

UNIVERSITE D'ALGER

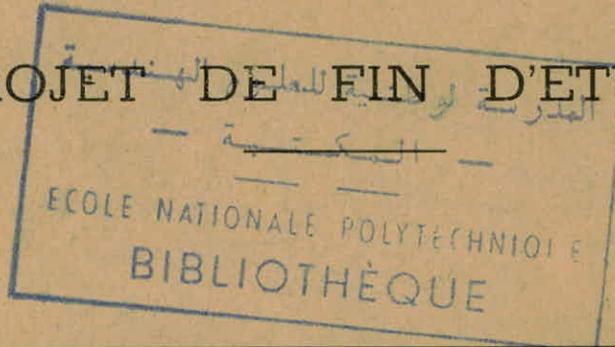
28/75

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

2EX

PROJET DE FIN D'ETUDES



ORGANISATION
DE L'EXECUTION D'UN
COMPLEXE SPORTIF

Proposé par :

M^r Nicolai Mircea

BEJINARIU

Ingénieur, Maître Assistant

Etudié par :

M^r Ali ZOUGHLAMI

PROMOTION 1975

Il m'est très agréable de saisir cette unique occasion pour exprimer toute ma reconnaissance à M^r le Directeur de l'Ecole Nationale Polytechnique et à tout le personnel Enseignant qui ont contribué à ma formation.

Que M^r Niculai Mircea BEJINARIU trouve ici toute ma gratitude pour m'avoir guidé sincèrement dans l'élaboration de ce projet de fin d'études.

ALI ZOUGHLAMI.

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

Le but du sujet est de faire "l'élaboration du projet d'organisation pour l'exécution d'un complexe sportif publique" composé de :

- d'un stade de foot-ball avec une tribune officielle et des sanitaires.
- d'une Halle polyvalente (salle omnisport) avec une piscine un gymnase et une salle de sport de tapis.
- un terrain de basket-ball.
- un terrain de volley-ball.
- un terrain de hand-ball.
- des vestiaires.

Dans la présente étude, nous nous sommes contenté d'étudier l'élaboration du projet d'organisation d'exécution du stade d'honneur, de la tribune officielle et de la Halle polyvalente. Nous nous sommes limités à cette étude seulement, car une étude complète exige un temps énorme et une masse de calcul fastidieuse. La présente étude contient :

- 1) L'établissement du mode de réalisation de l'ouvrage.
- 2) Le calcul des quantités de travaux.
- 3) Le calcul des nécessaires de matériaux, de préfabriqués, de la main d'oeuvre et des outillages.
- 4) L'établissement de la suite optimale des processus de construction; détermination de leur durée respectives ainsi que la main d'oeuvre nécessaire à l'exécution de chaque

processus.

5) Organisation de l'exécution des travaux par la méthode "travail à la chaîne" (ou méthode de réalisation en continu):

a- cyclogrammes des travaux de construction.

b- graphique à barres pour chaque construction étudiée et pour l'ensemble.

c- graphique d'échelonnement de la main d'oeuvre.

6) Diagrammes différentiels et intégrals de consommation et d'approvisionnement des matériaux et courbe des stocks.

7) Organisation efficiente de la base technico-matérielle du chantier :

- Atelier,

- Dépôts,

- Constructions socio-administratives de chantier.

8) Organisation de l'exécution des travaux par la méthode du Chemin critique :

- Elaboration des graphiques réseaux.

- Détermination de la durée de l'exécution par la méthode directe sur le graphique réseau.

- Détermination de la durée et des marges d'exécution par les tableaux.

- Graphique à barres.

9) Plan général de l'organisation de chantier.

10) Organigramme de l'entreprise.

11) Indice technico-économique de l'organisation de l'exécution des travaux.

Tous les points cités ci-dessus ont fait l'objet de chapitres traités séparément avec une partie théorique et des applications pratiques de ces notions à notre projet. Pour chaque chapitre correspond, en principe, quelques planches et quelques graphes descriptifs.

Le but précis visée par cette présente étude est de connaître les principes q'un Ingénieur de Génie Civil peut appliquer pour organiser parfaitement un chantier, techniquement et économiquement. J'espère en tirer le maximum de profit et avoir l'occasion d'utiliser de telles connaissances au cours de ma carrière de travail.

C H A P I T R E I
=====

ETABLISSEMENT DU MODE DE REALISATION DE L'OUVRAGE

Les constructions étudiées dans ce projet peuvent être exécutées de différentes manières :

a) en murs porteurs avec fondations continues, pouvant être conçus en briques, en pierres, en béton armé ou en éléments préfabriqués.

Quant à la structure, elle peut être en briques, en panneaux préfabriqués légers ou en cadre de béton armé avec fondation isolée et longrines servant de support aux cloisons de séparations.

b) Planchers en béton armé coulé sur place ou préfabriqués, planchers en bois reposant sur des poutres en bois, planchers à poutrelles en bois ou en métal, etc...

c) Couverture en tuile sur charpente en bois, couverture en ardoise ou en tôle ondulée, en tôle de zinc plane,

couverture terrasse sur plancher de béton armé etc...

Le choix de la solution constructive adéquate relève des facteurs suivants :

- développement de l'industrie de production des matériaux de construction,
- niveau de qualification de la main d'oeuvre,
- niveau de développement de l'industrie lourde pour fournir les outillages nécessaires,
- dotation des outillages et possibilité de l'entreprise d'avoir les matériaux nécessaires,

- politique nationale d'importation,
- emplacement du chantier par rapport aux entreprises fournisseuses.

En se basant sur les conditions précédentes, nous avons adopté, pour les constructions projetées, les solutions suivantes :

* Stade et tribune officielle

a) Stade :

Les murs sont de deux sortes :

- murs de soutènement, en béton simple, destinés à retenir les terres, reposant sur des fondations continues. Le béton employé est un béton de marque B75.
- murs porteurs, au niveau de la passerelle, et sur toute la périphérie du stade. Ces murs servent respectivement de support aux escaliers et aux gradins.

Quant à la structure, nous l'avons choisi en cadre de béton armé avec certaines fondations isolées, composées de béton de marque B100. Ces fondations sont rencontrées au niveau des sanitaires publiques. Des longrines ont été cependant posées, non seulement pour raidir les semelles entre elles mais aussi pour servir de support aux cloisons de séparation; montées en panneaux préfabriqués légers. Comme éléments préfabriqués en béton armé, citons de même les gradins, dont le montage est assuré par l'utilisation de grues mécaniques.

b) Tribune officielle

Elle comporte un rez de chaussée et un étage.

La structure adoptée pour cette construction est la même que pour le stade.

En infrastructure, toutes les fondations sont constituées par des semelles isolées carrées en béton armé, de 1,00 m de côté et 0,60 m de hauteur. Le béton utilisé est de la marque B100. Les longrines dans ce cas, ne supportent plus les cloisons de séparation, mais une plaque de béton armé de 10 cm d'épaisseur, formant plancher au sol.

En superstructure, tous les éléments (poutres, poteaux, plancher) sont constitués en béton armé de marque B150.

La toiture est constituée de 11 consoles en béton armé supportant une plaque de 15 cm d'épaisseur, protégée par une isolation hydrofuge à base de carton asphalté.

* Salle Polyvalente (ou Salle Omnisport)

Elle ne présente aucune particularité à ce qui a été précédemment. Sauf en élévation, où les murs en façade ont été conçus en pierres de forme parallépipédique plus ou moins régulière. Quant à la toiture, elle est constituée de 17 fermes métalliques, reposant directement, à l'aide d'appuis simples, sur les poteaux. Son isolation est faite par de la laine de la laine de verre et du carton asphalté.

Le calcul des quantités travaux consiste à déterminer le volume de travaux nécessaire pour chaque opération. Ces dernières sont groupées en articles. Tous les articles se trouvent sur des indicateurs de norme de devis contenant la consommation de :
matériau, de main-d'oeuvre et d'outillage nécessaire pour exécuter une unité de travail. Pour l'établissement de consommation de matériau, de main-d'oeuvre et d'outillage les normes considèrent que :

a) Les travaux s'exécutent pendant la journée, à la température supérieure à 0°C et sur un front de travail correspondant.

b) Les matériaux, les outillages nécessaires à l'exécution des travaux sont approvisionnés dans un dépôt à côté de chaque construction.

c) Le transport des matériaux du dépôt jusqu'à la place de mise en oeuvre a été pris en considération dans le cadre des normes de devis avec des distances moyennes différentes.

D'après la nature du matériau, le mode de mise en dépôt le mode de préparation, on doit tenir compte d'une organisation rationnelle du chantier. Tous les travaux qui doivent être exécutés sont divisés en grands groupes, mentionnés dans des indicateurs de devis distincts.

Exemple:

- Indicateur de normes pour le terrassement symbole T_S
- Indicateurs de normes pour les travaux de construction civils et industriels symbole C.

C H A P I T R E I I
=====

CALCUL DES QUANTITES DE TRAVAUX

- Indicateurs de normes pour les installations sanitaires I

Exemple:

Chapitre A de l'indicateur C se réfère à des travaux de béton monolithe, chapitre B traite des travaux de coffrage, chapitre C pour les armatures (de béton)

Chaque chapitre contient quelques articles de devis pour préciser exactement quel travaux s'exécutent sur le chantier. Les caractéristiques d'un article de devis sont:

le symbole, la dénomination, l'unité de mesure, les matériaux et leurs quantités spécifiques, la main-d'oeuvre nécessaire spécifique, l'outillage nécessaire. Nous avons pris les articles qui correspondent aux travaux devant être exécutés sur notre chantier.

S A L L E O M N I S P O R T

1° OPERATION : Enlever les terres végétales

$$* (1,00 \times 2 + 6,5 \times 2 = 6,80 \times 2 + 0,40 \times 3) \times 70,86 = 2111,628 \text{ m}^2$$

$$* (9,80 + 1,00 + 6,70 + 7,20 \times 3 + 0,5) (12 \times 5 + 0,43) = 2393,028 \text{ m}^2$$

$$\text{Total : } 2111,628 + 2393,028 = 4504,656 \text{ m}^2 \quad \text{total} = 4504,656 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Arrondi} = 4510 \text{ m}^2$$

2° OPERATION : Creuser une rigole de un mètre de large maximum

$$\text{hauteur : } 3/2 \times 0,40 = 0,60 \text{ m}$$

$$\text{largeur : } 0,40 \text{ m}$$

$$\text{volume : } 0,40 \times 0,60 (27,30 \times 22 + 9,30 \times 13 + 9,85 + 6,8 \times 7 + \\ + 6,00 \times 13 + 410 \times 49 + 4,98) = 255,0792 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 255,0792 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Arrondi} = 256,00 \text{ m}^3$$

3° OPERATION : Creuser une fouille pour semelle de poteaux isolée de

largeur $\geq 1,00$ m

profondeur de fouille choisie : $h = 0,8$ m

$$* 0,8 \times 0,90 \times 8,30 \times 4 = 23,904 \text{ m}^3$$

$$* 0,8 \times 0,9 \times 1,50 \times 40 = 43,2 \text{ m}^3$$

$$* 0,8 \times 0,9 \times 1,20 \times 10 = 8,64 \text{ m}^3$$

$$\text{Total : } 23,904 + 43,2 + 8,64 = 75,74 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 75,74 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Arrondi} = 76,00 \text{ m}^3$$

4° OPERATION : Utiliser un excavateur de capacité = 0,50 m³

pour la piscine :

$$20 \left(\frac{2,10 + 3,60}{2} \times 29,80 + \frac{3,60 + 5,40}{2} \times 5,25 + 5,40 \times 13,20 + \frac{4,00 + 5,40}{2} \times \right. \\ \left. \times 1,60 \right) = 3741,1 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 3741,1 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Arrondi} = 3750,0 \text{ m}^3$$

5° OPERATION : Remblayage

hauteur : 2,35 m

largeur : 3,20 m

longueur : 69,96 m

$$\text{volume} : 69,96 \times 3,20 \times 2,35 = 526,0992 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} : 526,0992 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Arrondi} : 527 \text{ m}^3$$

C.A.9 : Béton armé marque B100, coulé en fondation pour les murs et les éléments isolés.

