

- $N_0$             Nombre d'ouvriers pour la production de base et la production auxiliaire
- $N_t$             Nombre du personnel administratif et technique ( 10% de  $N_0$  )
- $N_s$             Personnel de service ( 3% de  $N_0$  )

Soit  $P$  la population totale du chantier

$$P = N_0 + N_t + N_s = N_0 ( 1 + 0,1 + 0,03 ) = 1,13 N_0$$

La production auxiliaire dans notre cas concerne les travaux de déchargement des matériaux sur chantier, de reconditionnement du bois, de préparation du ferrailage pour les regards, et divers autres travaux.

On évalue ce besoin d'ouvriers à 15 hommes vu l'importance et la nature du chantier.

Pour assurer un minimum de confort aux ouvriers, on considèrera les indices suivants :

- Bureaux            5 m<sup>2</sup> par employé
- Dortoirs            4,5 m<sup>2</sup> par ouvrier

- Cantine            2 m<sup>2</sup> par personne
- Points sanitaires            0,05 m<sup>2</sup> par personne

### EVALUATION DES BESOINS

Le nombre maximum d'ouvriers travaillant sur le chantier est donné par le diagramme de la main d'oeuvre

$$N_{\max} = 84 \text{ ouvriers}$$

La population totale du chantier sera donc égale à

$$P = 1,13 N_0 = 1,13 ( 84 + 15 ) = 1,13 \times 99 = 112 \text{ hommes}$$

#### 1 - Dortoirs

Soit  $N_r$  le personnel résidant sur chantier

$$- N_r = 0,7 P = 0,7 \times 112 = 78,4 \quad ( 79 \text{ personnes} )$$

$$- S = 4,5 \times 79 = 356 \text{ m}^2$$

#### 2 - Bureaux

Soit  $N_I$  le nombre du personnel administratif

$$- N_I = 0,1 N_0 = 0,1 \times 99 = 9,9 \quad ( 10 \text{ personnes} )$$

$$- S = 5 \times 10 = 50 \text{ m}^2$$

#### 3 - Cantine

On suppose que la main d'oeuvre locale ne fréquente pas la cantine .

$$- N_2 = 0,6 P = 0,6 \times 112 = 67,2 \quad ( 68 \text{ personnes} )$$

$$- S = 2 \times 68 = 136 \text{ m}^2$$

#### 4 - Points sanitaires

On les prévoit pour l'entière population du chantier

$$- N_3 = P = 112 \text{ hommes}$$

$$- S = 0,05 \times 112 = 5,6 \quad ( 6 \text{ m}^2 )$$

Les dortoirs seront des blocs démontables dont le détail est donné sur le schéma qui suit .

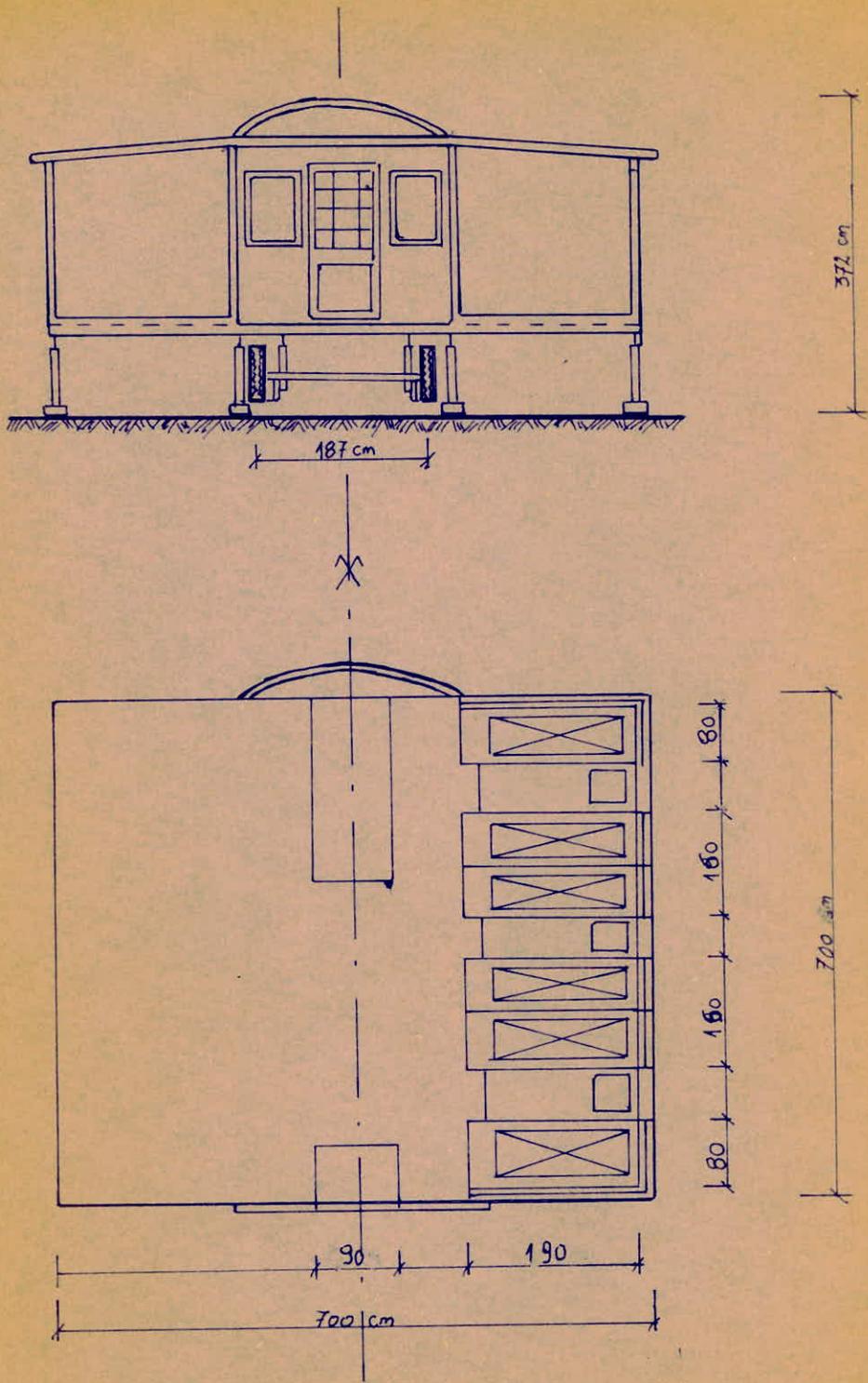


Schéma d'un bloc démontable

Des batiments provisoires mobiles ( Roulettes ) serviront de bureaux .

Cantine et points sanitaires seront réalisés à l'aide de baraques démontables.