1) Éléments isolés :

longueur : 1,50 m

largeur : 0,90 m

hauteur : 0,75 m

$$1,50 \times 0,90 \times 0,75 \times 40 = 40,5 \text{ m}^3$$

longueur : 8,30 m

largeur : 0,90 m

hauteur : 0,75 m

$$8,30 \times 0,90 \times 0,75 \times 4 = 22,41 \text{ m}^3$$

longueur : 1,20 m

largeur : 0,90 m

hauteur : 0,75 m

$$1,20 \times 0,90 \times 0,75 \times 10 = 8,1 \text{ m}^3$$

longueur : 1,50 m

largeur : 1,20 m

hauteur : 0,75 m

$$1,50 \times 0,75 \times 1,20 \times 6 = 8,1 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} : 40,5 + 22,41 + 8,1 + 8,1 = 79,11 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Arrondi} : 80,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 79,11 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 80,00 \text{ m}^3}$$

2) Longrines

hauteur : 0,60 m

largeur : 0,40 m

$$0,40 \times 0,60 (27,30 \times 22 + 9,30 \times 13 + 9,85 + 6,8 \times 7 + 6 \times 13 + \\ + 4,10 \times 49 + 4,98) = 1062,83 \text{ m} \times 0,40 \times 0,6 = 255,0792 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 255,0792 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 256 \text{ m}^3}$$

$$\underline{\text{Total C.A.9} = 256 + 80 = 336,00 \text{ m}^3}$$

C.A.13 : Béton armé, marque 200, coulé dans toutes les constructions

1) POTEAUX

a - Gymnase

hauteur : 9,60 m

section : $1,50 \times 0,90 \text{ m}^2$

$$1,50 \times 0,90 \times 9,60 \times 25 = 324 \text{ m}^3$$

hauteur : 9,60 m

$$\text{section} : 0,40 \times 0,40 \text{ m}^2$$

$$9,60 \times 0,40 \times 0,40 \times 6 = 9,216 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} : 324 + 9,216 = 333,216 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 333,216 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 334 \text{ m}^3}$$

b - Piscine

hauteur : 13,60 m

$$\text{section} : 1,50 \times 0,90 \text{ m}^2$$

$$13,60 \times 1,50 \times 0,90 \times 34 = 624,24 \text{ m}^3$$

hauteur : 13,60 m

$$\text{section} : 0,60 \times 0,40 \text{ m}^2$$

$$13,60 \times 0,60 \times 0,40 \times 6 = 19,584 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} : 624,24 + 19,584 = 643,824 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 643,824 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 644 \text{ m}^3}$$

c - salle de sport de tapis

hauteur : 3,60 m

$$\text{section} : 0,60 \times 0,40 \text{ m}^2$$

$$3,60 \times 0,60 \times 0,40 \times 3 = 2,592 \text{ m}^3$$

$$0,6 \times 0,6 \times 3,60 \times 4 = 5,184 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} : 2,592 + 5,184 = 7,776 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 7,776 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total arrondi} = 8,00 \text{ m}^3}$$

2) MURS

a - rez de chaussée - niveau douches et vestiaires :

hauteur : 3,60 m

longueur : 47,60 m ; 3,70m; 3,80 m

largeur : 0,15 m

$$3,60 \times (47,60 + 3,70 + 3,80) \times 0,15 = 29,754 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 29,754 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 30 \text{ m}^3}$$

hauteur : 3,60 m

largeur : 0,13 m

longueur : 10,50 m

$$4 \times 3,60 \times 0,13 \times 10,50 = 19,656 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 19,656 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 20 \text{ m}^3}$$

hauteur : 3,60 m

largeur : 0,13 m

longueur : 4,90 m

$$3,60 \times 4,90 \times 0,13 \times 2 = 4,5864 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 4,5864 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 5,00 \text{ m}^3}$$

hauteur : 3,60 m

largeur : 0,13 m

longueur : 3,80 m

$$3,60 \times 3,80 \times 0,13 \times 2 = 3,5568 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 3,5568 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 4,00 \text{ m}^3}$$

hauteur : 3,60 m

largeur : 0,13 m

longueur : 1,65 m ; 2,10 m ; 1,70 m ; 4,70 m ; 0,50 m

$$3,60 \times 0,13 (1,65 \times 2 + 2,10 \times 2 + 1,70 \times 2 + 4,70 \times 4 + \\ + 0,5 \times 2) = 9,9684 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 9,9684 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 10,00 \text{ m}^3}$$

hauteur : (3,60 - 1,10) m (1,10 des fenêtres)

largeur : 0,13 m

longueur : (1,60 - 0,95) m

$$(1,60 - 0,95) (3,60 - 1,10) \times 0,13 \times 2 = 0,4225 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0,4225 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 0,5 \text{ m}^3}$$

b - niveau dépôt de panier

hauteur : 3,60 m

largeur : 0,13 m

longueur : 4,70 m ; 3,85 m ; 7,40m ; 1,90m ; 3,25m ; 2,50m ;
3,35 m ; 3,20 m.

$$3,60 \times 0,13 (4,70 \times 10 + 3,85 \times 4 + 7,40 \times 1 + 1,90 \times 4 + \\ + 3,25 + 2,50 + 3,35 + 3,20) = 22,1832 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 22,1832 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 22,2 \text{ m}^3}$$

hauteur : 3,60 m

largeur : 0,13

longueur : 1,60m ; 3,75m ; 3,00m ; 1,40m ; 1,20m ; 1,00m ; 0,6m ; 7,9m

$$3,60 \times 0,13 (1,60 \times 4 + 3,75 + 3,00 \times 2 + 1,40 \times 2 + 1,20 \times 2 + \\ + 1,00 \times 2 + 0,60 \times 2 + 7,90) = 15,1866 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 15,1866 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 15,2 \text{ m}^3}$$

hauteur : 3,60 m

largeur : 0,13 m

longueur : (7,40 - 0,8) m ; 1,75 m ; 5,5 m ; 2,30 m

$$3,60 \times 0,13 [(7,40 - 0,8) + 1,75 \times 2 + 5,50 + 2,30] = 8,3772 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 8,3772 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 8,4 \text{ m}^3}$$

Gymnase

hauteur : (9,00 - 8,20) m

largeur : 0,13 m

longueur : (26,10 - 13,6) m

$$(26,10 - 13,6) \times (9,00 - 8,20) \times 0,13 \times 2 = 2,6 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 2,6 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 3,00 \text{ m}^3}$$

hauteur : (9,00 - 3,00) m

largeur : 0,13 m

longueur : 4,10 m

$$(9,00 - 3,00) \times 4,10 \times 0,13 \times 10 = 31,98 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 31,98 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 32 \text{ m}^3}$$

Piscine

* bassin

longueur : (50 + 20) x 2 m

hauteur : 3,90 m

largeur : 0,13 m

$$(50 + 20) \times 2 \times 0,13 \times 3,90 = 70,98 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 70,98 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 71 \text{ m}^3$$

* cloison latérale

hauteur : (10 - 5,10) m ; 10 m

longueur : 4,10 m

largeur : 0,13 m

$$0,13 \times 4,10 \left[(10 - 5,10) \times 12 + 10 \times 2 \right] = 42,0004 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 42,0004 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 42 \text{ m}^3$$

Sautoir

hauteur : 3,00 m

longueur : 2,00 m

largeur : 0,30 m

$$3,00 \times 2,00 \times 0,30 \times 2 = 3,6 \text{ m}^3$$

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

$$\text{Total Arrondi} = 4,00 \text{ m}^3$$

niveau salle de sport de tapis :

hauteur : 3,00 m

longueur : 6,50 m

largeur : 0,20 m

$$3,00 \times 6,50 \times 0,20 \times 4 = 15,6 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 15,6 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 16 \text{ m}^3}$$

hauteur : (10 - 6,50) m ; 3,00 m ; 3,00 m ; 3,00 m

longueur : 26,10 m ; (9,50 - 0,60) m ; 7,20 m ; 4,60 m

$$0,10 \left[(10 - 6,50) \times 26,0 + (9,50 - 0,60) \times 3,00 \times 2 + \right. \\ \left. + 4,60 \times 3,00 \times 2 \right] = 21,555 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 21,555 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 22 \text{ m}^3}$$

Rampe

hauteur : 2,00 m

largeur : 0,10 m

longueur : 9,60 m ; 6,90 m

$$0,10 \times 2,00 (9,60 + 6,90) \times 2 = 6,6 \text{ m}^3$$

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

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 7,00 \text{ m}^3}$$

Galerie Technique :

hauteur : 2,60 m

largeur : 0,15 m

longueur : 50 m

$$2,60 \times 0,15 \times 50 = 19,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 19,5 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 19,5 \text{ m}^3$$

b - 1^o étage :

murs intérieurs :

épaisseur : 0,10 m

longueur : 4,00 m

hauteur : 4,00 m

$$0,10 \times 4,00 \times 4,00 \times 6 = 9,6 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 9,6 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 9,6 \text{ m}^3$$

épaisseur : 0,10 m

longueur : 3,70 m

hauteur : 4,00 m

$$0,10 \times 3,70 \times 4,00 \times 4 = 5,92 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 5,92 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 6,00 \text{ m}^3$$

épaisseur : 0,10 m

longueur : 2,80 m

hauteur : 4,00 m

$$0,10 \times 2,8 \times 4,00 \times 2 = 2,24 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 2,24 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 2,3 \text{ m}^3$$

épaisseur : 0,10 m

longueur : 2,20 m ; 1,70 m

hauteur : 4,00 m

$$0,10 \times (2,20 + 1,70) \times 4,00 = 1,56 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 1,56 \text{ m}^3$$

$$\text{Total arrondi} = 2,00 \text{ m}^3$$

épaisseur : 0,10 m

longueur : 6,40 m ; 8,90 m

hauteur : 4,00 m

$$0,10 \times (6,40 + 8,90) \times 4,00 = 6,12 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 6,12 \text{ m}^3$$

$$\text{Total arrondi} = 6,2 \text{ m}^3$$

épaisseur : 0,10 m

longueur : 2,85 m

hauteur : 4,00 m

$$0,10 \times 2,85 \times 4,00 \times 6 = 6,84 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 6,84 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 7,00 \text{ m}^3}$$

3°) POUTRES

a - Gymnase :

section : 0,40 x 0,40 m²

longueur : 28,00 m

$$0,40 \times 0,40 \times 28,00 \times 5 = 22,4 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 22,4 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 22,4 \text{ m}^3}$$

$$\text{section} : 0,30 \times 0,50 \text{ m}^2$$

$$\text{longueur} : 28,00 \text{ m}$$

$$0,30 \times 0,50 \times 28,00 = 4,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 4,2 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 4,2 \text{ m}^3}$$

b - Piscine :

$$\text{section} : 0,30 \times 0,30 \text{ m}^2$$

$$\text{longueur} : 25,8 \text{ m}$$

$$0,30 \times 0,30 \times 25,8 \times 14 = 32,508 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 32,508 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 33 \text{ m}^3}$$

$$\text{section} : 0,40 \times 0,60 \text{ m}^2$$

$$\text{longueur} : 69,96 \text{ m}$$

$$0,40 \times 0,60 \times 69,96 \times 2 = 100,7424 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 100,7424 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 101 \text{ m}^3}$$

$$\text{section} : 0,30 \times 0,40 \text{ m}^2$$

$$\text{longueur} : 54,1 \text{ m}$$

$$0,30 \times 0,40 \times 54,1 \times 2 = 19,984 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 19,984 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 20 \text{ m}^3}$$

section : 0,20 x 0,30 m²

longueur : 69,96 m

$$0,20 \times 0,30 \times 69,96 \times 2 = 16,7904 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 16,7904 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 17,00 \text{ m}^3}$$

section : 0,30 x 0,50 m²

longueur : 70,86 m

$$70,86 \times 0,30 \times 0,50 = 10,629 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 10,629 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 11,00 \text{ m}^3}$$

section : 0,30 x 1,00 m²

longueur : 70,86 m

$$0,30 \times 1,00 \times 70,86 = 21,258 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 21,258 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 21,3 \text{ m}^3}$$

c - salle de sport de tapis :

section : 0,30 x 0,50 m²

longueur : 14,10 m

$$14,10 \times 0,30 \times 0,50 \times 4 = 8,46 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 8,46 \text{ m}^3$$

section : 0,30 x 0,40 m²

longueur : 14,10 m

$$14,10 \times 0,30 \times 0,40 \times 4 = 6,768 \text{ m}^3$$
$$\text{Total} = 8,46 + 6,768 = 15,228 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 15,228 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 15,3 \text{ m}^3}$$

4°) PLAQUES :

* plancher sous le premier étage :

épaisseur : 0,15 m

longueur : 54,53 m

largeur : 9,30 m

$$54,53 \times 9,30 \times 0,15 = 76,06935 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 76,06935 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total arrondi} = 76,1 \text{ m}^3}$$

* plaque sous escalier :

nombre de marches :

$$\frac{2,80}{0,18} = 15,556 \quad \text{env: 16 marches}$$

$$AB = 16 \times 0,3 = 4,8 \text{ m}$$

épaisseur : 0,15 m

largeur : $4,8 \cos 30^\circ = 4,1568 \text{ m}$

longueur : 1,5 m

$$4,1568 \times 0,15 \times 1,5 \times 2 = 1,87056 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 1,87056 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 2,0 \text{ m}^3}$$

nombre de marches :

$$\frac{1,00}{0,18} = 5,556 \quad \text{env : 6 marches}$$

$$A'B' = 6 \times 0,30 = 1,8 \text{ m}$$

épaisseur : 0,15 m

largeur : 1,8 Cos 30°

longueur : 1,5 m

$$0,15 \times 1,8 \times 0,866 \times 1,5 \times 2 = 0,46764 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0,46764 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 0,5 \text{ m}^3}$$

* galerie technique :

épaisseur : 0,15 m

largeur : 8,00 m

longueur : 69,96 m

$$69,96 \times 8,00 \times 0,15 = 83,952 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 83,952 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 84 \text{ m}^3}$$

* salle de sport de tapis :

épaisseur : 0,15 m

largeur : 15,20 m

longueur : 27,30 m

$$27,30 \times 15,2 \times 0,15 = 68,259 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 68,259 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 68,3}$$

* piscine :

épaisseur : 0,20 m

largeur : 20,00 m

longueur : 50,00 m

$$50 \times 20 \times 0,20 = 200 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 200 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 200 \text{ m}^3}$$

épaisseur : 0,15 m

largeur : 3,00 m

longueur : 69,96 m

$$69,96 \times 3 \times 0,15 = 31,482 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 31,482 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 31,5 \text{ m}^3}$$

* niveau vestiaire :

épaisseur : 0,15 m

largeur : 3,60 m

longueur : (55 - 1,50)

$$0,15 \times 3,6 \times 53,50 = 2,889 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 2,889 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 3,00 \text{ m}^3}$$

épaisseur : 0,15 m

largeur : 4,00 m

longueur : 28,00 m

$$28 \times 4,00 \times 0,15 = 16,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 16,8 \text{ m}^3$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 17,00 \text{ m}^3}}$$

* Premier étage :

épaisseur : 0,15 m

largeur : (10,8 - 1,5)

longueur : (55 - 1,5)

$$0,15 \times (10,8 - 1,5) \times 53,50 = 94,6325 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 94,6325 \text{ m}^3$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 95 \text{ m}^3}}$$

$$\text{Total C.A.13} = 2228,5 \text{ m}^3$$

$$\underline{\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 2230 \text{ m}^3}}}$$

C.B.1 : Coffrage léger pour béton de fondation et radier :

longrines

hauteur : 0,60 m

longueur : 27,30 m

$$* 0,60 \times 27,30 \times 2 \times 22 = 720,72 \text{ m}^2$$

$$* 9,30 \times 0,60 \times 13 \times 2 = 145,08 \text{ m}^2$$

$$* 6,80 \times 0,60 \times 7 \times 2 = 57,12 \text{ m}^2$$

$$* 6,00 \times 0,60 \times 13 \times 2 = 93,6 \text{ m}^2$$

$$* 4,10 \times 0,60 \times 49 \times 2 = 241,08 \text{ m}^2$$

$$* 4,90 \times 0,60 \times 2 = 5,88 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 1263,48 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 1270 \text{ m}^2}$$

C.B.5 : Coffrage en panneaux démontables préfabriqués pour
béton armé de poteaux, poutres, plaques, planchers droits,
étais comprises jusqu'à une hauteur de 5,00 m :

1°) MURS :

$$* 3,60 (47,6 + 3,70 + 3,8) \times 2 = 396,72 \text{ m}^2$$

$$* 3,60 (10,50 \times 4 + 4,9 \times 2 + 3,8 \times 2) \times 2 = 427,68 \text{ m}^2$$

$$* 3,60 (1,65 \times 2 + 2,10 \times 2 + 1,70 \times 2 \times 4,70 \times 4 + \\ + 0,5 \times 2) \times 2 = 321,04 \text{ m}^2$$

$$* 3,60 (4,7 \times 10 + 3,85 \times 4 + 7,40 + 1,90 \times 4 + 3,25 + \\ + 3,25 + 2,5 + 3,20) \times 2 = 107,64 \text{ m}^2$$

$$* 3,60 (1,6 \times 4 + 3,75 + 3,00 \times 2 + 1,40 \times 2 + 1,2 \times 2 + \\ + 1,00 \times 2 + 0,6 \times 2 + 7,90) \times 2 = 237,96 \text{ m}^2$$

$$* 3,60 (6,6 + 1,75 \times 2 + 5,5 + 2,30) \times 2 = 21,48 \text{ m}^2$$

$$* 2,50 \times 0,65 \times 2 \times 2 = 6,5 \text{ m}^2$$

$$* 0,8 \times 12,50 \times 2 \times 2 = 40 \text{ m}^2$$

$$* 5,00 \times 4,10 \times 10 \times 2 = 410 \text{ m}^2$$

$$* 140 \times 3,9 \times 8 = 152,88 \text{ m}^2$$

$$* 4,90 \times 4,10 \times 12 \times 2 = 482,16 \text{ m}^2$$

$$* 4,10 \times 5,00 \times 2 \times 2 = 82 \text{ m}^2$$

$$* 3,00 (2,00 \times 2 + 6,50 \times 4) \times 2 = 180 \text{ m}^2$$

$$* 3,50 \times 26,10 \times 2 = 182,7 \text{ m}^2$$

$$* 3,00 \times 8,90 \times 2 = 106,8 \text{ m}^2$$

$$* 3,00 (7,20 \times 2 + 4,60 \times 2) \times 2 = 141,6 \text{ m}^2$$

$$* (9,60 + 6,90) \times 2,00 \times 2 \times 2 = 132 \text{ m}^2$$

$$* 2,60 \times 50 \times 2 = 260 \text{ m}^2$$

* 1° étage :

$$4,00 \times 2 (4,00 \times 6 + 3,70 \times 4 + 2,8 \times 2 + 2,20 + \\ + 1,70 + 6,4 + 8,9 + 2,85 \times 6) = 645,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 3689,16 + 645,6 = 4334,76 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 4334,76 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 4340 \text{ m}^2}$$

2°) POTEAUX :

a) Gymnase :

$$9,60 \times 2 \sqrt{(1,50 + 0,90) \times 25 + (0,40 + 0,40) \times 6} \\ = 2073,6 \text{ m}^2$$

b) Piscine :

$$13,6 \times 2 \sqrt{(1,5 + 0,9) \times 34 + (0,4 + 0,6) \times 6} \\ = 2382,72 \text{ m}^2$$

c) salle de sport :

$$3,60 \times 2 \quad (0,6 + 0,4) \times 3 + (0,6 + 0,6) \times 4 = 56,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Total } 4412,48 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 4420,00 \text{ m}^2}$$

3°) POUTRES

a) Gymnase :

$$(0,40 \times 2 + 0,40) \times 28 \times 5 = 168 \text{ m}^2$$

$$(0,5 \times 2 + 0,30) \times 28 = 36,4 \text{ m}^2$$

b) Piscine et salle de sport de tapis :

$$* (0,30 \times 2 + 0,3) \times 25,8 \times 14 = 325,08 \text{ m}^2$$

$$* [(0,60 \times 2 + 0,40) \times 6 + (0,30 \times 2 + 0,20) \times 2] \\ \times 69,96 = 783,552 \text{ m}^2$$

$$* (0,5 \times 2 + 0,3) \times 14,10 \times 4 = 73,32 \text{ m}^2$$

$$* (0,40 \times 2 + 0,3) (54,1 \times 2 + 14,10 \times 4) = 181,06 \text{ m}^2$$

$$* [(0,5 \times 2 + 0,3) + (1,00 \times 2 + 0,3)] \times 70,86 = \\ = 255,096 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 1822,508 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 1830,0 \text{ m}^2}$$

4°) PLAQUES :

1) plancher sous premier étage :

$$54,53 \times 9,30 = 507,129 \text{ m}^2$$

2) plaque sous escaliers :

$$1,5 \times 2 (4,1568 + 1,5488) = 17,1168 \text{ m}^2$$

3) galerie technique :

$$8,00 \times 69,96 = 559,68 \text{ m}^2$$

4) plancher du premier étage :

$$9,30 \times 53,50 = 497,55 \text{ m}^2$$

5) salle de sport de tapis :

$$14,60 \times 27,30 = 398,58 \text{ m}^2$$

$$\text{total} = 1581,4758 + 398,58 = 1980,0558 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 1980,0558 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 1990,00 \text{ m}^2}}$$

$$\underline{\underline{\underline{\underline{\underline{\underline{\text{Total C.B.5} = 12580 \text{ m}^2}}}}}}}}}$$

C.C.1 : Armatures en Acier pour béton de fondation et radiers :

$$40 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{volume de béton} : 336 \text{ m}^3$$

$$\text{Acier} : 336 \times 40 = 13440 \text{ Kg}$$

$$\text{Total} = 13440 \text{ Kg}$$

C.C.2 : Armatures en Acier pour les éléments de constructions

courantes :

$$\text{Volume du béton} : 2230 \text{ m}^3$$

$$\text{Acier} : 2230 \times 100 = 223000 \text{ Kg}$$

C.D.2 : Isolation hydrofuge pour grande surface en béton
horizontale ou inclinée 20° :

Bassin de la piscine :

longueur : 50,00 m

largeur : 20,00 m

$$\text{surface} = 50 \times 20 = 1000 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 1000 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.D.2} = 1000 \text{ m}^2}}$$

C.D.14 : Barrère de vapeur :

$$(28,8 + 10,8) 50,3 + 70,86 \times 28,8 + 14,5 \times 4,5 =$$
$$4096,458 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 4096,458 \times 2 = 8192,916 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 8192,916 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 8200 \text{ m}^2}}$$

C.D.26 : Isolation thermique de la terrasse avec de la laine
de verre :

plaque sous la plage :

$$\text{surface} = 4096,458 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 4096,458 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 4100 \text{ m}^2}}$$

C.E.2 : mur en pierre en élévation :

piscine :

longueur : 76,80 m - 70,5 = 6,30 m

hauteur : 10,00 m - 5,20 = 4,80 m

épaisseur: 1,00 - 0,15 = 0,85 m

$$0,85 \times 6,30 \times 4,80 = 25,704 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 25,704 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 26 \text{ m}^3}$$

longueur : 28,80 - (13,4 + 2,3) = 13,10 m

hauteur : 10 - 8,60 = 1,40 m

épaisseur: 0,20 m

$$13,10 \times 1,40 \times 0,20 = 3,668 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 3,668 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 4,00 \text{ m}^3}$$

longueur : 13,10 m

hauteur : 10,00 - 6,60 m = 3,40 m

épaisseur: 0,20 m

$$13,10 \times 3,40 \times 0,20 = 8,908 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 8,908 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 9,00 \text{ m}^3}$$

Gymnase :

longueur : 27,8 - 0,4 x 3 = 26,6 m

hauteur : 9,00 m

épaisseur: 0,20 m

$$26,6 \times 9,00 \times 0,20 \times 2 = 47,88 \text{ m}^3 \times 2 = 95,66 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 95,66 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 96 \text{ m}^3$$

$$\text{longueur} : 69,96 - 62,7 = 7,26 \text{ m}$$

$$\text{hauteur} : 9,00 \text{ m}$$

$$\text{épaisseur} : 0,85 \text{ m}$$

$$7,26 \times 9,00 \times 0,85 = 55,5390 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 55,5390 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Arrondi} = 56,00 \text{ m}^3$$

Chaufferie :

$$\text{hauteur} : 10,00 \text{ m}$$

$$\text{longueur} : 4,70 \text{ m}$$

$$\text{épaisseur} : 0,15 \text{ m}$$

$$10,00 \times 4,70 \times 0,15 = 7,05 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 7,05 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 7,1 \text{ m}^3$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.E.2} = 198,1 \text{ m}^3}}$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 199 \text{ m}^3}}$$

C.E.7 : la façade visible du mur en élévation avec pierres
brutes

1) piscine :

$$6,30 \times 4,8 = 30,24 \text{ m}^2$$

$$13,10 (1,40 + 3,40) = 62,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 92,44 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Arrondi} = 93 \text{ m}^2$$

2) gymnase :

$$9,00 (26,6 \times 2 + 7,26) = 544,14 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 544,14 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 545 \text{ m}^2}}$$

3) Chaufferie :

$$10,00 \times 4,70 = 47 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 47 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 47 \text{ m}^2}}$$

$$\text{Total C.E.7} = 685 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 685 \text{ m}^2}}}}}$$

C.F.6 : Mur en cloison de séparation

a) niveau dépôt de paniers :

longueur : 1,47 m

hauteur : 2,00 m

$$1,47 \times 2,00 \times 26 = 76,43 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 76,43 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 77 \text{ m}^2}}$$

hauteur : 2,00 m

longueur : 0,50 m

$$2,00 \times 0,50 \times 34 = 34 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 34 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 34 \text{ m}^2}}$$

hauteur : 2,00 m

longueur : 1,55 m

$$2,00 \times 1,55 \times 2 = 6,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 6,2 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 6,2 \text{ m}^2}}$$

b) côté douche :

hauteur : 2,00 m

longueur : 1,65 m

$$1,65 \times 2,00 \times 24 = 79,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 79,2 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 79,2 \text{ m}^2}}$$

hauteur : 2,00 m

longueur : (0,40 + 0,35) = 0,75 m

$$0,75 \times 2,00 \times 56 = 84 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 84 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 84 \text{ m}^2}}$$

$$\text{Total C.F.6} = 279,83 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\underline{\underline{\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 280 \text{ m}^2}}}}}}}}$$

C.J.3 : Enduit intérieur de faible épaisseur pour mur exécuté
mécaniquement :

a) mur de C.F.6

$$2,00 \times (1,47 \times 26 + 0,5 \times 34 + 1,55 \times 2 + 1,65 \times 24 + \\ + 0,75 \times 56) \times 2 = 559,66 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 559,66 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 560 \text{ m}^2$$

b) piscine :

bassin

$$* (50 + 20) \times 2 \times 3,90 = 546 \text{ m}^2$$

$$* (69,96 - 0,9 \times 2) \times 3,60 = 245,376 \text{ m}^2$$

$$* 4,10 \times (10 - 5,10) \times 12 + 10 \times 2 = 323,08 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 1114,456 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 1120,00 \text{ m}^2$$

c) salle de sport de tapis :

$$* (14,65 + 27,60) \times 3,00 = 126,75 \text{ m}^2$$

$$* 20,50 \times (3,00 - 1,5) = 30,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 157,5 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 158 \text{ m}^2$$

d) chaufferie:

$$* (6,50 \times 2 + 9,50) \times 3,00 = 67,5 \text{ m}^2$$

$$* 4,60 \times 3,00 = 13,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 81,3 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 81,3 \text{ m}^2$$

e) niveau douche et panier :

$$* 4,70 \times 3,60 \times 13 \times 3 = 659,88 \text{ m}^2$$

$$* 3,80 \times 3,60 \times 2 \times 3 = 82,08 \text{ m}^2$$

$$* 4,50 \times 3,60 \times 10 \times 3 = 1458 \text{ m}^2$$

$$* 3,75 \times 3,60 \times 2 \times 2 = 54 \text{ m}^2$$

$$* 2,10 \times 3,60 \times 2 \times 2 = 30,24 \text{ m}^2$$

$$* 10,50 \times 3,60 \times 4 \times 2 = 302,4 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} * (4,90 + 1,70) \times 3,60 \times 2 \times 2 &= 95,04 \text{ m}^2 \\ * (2,60 + 0,40) \times 3,60 \times 2 \times 2 &= 43,2 \text{ m}^2 \\ * (2,00 + 1,00) \times 3,60 \times 2 \times 2 &= 43,2 \text{ m}^2 \\ * 3,90 \times 3,60 \times 4 \times 2 &= 112,32 \text{ m}^2 \\ * 7,25 \times 3,60 \times 2 &= 52,2 \text{ m}^2 \\ * 3,25 \times 3,60 \times 2 &= 23,4 \text{ m}^2 \\ * 3,30 \times 3,60 \times 2 \times 2 &= 47,52 \text{ m}^2 \\ * 3,40 \times 3,60 \times 6 \times 2 &= 146,88 \text{ m}^2 \\ * 2,30 \times 3,60 \times 2 &= 16,56 \text{ m}^2 \\ * 2,00 \times 3,60 \times 2 \times 2 &= 28,8 \text{ m}^2 \\ * 3,10 \times 3,60 \times 2 \times 2 &= 44,64 \text{ m}^2 \\ * 1,45 \times 2 \times 2 &= 5,8 \text{ m}^2 \\ * 1,15 \times 2 \times 2 &= 4,60 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

f) gymnase :

$$\begin{aligned} * (27,8 - 13,6) \times (9,00 - 8,20) \times 2 &= 22,72 \text{ m}^2 \\ * (9,00 - 3,00) \times 4,10 \times 10 &= 246 \text{ m}^2 \\ * 26,30 \times 3,60 \times 2 &= 189,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

g) sautoir de piscine :

$$3 \times 2,00 \times 2 \times 2 = 24 \text{ m}^2$$

h) rampe :

$$2,00 (9,60 + 6,90) \times 2 = 66 \text{ m}^2$$

i) galerie technique :

$$2,60 \times 50 = 130 \text{ m}^2$$

j) mur du premier étage :

$$\text{surface} = 645,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Total C.J.3} = 6492,74 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 6500 \text{ m}^2}}$$

C.J.9 : Enduit intérieur pour plafond :

plaques :

sous le 1^o étage :

$$54,53 \times 9,30 = 507,129 \text{ m}^2$$

sous les escaliers :

$$4,1568 \times 1,5 \times 2 + 1,5588 \times 1,5 \times 2 = 17,1468 \text{ m}^2$$

galerie technique :

$$559,68 \text{ m}^2$$

plancher 1^o étage :

$$497,55 \text{ m}^2$$

plaque sous plafond de la salle de tapis :

$$106,58 \text{ m}^2$$

$$\text{Total C.J.9} = 1688,0858 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 1690,00 \text{ m}^2}}$$

C.J.15 : Couche de chaux sur l'enduit intérieur pour mur et

plafond :

$$* \text{ mur : surface} = 6500 \text{ m}^2$$

$$* \text{ plafond : surface} = 1690 \text{ m}^2$$

$$\text{Total C.J.15} = 8190 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 8190 \text{ m}^2}}$$

C.K.16 : plaque de 10 cm au rez-de-chaussée :

salle de sport de tapis :

$$14,60 \times 27,30 = 398,58 \text{ m}^2$$

galerie technique :

$$559,68 \text{ m}^2$$

gymnase :

$$50 \times 32 = 1600 \text{ m}^2$$

$$\text{Total C.K.16} = 2558,26 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 2560 \text{ m}^2}}$$

C.K.23 : Carrelage en plaque de mosaïque :

1) piscine :

a) bassin : $20 \times 50 = 1000 \text{ m}^2$

b) plage : $15,00 \times 27,50 = 412,5 \text{ m}^2$

c) $55,50 \times 40 = 222 \text{ m}^2$

d) $55,50 \times 2,00 = 111 \text{ m}^2$

premier étage :

bureaux :

$$9,60 \times 25,00 = 240 \text{ m}^2$$

$$9,60 \times 24,60 = 236,16 \text{ m}^2$$

$$4,60 \times 8,50 = 39,10 \text{ m}^2$$

$$\text{Total piscine} = 2260,76 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 2270 \text{ m}^2}}$$

Rez de chaussée : partie A

$$4,95 \times 10,50 \times 2 = 103,95 \text{ m}^2$$

$$4,95 \times 4,95 \times 2 = 49,005 \text{ m}^2$$

$$6,80 \times 10,8 \times 2 = 1,30 \times 1,30 = 145,21 \text{ m}^2$$

$$3,30 \times 5,20 \times 2 = 34,32 \text{ m}^2$$

$$(5,40 - 0,26) \times 6,3 \times 2 = 64,764 \text{ m}^2$$

$$10,50 \times 5,12 = 54,6 \text{ m}^2$$

niveau rampe :

$$2,35 \times 5,35 = 12,5725 \text{ m}^2$$

$$2,35 \times 2,00 = 4,7 \text{ m}^2$$

partie B du rez de chaussée :

$$* 5,25 \times 4,90 \times 2 = 51,45 \text{ m}^2$$

$$* 3,60 \times 16,20 \times 2 = 116,64 \text{ m}^2$$

$$* 1,65 \times 2,30 \times 2 = 7,59 \text{ m}^2$$

$$* 1,50 \times 2,75 \times 2 = 8,25 \text{ m}^2$$

$$* 2,05 \times 4,80 \times 2 = 19,68 \text{ m}^2$$

$$* 5,55 \times 3,45 = 19,1475 \text{ m}^2$$

$$* 6,20 \times 2,90 = 17,98 \text{ m}^2$$

$$* 2,20 \times 3,25 = 7,15 \text{ m}^2$$

$$* 4,90 \times 12,95 = 63,455 \text{ m}^2$$

$$\text{Total C.K.23} = 3050,464 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 3060 \text{ m}^2}}$$

C.K.25 : Plinthes préfabriquées en mozaïque :

1°) partie A du rez de chaussée :

$$11,10 \times 2 + 3,9 \times 2 + 4,95 \times 4 + 0,95 \times 32 + 2,06 \times 2 + \\ + 1,75 \times 28 + 2,50 \times 4 \times 2 + 1,73 \times 2 + 1,00 \times 2 + 5,00 \times 1 + \\ + 5,65 \times 1 + 3,80 \times 1 = 173,23 \text{ m}$$

2°) partie B du rez de chaussée :

$$4,81 \times 10 + 3,90 \times 4 \times 6 + 7,35 \times 2 + 1,30 \times 2 + 1,85 \times 7 + \\ + 3,30 \times 2 + 3,20 \times 2 + 2,20 \times 1 + 1,50 \times 1 + 3,10 \times 2 + \\ + 0,85 \times 2 + 2,10 \times 2 + 1,55 \times 2 \times 2 + 1,40 \times 58 + 1,15 \times 1 = \\ = 279,3 \text{ m}$$

3°) premier étage :

$$4,00 \times 6 + 3,70 \times 4 + 3,00 \times 5 + 2,8 \times 4 + 2,20 \times 2 \times 2 + \\ + 8,90 \times 1 + 2,00 \times 4 + 6,40 \times 1 + 1,10 \times 3 + 4,50 \times 4 = 117,4 \text{ m}$$

$$\text{Total C.K.25} = 569,93 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 570 \text{ m}}}$$

C.O.12 : fenêtres métalliques :

1) Rez de chaussée :

a) côté gymnase (façade sud-est)

$$2,80 \times 4,40 \times 10 = 123,2 \text{ m}^2$$

b) côté piscine (façade nord-ouest) :

$$2,80 \times 4,40 \times 4 = 49,28 \text{ m}^2$$

c) niveau salle de sport de tapis :

$$0,90 \times 1,40 \times 12 = 15,12 \text{ m}^2$$

2) 1° étage :

piscine : façade sud-ouest :

$$3,20 \times 0,90 \times 8 = 23,04 \text{ m}^2$$

$$1,80 \times 1,00 \times 4 = 7,20 \text{ m}^2$$

$$1,30 \times 1,00 \times 4 = 5,20 \text{ m}^2$$

$$0,90 \times 1,30 \times 12 = 14,04 \text{ m}^2$$

façade nord-ouest :

$$4,50 \times 2,00 \times 4 = 36,00 \text{ m}^2$$

$$4,50 \times 3,40 \times 8 = 122,40 \text{ m}^2$$

$$\text{Total C.O.12} = 395,48 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 396 \text{ m}^2}}$$

C.O.14 : portes métalliques :

1) entrée gymnase : (partie A du rez de chaussée)

$$1,30 \times 2,10 \times 2 = 5,46 \text{ m}^2$$

$$2,20 \times 2,10 = 4,62 \text{ m}^2 \quad (\text{ hall })$$

2) niveau appariteur et dépôt de matériel :

$$0,65 \times 2,10 = 1,365 \text{ m}^2$$

$$1,00 \times 2,10 = 2,10 \text{ m}^2$$

3) porte coulissante :

$$2,00 \times 2,10 = 4,20 \text{ m}^2$$

$$1,30 \times 2,10 \times 2 = 5,46 \text{ m}^2$$

4) niveau douche côté H ommes et Femmes :

$$0,75 \times 2,10 \times 4 = 6,3 \text{ m}^2$$

$$0,65 \times 2,10 \times 2 = 2,73 \text{ m}^2$$

$$0,55 \times 2,10 \times 4 = 4,62 \text{ m}^2$$

Entrée chaufferie :

$$1,50 \times 2,10 = 3,15 \text{ m}^2$$

Hall :

$$0,75 \times 2,10 \times 2 = 3,15 \text{ m}^2$$

partie B du rez de chaussée

$$0,75 \times 2,10 \times 7 = 11,025 \text{ m}^2$$

$$0,40 \times 2,10 \times 2 = 1,68 \text{ m}^2$$

$$1,05 \times 2,10 = 2,205 \text{ m}^2$$

$$1,40 \times 2,10 \times 2 = 5,88 \text{ m}^2$$

$$0,65 \times 2,10 \times 30 = 40,95 \text{ m}^2$$

niveau 1^o étage :

$$0,90 \times 2,10 \times 9 = 17,01 \text{ m}^2$$

$$0,60 \times 2,10 \times 4 = 5,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Total C.O.14} = 122,925 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 123 \text{ m}^2}}$$

C.Q.6 : Verres armés :

A) Rez de chaussée :

1^o) gymnase (façade sud-est)

$$2,6 \times 0,90 \times 30 + (1,70 + 0,70) 1,00 \times 10 = 30,8 \text{ m}^2$$

2^o) piscine façade nord-ouest :

$$\begin{aligned} & 2,60 \times 1,00 \times 8 + 1,90 \times 1,00 \times 12 + 1,10 \times 0,90 \times 4 + \\ & + 0,9 \times 0,90 \times 4 + 1,30 \times 0,90 \times 24 + 3,25 \times 0,9 \times 16 + \\ & + 1,9 \times 1,00 \times 8 = 144,88 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3°) salle de sport de tapis :

$$1,90 \times 0,90 \times 12 = 20,52 \text{ m}^2$$

B) Premier étage : façade sud-ouest :

$$\begin{aligned} & 0,90 \times 3,25 \times 8 + 1,90 \times 1,00 \times 4 + 1,30 \times 1,00 \times 4 + \\ & + 1,30 \times 0,90 \times 12 = 50,24 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Total C.Q.6} = 246,36 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 247 \text{ m}^2}}$$

C.R.7 : peinture à l'huile en couleur pour mur et plafond :

voir C.J.15 :

$$\text{surface} = 7290 \text{ m}^2$$

C.U.3 : fermes métalliques :

17 fermes métalliques avec des barres de triangulation

CALCUL DES QUANTITES DE TRAVAUX

STADE D'HONNEUR

1° OPERATION : enlever les terres végétales sur 10 cm d'épaisseur

1) Terrain de foot-ball :

diamètre du cercle :

$$D = (34 + 6,20 + 9,76 + 1,22 + 20,70) \times 2 + 3,50 + 3,53 = 150,79 \text{ m}$$

$$\text{surface : } \frac{3,14 \times 150,79^2}{4} = 17849,034 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 17849,034 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 17900 \text{ m}^2}$$

Rectangle central

$$\text{surface} = 23,625 \times 2 \times 113,62 = 5368,545 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 5368,545 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 5370 \text{ m}^2}$$

$$\text{Total} = 17900 + 5370 = 23270 \text{ m}^2 = \underline{23,270 \text{ mille m}^2}$$

2) Tribune officielle :

$$20 \times 50 = 1000 \text{ m}^2$$

3) Sanitaires publics :

$$57,80 (8,40 + 4,25 + 3,20) = 916,13 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 920 \text{ m}^2}$$

4) Entrée Marathon :

$$10,00 - (20 - 18,25) \times 16,70 = 137,775 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 137,775 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 140 \text{ m}^2$$

$$\text{Total 1}^\circ \text{ Opération} = 23270 + 1000 + 920 + 140 = 25330 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total de la 1}^\circ \text{ opération}} = 25,330 \text{ mille m}^2$$

2° OPERATION : Creuser une rigole de 1 m de large max :

1) Fondation sous gradins :

$$0,30 \times 0,60 \times 22,70 = 4,086 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 5 \text{ m}^3$$

Sous dépôts :

$$0,30 \times 0,60 \times 11,8 = 21,24 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 22 \text{ m}^3$$

2) Périphérie du stade :

* partie rectangulaire :

$$0,70 \times 0,60 \times 23,625 \times 2 \times 2 = 39,690 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 39,690 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 40 \text{ m}^3$$

* partie circulaire :

$$\text{diamètre moyen} : 113,62 + 2 \times 0,35 = 114,32 \text{ m}$$

$$3,14 \times 114,32 \times 0,70 \times 0,60 = 150,76521 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 151 \text{ m}^3$$

3) Passerelle :

$$3 \times 21 \times 0,60 \times 0,20 = 7,56 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 7,56 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 8 \text{ m}^3}$$

$$\text{Total à creuser} : 5 + 22 + 40 + 151 + 8 = 226 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total} = 226 \text{ m}^3}$$

4) Tribune officielle :

* longrine sous sortie - public :

$$\text{hauteur} : \frac{3}{2} \times 0,20 = 0,30 \text{ dans le sens de la largeur}$$

$$\text{hauteur} : \frac{3}{2} \times 0,40 = 0,60 \text{ dans le sens de la longueur}$$

- sens de la largeur :

$$0,30 \times 0,20 (5 \times 11 + 6,90 \times 11 + 1,60 \times 10 + 3 \times 2) =$$
$$= 9,534 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 10 \text{ m}^3}$$

- sens de la longueur :

$$0,40 \times 0,60 \times 4 \times 38 = 36,48 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 36,48 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 37 \text{ m}^3}$$

* fondation sous mur :

$$0,20 \times 0,60 (23,20 \times 2 + 4 \times 2) = 6,528 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 7 \text{ m}^3}$$

$$\text{Total 2}^\circ \text{ opération} = 226 + 10 + 37 + 7 = \underline{280 \text{ m}^3}$$

3° OPERATION : Fouille pour senelles isolées :

longueur : 1,00 m

largeur : 1,00 m

profondeur : 0,65 m

$$1 \times 1 \times 0,65 \times 43 = 27,95 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 27,95 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 28 \text{ m}^3}$$

longueur : 1,00 m

largeur : 0,60 m

profondeur : 0,65 m

$$1 \times 0,60 \times 0,65 \times 9 = 3,51 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 3,51 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 4 \text{ m}^3}$$

$$\underline{\underline{\text{Total 3° Opération} = 28 + 4 = 32 \text{ m}^3}}$$

C.A.4 : Béton simple, marque B75, coulé dans un coffrage pour mur de soutènement en élévation :

1) Tribune Officielle :

hauteur : 5,00 m

longueur : 1,80 m

épaisseur : 0,20 m

$$5,00 \times 1,80 \times 0,20 \times 2 = 3,6 \text{ m}^3$$

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

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 4,0 \text{ m}^3}$$

2) Entrée Marathon :

hauteur : 5,50 m

longueur : 10,50 m

épaisseur : 0,25 m

$$5,50 \times 10,50 \times 0,25 \times 2 = 28,875 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 28,875 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 29 \text{ m}^3}$$

3) Fondation sous mur du stade :

hauteur : 0,60 m

longueur : 20,00 m

épaisseur : 0,30 m

$$0,60 \times 20,00 \times 0,30 \times 150 = 440 \text{ m}^3$$

Mur périphérique du stade :

hauteur : 0,60 m

largeur : 0,70 m

longueur : $(114,32 \times 3,14 + 23,625 \times 2 \times 2) = 208,82 \text{ m}$

$0,60 \times 0,70 (114,32 + 23,625 \times 2 \times 2) = 87,7044 \text{ m}^3$

Total = $87,7044 \text{ m}^3$

Total Arrondi = 88 m^3

Total C.A.4 = $4 + 29 + 440 + 88 = 561 \text{ m}^3$

C.A.9 : Béton armé, marque B100, coulé en fondation pour murs et éléments isolés :

1) Tribune Officielle :

* fondations isolées :

hauteur : 0,60 m

longueur : 1,00 m

largeur : 1,00 m

$0,60 \times 1,00 \times 1,00 \times 43 = 25,8 \text{ m}^3$

Total = $25,8 \text{ m}^3$

Total Arrondi = 26 m^3

* fondation sous mur :

$0,50 \times 0,60 \times (23,15 + 4,30) \times 2 = 16,47 \text{ m}^3$

Total = $16,47 \text{ m}^3$

Total Arrondi = $16,5 \text{ m}^3$

longrine :

$$* 0,30 \times 0,20 (5 + 7,90 + 2,60 + 3,50) \times 34 = 40,8 \text{ n}^3$$

$$\text{Total} = 40,8 \text{ n}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 41 \text{ n}^3}$$

$$* 0,60 \times 0,40 \times 5 \times 38 = 45,6$$

$$\text{Total} = 45,6 \text{ n}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 46 \text{ n}^3}$$

$$\text{volume total} = 26 + 16,5 + 41 + 46 = 129,5 \text{ n}^3$$

$$\text{Total} = 129,5 \text{ n}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 130 \text{ n}^3}$$

2) Niveau sanitaire :

mur de la passerelle :

$$0,20 \times 0,60 (3,00 \times 20 + 0,40 \times 2 + 8,70 \times 2) = \\ = 9,384 \text{ n}^3$$

$$0,20 \times 0,60 (5,20 \times 8 + 2,20) = 5,256 \text{ n}^3$$

Total mur sous passerelle :

$$5,256 + 9,384 = 14,640 \text{ n}^3$$

$$\text{Total} = 14,64 \text{ n}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 15 \text{ n}^3}$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.A.9} = 130 + 15 = 145 \text{ n}^3}}$$

C.A.11 : Béton armé, marque 150, coulé dans les constructions courantes :

1) Mur sous gradins :

$$\text{hauteur} : \frac{5 + 1,55}{2} = 3,275 \text{ m}$$

$$\text{longueur} : 20 \text{ m}$$

$$\text{épaisseur} : 0,25 \text{ m}$$

$$3,275 \times 0,25 \times 20 \times 146 = 2390,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 2390,75 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 2400 \text{ m}^3}$$

2) Niveau sanitaire :

$$\text{hauteur} : 3,40 \text{ m}$$

$$\text{longueur} : 11,8 \text{ m}$$

$$\text{épaisseur} : 0,25 \text{ m}$$

$$3,40 \times 0,25 \times 11,8 \times 9 = 90,27 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 90,27 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 91 \text{ m}^3}$$

$$\text{Volume Total} = 2400 + 91 = \underline{2491 \text{ m}^3}$$

3) Mur périphérique du stade :

$$\text{hauteur} : 5,60 \text{ m}$$

$$\text{épaisseur} : 0,50 \text{ m}$$

$$\text{longueur} : 114,32 + 23,625 \times 2 \times 2 = 208,82 \text{ m}$$

$$5,60 \times 0,50 \times 208,82 = 584,696 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 584,696 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 585 \text{ m}^3}$$

4) Passerelle :

hauteur : 5,8 m

longueur : (3,00 x 20 + 0,40 x 2) x 2

épaisseur : 0,20 m

$$\begin{aligned} & \left[(3,00 \times 20 + 0,4 \times 2) \times 2 \times 0,20 \times 5,8 \right] - \left[2,10 \times \right. \\ & \left. \times 1,40 \times 0,20 \times 19 + 2,10 \times 0,60 \times 0,20 \right] = 141,056 - 11,424 = \\ & = 129,632 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 129,632 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 130 \text{ m}^3}$$

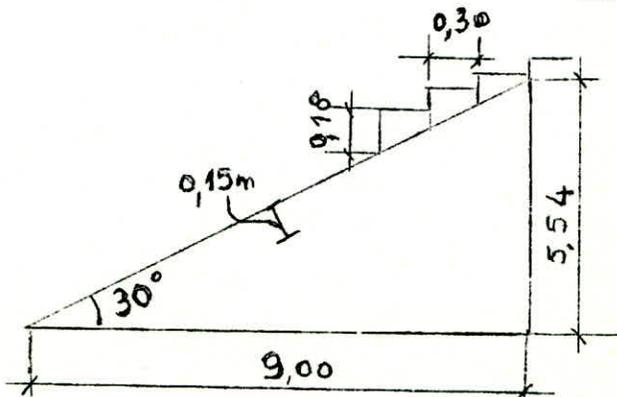
5) Escalier sous gradins :

$$\cos 30^\circ = 0,866$$

$$\text{Volume} : 2,20 \times 9,00 \times 0,866 \times 0,15 \times 3 = 7,71606 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 7,71606 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Arrondi} = 8 \text{ m}^3$$



6) Poteaux :

a) Tribune officielle :

section : 0,20 x 0,40 m²

hauteur : 5,20 ; 2,30 m

$$0,20 \times 0,40 (5,20 \times 22 + 2,30 \times 21) = 13,016 \text{ m}^3$$

b) Sanitaire public : Total ARRONDI = 13,1 m³

hauteur : 5,00 m

longueur : 1,00 m

largeur : 0,60 m

$$5,00 \times 1,00 \times 0,60 \times 9 = 27 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 27 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 27 \text{ m}^3}$$

7) Plâques :

* plancher sous 1^o étage de la tribune officielle :

longueur : 50,00 m

largeur : 8,20 m

épaisseur : 0,15 m

$$50 \times 8,20 \times 0,15 = 41 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 41 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 41 \text{ m}^3}$$

* Console (toiture)

longueur : 19,20 m

largeur : 4,80 m

épaisseur : 0,10 m

$$19,20 \times 4,80 \times 0,10 \times 10 = 92,16 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 92,16 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 93 \text{ m}^3$$

volume du béton pour la console :

- partie gauche :

$$\frac{0,20 + 0,70}{2} \times 6,00 \times 0,20 \times 11 = 5,94 \text{ m}^3$$

- partie droite :

$$\frac{0,20 + 0,70}{2} \times 14,10 \times 0,20 \times 11 = 13,959 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 13,959 + 5,94 = 19,899 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 19,899 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 20 \text{ m}^3$$

Entrée Marathon :

* longueur : 6,40 m

largeur : 2,65 m

épaisseur : 0,15 m

$$0,15 \times 2,65 \times 6,40 \times 2 = 5,088 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 5,088 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 5,1 \text{ m}^3$$

* longueur : 6,40 m

largeur : 3,25 m ; 2,80 m ; 2,80 m

épaisseur : 0,10 m ; 0,15 m ; 0,15 m

$$0,15 \times 6,40 (3,25 \times 3 + 2,80 \times 2) + 0,10 \times 6,40 \times 2,8 \times 2 = 20,528 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 20,528 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 21 \text{ m}^3$$

Sanitaire Public :

longueur : 8,00 m

largeur : 5,80 m ; 2,20 m

épaisseur : 0,15 m

$$0,15 \times 8,00 (5,80 \times 9 + 2,20 \times 1) = 65,28 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 65,28 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 66 \text{ m}^3$$

8) Poutres :

* Console :

longueur : 4,8 m

section : 1,00 x 0,40 et 0,40 x 0,45

$$(1,00 \times 0,40 \times 4,8 + 0,40 \times 0,45 \times 4,8) \times 10 = 27,84 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 27,84 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 28 \text{ m}^3$$

* Tribune Officielle :

a) sens de la longueur :

$$\text{section : } 0,50 \times 0,20 \text{ m}^2 ; 0,40 \times 0,75 ; \\ 0,25 \times 0,35 \text{ m}^2 ; 0,25 \times 0,25 \text{ m}^2$$

$$\text{longueur : } 4,8 \text{ m} ; (4,8 \times 8 + 3,10 \times 2) \text{ m}$$

$$\text{volume : } 4,8(0,5 \times 0,20 \times 10 + 0,40 \times 0,75 \times 10 + 0,25 \times \\ \times 0,35 \times 10) + (4,8 \times 8 + 3,10 \times 2) \times 0,25 \times 0,25 = \\ = 26,1875 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 26,1875 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 26,2 \text{ m}^3$$

b) sens de la largeur :

$$\text{section : } 0,75 \times 0,45 \text{ m}^2$$

$$\text{longueur : } 5,60 \text{ m}$$

$$5,60 \times 0,75 \times 0,45 \times 11 = 20,79 \text{ m}^3$$

$$\text{section : } 0,50 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$$

$$\text{longueur : } 7,00 \text{ m}$$

$$7,00 \times 0,50 \times 0,30 \times 11 = 11,55 \text{ m}^3$$

$$\text{section : } 0,35 \times 0,25 \text{ m}^2$$

$$\text{longueur : } 2,25 \text{ m}$$

$$2,25 \times 0,35 \times 0,25 \times 10 = 1,96875 \text{ m}^3$$

$$\text{section : } 0,25 \times 0,25 \text{ m}^2$$

$$\text{longueur : } 3,35 \text{ m}$$

$$3,35 \times 0,25 \times 0,25 \times 10 = 2,03125 \text{ m}^3$$

Volume : $2,03125 + 1,96875 + 11,55 + 20,79 = 36,34 \text{ m}^3$

Total = $36,34 \text{ m}^3$

Total Arrondi = $36,4 \text{ m}^3$

* Entrée Marathon :

longueur : 6,40 m

largeur : 0,20 m

hauteur : 0,60 m ; 0,30 m ; 0,20 m

$6,40 \times 0,20(0,60 \times 4 + 0,30 \times 2 + 0,20 \times 2) = 4,352 \text{ m}^3$

Total = $4,352 \text{ m}^3$

Total Arrondi = $4,4 \text{ m}^3$

Total C.A.11 = $2491 + 585 + 130 + 8 + 20 + 5,1 +$
 $+ 21 + 66 + 13,1 + 27 + 41 + 93 + 36,4 + 4,4 = 3541 \text{ m}^3$

Total C.A.11 = 3541 m^3

C.A.13 : Béton armé, marque 200, coulé dans les constructions courantes de murs minces :

1) Tribune Officielle :

a) sens de la largeur :

épaisseur : 0,10 m

hauteur : 5,90 m

largeur : 16m ; 1,25 ; 2,50 ; 3,40 ; 7,80 ; 2,20 m

$$0,10 \times 5,90 (16 \times 2 + 1,25 \times 12 + 2,50 \times 4 + 3,10 + \\ + 7,8 \times 2 + 2,2 \times 3) = 48,527 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 48,527 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 49 \text{ m}^3}$$

épaisseur : 0,07 m

hauteur : 5,90 m

largeur : 7,00 m ; 5,60 m

$$0,07 \times 5,90 (7,00 \times 2 + 5,60 \times 2) = 10,4076 \text{ m}^3$$

$$\text{TOTAL} = 10,4076 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 10,5 \text{ m}^3}$$

b) sens de la longueur :

épaisseur : 0,10 m

hauteur : 5,90 m

longueur :: 4,50 m ; 4,90 m ; 7,50 m

$$0,10 \times 5,90 (4,50 \times 6 + 4,90 \times 6 + 7,50 \times 2) = 42,126 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 42,126 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 42,2 \text{ m}^3}$$

épaisseur : 0,10m

hauteur : 5,90 m

longueur : 2,90m ; 6,40m ; 3,40m ; 5,70 ; 3,10m

1,40m ; 20,90 m

$$0,10 \times 5,9 (2,90 + 6,40 \times 2 + 3,40 \times 2 + 5,70 + 3,10 + \\ + 1,40 \times 24 + 20,90 \times 2) = 62,953 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 62,953 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 63 \text{ m}^3$$

$$\text{Total C.A.13} = 49 + 10,5 + 42,2 + 63 = 164,7 \text{ m}^3$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.A.13}}} = 165 \text{ m}^3$$

C.B.1 : Coffrage léger pour béton de fondation et radier :

1) Tribune Officielle :

* sens de la largeur :

hauteur : 0,30 m

longueur : 5,60m ; 7,50m ; 2,20m ; 3,00m

$$0,30 (5,60 \times 22 + 7,50 \times 22 + 2,20 \times 10) = 186,12 \text{ m}^2$$

$$0,30 \times 3,00 \times 8 = 7,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 193,32 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 194 \text{ m}^2$$

* sens de la longueur :

hauteur : 0,60 m

longueur : 4,60 m ; 23,15 m

$$0,60 (4,60 \times 76 + 23,15 \times 4) = 265,32 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 265,32 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 266 \text{ m}^2$$

$$\text{Total C.B.1} = 194 + 266 = 460 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.B.1} = 460 \text{ m}^2}}$$

C.B.5 : Coffrage en panneaux démontables préfabriqués en béton armé pour poutres, poteaux, plaques droites, planchers courants, étaies comprises jusqu'à une hauteur de 5,00 m :

1) Mur sous gradins :

$$\text{hauteur} : \frac{5 + 1,55}{2} = 3,275 \text{ m}$$

longueur : 20 m

$$3,275 \times 20 \times 146 \times 2 = 19126 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 19126 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 19126 \text{ m}^2}}$$

Mur périphérique : (partie extérieure)

hauteur : 5,00 m

$$\text{longueur} : (114,32 \times 2 + 14 + 23,625 \times 2 \times 2) = 453,5648 \text{ m}$$

$$5,00 \times 453,5648 \times 2 = 4535,648 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 4535,648 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 4540 \text{ m}^2}}$$

2) Sanitaire :

hauteur : 3,40 m

longueur : 11,8 m

$$3,40 \times 11,8 \times 9 \times 2 = 722,26 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 722,26 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 723 \text{ m}^2$$

3) Tribune Officielle :

- sens de la largeur :

hauteur : 5,00 m

longueur : 16m; 1,25 ; 7 ; 2,50 ; 5,60 ; 3,10 ;

7,80 ; 2,20 m

$$5(16 \times 2 + 1,25 \times 2 + 7 \times 2 + 2,5 \times 4 + 5,60 \times 2 + 3,10 + \\ + 7,8 \times 2 + 2,20 \times 3) \times 2 = 1075 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 1075 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 1075 \text{ m}^2$$

- sens de la longueur :

$$5(4,50 \times 6 + 4,9 \times 6 + 7,50 \times 2 + 2,9 + 6,40 \times 2 + 3,40 \times 2 + \\ + 5,70 + 3,10 + 1,4 \times 24 + 20,90 \times 2) \times 2 = 1781 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 1781 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 1781 \text{ m}^2$$

4) Passerelle :

hauteur : 5,00 m

longueur : (3,00x21 + 0,40x2)² - (1,40x19 + 0,6)

$$5 (3,00 \times 21 + 0,40 \times 2) \times 2 \times 2 - (1,40 \times 19 + 0,6) \times 2 = \\ = 1004 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 1004 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 1004 \text{ m}^2$$

5) Plaques :

a) plancher sous 1^o étage :

longueur : 50 m

largeur : 8,20 m

$$50 \times 8,20 = 410 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total} = 410 \text{ m}^2}$$

b) Console :

longueur : 19,20 m

largeur : 4,80 m

$$19,20 \times 4,80 \times 10 = 921,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 921,6 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 922 \text{ m}^2}$$

c) Entrée Marathon :

$$6,40 \times 2,65 \times 2 = 33,92 \text{ m}^2$$

$$6,40 (3,25 \times 3 + 2,80 \times 2 + 2,80 \times 2) = 134,08 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 33,92 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 34 \text{ m}^2}$$

$$\text{Total} = 134,08 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 135 \text{ m}^2}$$

d) Sanitaire public :

$$8 \times 5,8 \times 9 + 8 \times 2,20 \times 1 = 435,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 435,2 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 436 \text{ m}^2}$$

6) Poutres :

* Console :

$$4,8(2 \times 1 + 0,4 + 0,45 \times 2 + 0,4) \times 10 = 100,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 100,8 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 101 \text{ m}^2$$

* Tribune Officielle :

a) longueur :

$$4,8 (0,5 \times 2 + 0,20) \times 10 + (0,75 \times 2 + 0,40) \times 10 + \\ + (0,35 \times 2 + 0,25) \times 10 + (0,25 \times 2 + 0,25)(8+2) \\ = 748,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 748,8 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 749 \text{ m}^2$$

b) largeur :

$$5,60 (0,75 + 2 \times 0,45) \times 11 + 7 (0,5 + 0,30 \times 2) \times 11 \\ + 2,25 (0,35 + 0,25 \times 2) \times 10 + 3,35 (0,25 + 0,25 \times 2) \times 10 =$$

$$\text{Total} = 154,26 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 155 \text{ m}^2$$

* Entrée Marathon :

$$6,40 (0,6 \times 2 + 0,20) \times 4 + (0,30 \times 2 + 0,20) \times 2 + \\ + (0,20 \times 2 + 0,20) \times 2 = 53,76 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 53,76 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 54 \text{ m}^2$$

7) Poteaux :

a) Tribune Officielle :

$$5,20 \times 22(0,20 + 0,40) \times 2 + (0,20 + 0,4) \times 2 \times 2,30 \times 21 =$$

$$\text{Total} = 195,24 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 196 \text{ m}^2}$$

b) Sanitaire public :

$$(1 + 0,6) \times 2 \times 5,00 \times 9 = 54 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 54 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 54 \text{ m}^2}$$

c) Escalier sous gradins :

$$0,18 \times 2,20 \times 30 = 11,88 \text{ m}^2$$

$$0,15 \times 9,00 \times 0,866 = 2,3382 \text{ m}^2$$

$$2,20 \times 9,00 \times 0,866 = 17,1468 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 31,365 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 32 \text{ m}^2}$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.B.5} = 31525 \text{ m}^2}}$$

C.C.1 : Armatures en acier pour béton de fondation et radier :

$$40 \text{ Kg/n}^3$$

1) Tribune Officielle :

$$\text{Volume} : 26 \text{ m}^3 ; \text{ Acier} : 26 \times 40 = 1040 \text{ Kg}$$

$$\underline{\text{Total} = 1040 \text{ Kg}}$$

Fondation sous murs :

volume : $16,5 \text{ m}^3$; Acier : $16,5 \times 40 = 660 \text{ Kg}$

Total = 660 Kg

Longrines :

Volume : $86,4 \text{ m}^3$; Acier : $86,4 \times 40 = 3456 \text{ Kg}$

Total = 3456 Kg

2) Passerelle :

Volume : 15 m^3 ; Acier : $15 \times 40 = 600 \text{ Kg}$

Total $\hat{=}$ 600 Kg

Total C.C.1 = $1040 + 660 + 3456 + 600 = 5756 \text{ Kg}$

Total C.C.1 = 5756 Kg

C.C.2 : Armatures en acier pour les éléments de constructions courantes :

100 Kg/m^3

1) Mur sous gradins :

Volume : 2400 m^3 ; Acier : $2400 \times 100 = 240000 \text{ Kg}$

Total = 240000 Kg

2) Niveau sanitaire :

Volume : 91 m^3 ; Acier : $91 \times 100 = 9100 \text{ Kg}$

Total = 9100 Kg

3) Mur périphérique :

Volume : 585 m^3 ; Acier = $585 \times 100 = 58500 \text{ Kg}$
Total = 58500 Kg

4) Passerelle :

Volume : 130 m^3 ; Acier : $130 \times 100 = 13000 \text{ Kg}$
Total = 13000 Kg

5) Escalier sous gradins :

Volume : 8 m^3 ; Acier : $8 \times 100 = 800 \text{ Kg}$
Total = 800 Kg

POTEAUX /

a) Tribune Officielle :

Volume : $13,1 \text{ m}^3$; Acier : $13,1 \times 100 = 1310 \text{ Kg}$
Total = 1310 Kg

b) Sanitaires - public :

Volume : 27 m^3 ; Acier : $27 \times 100 = 2700 \text{ Kg}$
Total = 2700 Kg

PLAQUES :

a) Plancher sous 1^o étage :

Volume : 41 m^3 ; Acier : $41 \times 100 = 4100 \text{ Kg}$
Total = 4100 Kg

b) Console :

Volume : 20 m^3 ; Acier : $20 \times 100 = 2000 \text{ Kg}$

Total = 2000 Kg

plaque sous console :

Volume : 93 m^3 ; Acier : $93 \times 100 = 9300 \text{ Kg}$

Total = 9300 Kg

c) Entrée Marathon :

Volume : $26,1 \text{ m}^3$; Acier : $26,1 \times 100 = 2610 \text{ Kg}$

Total = 2610 Kg

d) Sanitaire public :

Volume : 66 m^3 ; Acier : $66 \times 100 = 6600 \text{ Kg}$

Total = 6600 Kg

POUTRES :

* Console :

Volume : 28 m^3 ; Acier : $28 \times 100 = 2800 \text{ Kg}$

Total = 2800 Kg

* Tribune Officielle :

Volume : $62,6 \text{ m}^3$; Acier : 6260 Kg

Total = 6260 Kg

* Entrée Marathon :

Volume : $4,4 \text{ m}^3$; Acier : $4,4 \times 100 = 440 \text{ Kg}$

Total = 440 Kg

Total C.C.2 = 359520 Kg

C.D.2 : Isolation hydrofuge pour grande surface en béton armé
horizontale ou incliné 20°:

Console :

largeur : 4,80 m

longueur : (14,10 + 5,50)m

surface : 4,8 (14,10 + 5,50) x 10 = 940,8 m²

Total = 940,8 m²

Total Arrondi = 941 m²

Total C.D.2 = 941 m²

C.D.14 : Barrière de vapeur :

partie gauche de la console :

longueur : 5,50 m

largeur : 4,80 m

surface : 4,8 x 5,50 x 10 = 264 m²

Total C.D.14 = 264 m²

C.D.15 : Chape de protection contre l'eau :

surface de la toiture de la tribune officielle :

941 + 0,20 x 0,20 x 11 = 941,44 m²

total = 941,44 m²

Total Arrondi = 942 m²

$$\underline{\underline{\text{Total C.D.15} = 942 \text{ m}^2}}$$

C.J.3 : Enduit intérieur pour murs minces exécuté mécaniquement :

$$5,9 (16x2 + 1,25x12x2 + 7x2x2 + 2,50x4x2 + 5,60x2x2 + \\ + 3,10x1x2 + 7,8x2x2 + 2,20x3x2 + 4,50x6x2 + 4,90x2x6 + \\ + 7,50x2x2 + 2,9x2x1 + 6,40x2x2 + 3,40x2x2 + 5,70x2x1 + \\ + 3,10x1x2 + 1,40x24x2 + 20,90x2x2) = 3181,28 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 3181,28 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 3190 \text{ m}^2}}$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.J.3} = 3190 \text{ m}^2}}$$

C.J.9 : Enduit intérieur sur plafond, exécuté mécaniquement :

1) Tribune Officielle :

$$50 \times 8,20 = 410 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total} = 410 \text{ m}^2}}$$

2) Entrée Marathon :

$$6,40 (2,65x2 + 3,25x3 + 2,8x4) = 168 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total} = 168 \text{ m}^2}}$$

3) Sanitaire public :

$$8 (5,8 \times 9 + 2,20 \times 1) = 435,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 435,2 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 436 \text{ m}^2}}$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.J.9} = 1014 \text{ m}^2}}$$

C.J.15 : Couche de chaux sur l'enduit intérieur pour mur et
plafond :

* mur : 3190 m²

* plafond : 1014 m²

Total C.J.15 = 4204 m²

C.J.19 : Enduit extérieur sur mur :

a) Tribune officielle :

5,00 x 1,80 x 2 = 18 m²

total = 18 m²

b) Entrée Marathon :

5,50 x 10,50 x 2 = 115,5 m²

Total = 115,5 m²

Total Arrondi = 116 m²

c) Mur périphérique (vers le stade) :

1,40 (113,62x3,14 + 23,625x2x2) = 631,7735 m²

Total = 631,7735 m²

Total Arrondi = 632 m²

d) Niveau sanitaire (mur)

3,40 x 11,8 x 9 = 361,08 m²

Total = 361,08 m²

Total Arrondi = 362 m²

hauteur : 2,40 m

longueur : (5,20 x 8 + 2,20)

$$\text{surface : } (5,20 \times 8 + 2,20) \times 2,40 = 105,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 105,12 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 106 \text{ m}^2}}$$

e) Passerelle :

$$\text{hauteur : } 5,80 \text{ m}$$

$$\text{longueur : } (3,00 \times 21 + 0,40 \times 2) \text{ m}$$

$$(3,00 \times 21 + 0,40 \times 2) \times 5,8 = 370,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 370,04 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 371 \text{ m}^2}}$$

partie intérieure de la passerelle :

$$\text{hauteur : } 5,80 \text{ m}$$

$$\text{longueur : } (3,00 \times 2 + 0,40 \times 2) - (19 \times 1,40 + 0,6) = 94,4 \text{ m}$$

$$5,8 \times 94,4 = 547,52 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 547,52 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 548 \text{ m}^2}}$$

$$\underline{\underline{\underline{\underline{\text{Total C.J.19} = 2135 \text{ m}^2}}}}}$$

C.K.16 : Plaque de 10 cm d'épaisseur au rez de chaussée :

$$\text{longueur : } 19,20 \text{ m}$$

$$\text{largeur : } 4,60 \text{ m}$$

$$19,20 \times 4,60 \times 10 = 883,2 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 884 \text{ m}^2}}$$

$$\underline{\underline{\underline{\underline{\text{Total C.K.16} = 884 \text{ m}^2}}}}}$$

C.K.23 : Carrelage et plaque de mosaïque :

* Tribune Officielle :

- plaque du 1^o étage :

longueur : 50,00 m

largeur : 8,20 m

$$8,20 \times 50,00 = 410 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total} = 410 \text{ m}^2}$$

* Sanitaire public :

$$8,00 (5,8 \times 9 + 2,20) = 435,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 435,2 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 436 \text{ m}^2}$$

* Plaque C.K.16 :

surface : 884 m²

$$\underline{\underline{\text{Total C.K.23} = 1730 \text{ m}^2}}$$

C.K.25 : Plinthes préfabriquées :

1) Tribune officielle : (vestiaire)

$$\begin{aligned} & 4,50 \times 7 \times 2 + 2,15 \times 5 \times 2 + 4,90 \times 4 \times 2 + 16,15 \times 2 + 7,00 \times 2 \times 2 + \\ & + 5,70 \times 2 \times 2 + 7,50 \times 2 + 1,30 \times 2 + 2,20 \times 4 + 1,60 + 2,00 + \\ & + 0,95 + 0,45 + 6,10 + 4,65 + 1,70 + 10,90 + 6,00 = 267,55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 267,55 \text{ m}$$

$$\text{Total Arrondi} = 268 \text{ m}$$

2) Sanitaire public :

$$5,20 \times 8 + (3,15 + 8,00) - (1,54 + 0,60) \times 4 \frac{1}{2} = 77,64 \text{ m}$$

$$\text{Total} = 77,64 \text{ m}$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 78 \text{ m}}$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.K.25} = 346 \text{ m}}}$$

C.O.12 : Fenêtres métalliques :

1) Tribune officielle :

$$4,8 (2,00 \times 6 + 0,65 \times 2) = 63,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 63,84 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 64 \text{ m}^2}$$

$$0,65 (1,40 \times 5 + 2,40 \times 2) = 7,67 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 7,67 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 8,00 \text{ m}^2}$$

$$2 \quad 3,37 \times 2,60 - (0,45 \times 0,60 + 1,00 \times 0,6) \times 3 = 12,304 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 12,304 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 12,4 \text{ m}^2}$$

$$0,70 (1,8 \times 8 + 2,78 \times 4) = 17,864 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 17,864 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 18 \text{ m}^2}$$

2) Sanitaire public :

$$2,25 \times 0,46 \times 19 \times 2 = 39,33 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 39,33 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 40 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.O.12}}} = 142,4 \text{ m}^2$$

C.O.14 : Portes métalliques :

1) Tribune Officielle :

$$1,60 \times 2,05 \times 2 = 6,56 \text{ m}^2$$

$$2,10 \times 1,30 \times 4 = 10,92 \text{ m}^2$$

Portes intérieures :

$$2,10 \times 1,45 \times 2 = 6,09 \text{ m}^2$$

$$1,10 \times 2,00 \times 12 = 26,4 \text{ m}^2$$

$$2,10 (0,8 \times 2 + 0,75 \times 2 + 0,65 \times 8 + 0,70) = 18,9 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 68,87 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 69 \text{ m}^2$$

2) Sanitaires publics :

$$2,10 \times 1,40 \times 9 = 26,46 \text{ m}^2$$

Portes intérieures :

$$2,10 \times 0,60 \times 21 = 26,46 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 52,92 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 53 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.O.14}}} = 122 \text{ m}^2$$

C.Q.6 : Verre armé :

1) Tribune officielle :

$$0,90 \times 4,60 \times 12 = 49,68 \text{ m}^2$$

$$0,50 \times 2 (1,20 \times 3 + 2,30 + 1,50 \times 2 + 1,25 + 1,50 \times 2 + \\ + 0,9 \times 2) = 16,5 \text{ m}^2$$

$$0,55 \times 1,65 \times 8 = 7,26 \text{ m}^2$$

$$0,40 \times 6 (0,70 \times 2 + 1,10 \times 0,8) = 7,92 \text{ m}^2$$

$$0,75 \times 2,10 \times 4 = 6,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 87,66 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 88 \text{ m}^2}}$$

2) Sanitaire public :

Fenêtres :

$$0,85 \times 2,20 \times 19 \times 2 = 71,06 \text{ m}^2$$

Portes :

$$0,70 \times 2,60 \times 9 \times 2 = 32,76 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 103,82 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total Arrondi} = 104 \text{ m}^2}}$$

$$\underline{\underline{\underline{\text{Total C.Q.6} = 192 \text{ m}^2}}}$$

C.R.7 : Peinture à l'huile en couleur pour murs et plafond :

1) Tribune officielle :

$$\text{murs} : 3190 \text{ m}^2$$

$$\text{plafonds} : (\text{tribune officielle} + \text{sanitaire public}) = \\ = 1014 \text{ m}^2$$

2) Sanitaire public (murs) :

$$2,20 (3,00 \times 4 + 1,65 \times 2 \times 2 + 5,20 \times 5 + 2,20 \times 2 + 8,00 \times 12) + \\ + 2,30 \times 2 \times 5 - (2,10 \times 0,6 + 1,40 \times 2,10 \times 5) = 326,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 326,04 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi}} = 327 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.R.7} = 4531 \text{ m}^2}}$$

C.U.2 : Eléments préfabriqués :

Gradins :

largeur : 0,75 m

longueur : 3,00 m

$$\text{nombre nécessaire} : \frac{20}{0,75} = 26,667 \quad 27$$

$$\text{nombre total} = 27 \times 155 = 4185 \text{ gradins}$$

$$\frac{7,90}{0,75} = 10,533 \quad 11 \text{ gradins}$$

$$\frac{2,60}{0,75} = 3,46667 \quad 4 \text{ gradins}$$

$$\frac{50}{3,00} = 16,67 \quad 17 \text{ gradins}$$

$$\text{Nombre total} = 4185 + (11+4) \times 17 = 4440 \text{ gradins}$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.U.2} = 4440 \text{ gradins}}}$$

C.U.15: Béton de marque B250 pour éléments préfabriqués en
béton armé :

Volume d'un gradin :

$$(0,40 + 0,4 + 0,70 + 0,30) \times 0,06 \times 2,90 = 0,3132 \text{ m}^3$$

Pour l'ensemble : $0,3132 \times 4440 = 1390,608 \text{ m}^3$

$$\text{Total} = 1390,608 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 1400 \text{ m}^3}$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.U.15} = 1400 \text{ m}^3}}$$

C.U.16 : Coffrage pour éléments préfabriqués :

$$(0,40 + 0,40 + 0,70 + 0,30) \times 2,90 = 5,22 \text{ m}^2$$

Pour l'ensemble : $5,22 \times 4440 = 23176,8 \text{ m}^2$

$$\text{Total} = 23176,8 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Total Arrondi} = 23200 \text{ m}^2}$$

$$\underline{\underline{\text{Total C.U.16} = 23200 \text{ m}^2}}$$

C.U.18 : Armatures acier pour éléments préfabriqués :

Béton : 1400 m^3

Acier : $1400 \times 100 = 140000 \text{ Kg}$

$$\underline{\underline{\text{Total C.U.18} = 140.000 \text{ Kg}}}$$

C H A P I T R E I I I

=====

CALCUL DES NECESSAIRES DE MATERIAUX, DE PREFABRIQUES,

DE LA MAIN D'OEUVRE ET DES OUTILLAGES

1) Quantité de matériaux

Il s'agit de déterminer les différents matériaux ainsi que leurs quantités respectives entrant, dans la composition de chaque article. Les normes fixent pour chaque matériau la quantité unitaire que nous avons appelé Q_s . La quantité totale de chaque matériau réellement utilisée s'obtient par le produit de la quantité unitaire Q_s et de la quantité de travail établie au chapitre 2.

Pour l'exécution des constructions étudiées dans ce projet, les principaux matériaux employés (ciment, sable, ballast, pierres, bois, acier, eau, plâtre, chaux etc; ; .) sont classés dans un tableau. Les quantités totales de chaque matériau, pour chaque construction et pour l'ensemble des constructions envisagées sont regroupées dans ce même tableau.

2) Éléments préfabriqués

Le nécessaire d'éléments préfabriqués, en l'occurrence les gradins, ont déjà été calculés au chapitre précédent.

3) Main d'oeuvre

Le calcul proprement dit de la main d'oeuvre s'effectue après avoir déterminé la durée d'exécution d'un article par une seule personne.

durée d'exécution par article

Chaque construction envisagée est divisée en secteurs de travail sensiblement égaux N_s . Un secteur représente un

espace de travail pour une brigade exécutant un volume déterminé de travaux dans un terme fixe. La délimitation des secteurs se fait sur les considérations constructives et organisationnelles.

Les normes donnent pour une quantité unitaire de travail le temps N_u , ou module de temps, nécessaire à son exécution par une seule personne. Le nombre d'heures total N_{ht} pour effectuer la totalité du travail pour chaque article est donné par :

$$N_{ht} = \frac{Q_T \times N_u}{N_s} \quad (\text{heures}).$$

Nous considérerons que les ouvriers travaillent à raison d'une seule relève de 8 heures par jour.

La durée d'exécution en jours des travaux correspondant à chaque article est alors :

$$N_j = \frac{N_{ht}}{N_{h/j}} \quad (\text{jours})$$

où $N_{h/j}$ est le nombre d'heures total de travail par jour.

4) Outillage

Toutes les unités de construction sont dotées d'outillage et de machines nécessaires pour l'exécution des travaux. En fonction de la nature et de la technologie des travaux, les outillages et les machines se classent ainsi :

- a) outillages pour les travaux de terrassement et des routes
- b) outillages et installations pour les travaux de fondation
- c) machines et installations pour le transport
- d) engins de levage
- e) outillages et machines de concassage et ségrégation des matériaux et lavage des agrégats
- f) outillages et machines pour la préparation, le transport et la mise en oeuvre du mortier et du béton
- g) outillages machines et petits outillages mécaniques de finition des installations et divers.

La détermination des outillages nécessaires tient compte des caractéristiques des travaux et de leur volume.

I SALLE OMNISPORT

NOMBRE DE JOURS NECESSAIRES

N_U : nombre d'heure unitaire nécessaire pour effectuer une quantité de travail ;

N_S : nombre de secteurs = 4 ;

N_{ht} : nombre d'heure total pour effectuer la totalité de travail pour chaque article ;

Q_T : quantité totale de travaux par article ;

$N_{h/j}$: nombre d'heure total journalier 8 h ;

N_j : nombre de jours total pour effectuer la quantité de travail pour chaque article ;

Nombre de jours pour les 5 premières opérations :

1°) enlèvement de terre :

$$Q_T = 4,51 \text{ mille m}^2$$

$$N_S = 4$$

$$N_U = 2,14 \text{ h}$$

$$N_{ht} = \frac{4,51 \text{ mille} \times 214}{4} = 241,285 \text{ h}$$

$$N_j = \frac{241,285}{8} = 30,16 \text{ } \underline{31 \text{ jours}}$$

2) Rigole de fondation :

$$Q_T = 256 \text{ m}^3$$

$$N_S = 4$$

$$N_U = 1,23$$

$$N_{ht} = \frac{256 \times 123}{4} = 78,72 \text{ h}$$

$$N_j = \frac{78,72}{8} = 9,84 \text{ } 10 \text{ jours}$$

3°) Fouille pour semelle de poteaux :

$$\begin{aligned} Q_T &= 76 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{76 \times 1,55}{4} = 29,45 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{29,45}{8} = 3,68 \quad \underline{4 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,55 \text{ h} \end{aligned}$$

4°) excavation :

$$\begin{aligned} Q_T &= 37,5 \text{ centaine de m}^3 & N_{ht} &= \frac{37,5 \times 2,35}{4} = 22,031 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{22,031}{8} = 2,75 \text{ j} \quad \underline{3 \text{ jours}} \\ N_U &= 2,35 \end{aligned}$$

5°) Remblayage :

$$\begin{aligned} Q_T &= 527 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{527 \times 0,85}{4} = 111,9875 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{111,9875}{8} = 13,998 \text{ j} \quad \underline{14 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,85 \text{ h} \end{aligned}$$

N

6°) Damage :

$$\begin{aligned} Q_T &= 527 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{527 \times 1,10}{4} = 144,92 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{144,92}{8} = 18,1156 \quad \underline{19 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,10 \text{ h} \end{aligned}$$

C.A.9 : Béton armé, marque B100, coulé en fondation pour les murs et les éléments isolés :

$$\begin{aligned} Q_T &= 336 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{336 \times 7}{4} = 588 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{588}{8} = 73,5 \text{ j} \quad \underline{74 \text{ jours}} \\ N_U &= 7,00 \text{ h} \end{aligned}$$

C.A.13 : Béton, marque B200, coulé dans toutes les constructions:

$$\begin{aligned} Q_T &= 2230 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{2230 \times 9,75}{4} = 5435,625 \text{ h} \\ N_U &= 9,75 \text{ h} & N_j &= \frac{5435,625}{8} = 679,453 \text{ } \underline{680 \text{ jours}} \\ N_S &= 4 \end{aligned}$$

C.B.1 : Coffrage léger pour béton de fondation et radier :

$$\begin{aligned} Q_T &= 1270 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{1270 \times 1,15}{4} = 365,125 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{365,125}{8} = 45,6406 \text{ } \underline{46 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,15 \text{ h} \end{aligned}$$

C.B.5 : Coffrage en panneaux démontables préfabriqués pour
béton armé de poteaux, poutres, plaques, planchers droits...

$$\begin{aligned} Q_T &= 12580 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{12580 \times 1,20}{4} = 3774 \text{ H} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{3774}{8} = 471,75 \text{ j } \underline{472 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,20 \text{ h} \end{aligned}$$

C.C.1 : Armature en acier pour béton de fondation et radier :

$$\begin{aligned} Q_T &= 13440 \text{ Kg} & N_{ht} &= \frac{13440 \times 0,07}{4} = 235,2 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{235,2}{8} = 29,4 \text{ j } \underline{30 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,07 \text{ h} \end{aligned}$$

C.C.2 : Armature en acier pour les éléments de construction
courante :

$$\begin{aligned} Q_T &= 223000 \text{ Kg} & N_{ht} &= \frac{223000 \times 0,085}{4} = 4738,75 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{4738,75}{8} = 592,343 \text{ j } \underline{593 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,085 \text{ h} \end{aligned}$$

C.D.2 : Isolation hydrofuge pour grande surface en béton,

horizontale ou inclinée :

$$\begin{aligned} Q_T &= 1000 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{1000 \times 0,5}{4} = 125 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{125}{8} = 15,625 \text{ j} \quad \underline{16 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,5 \text{ h} \end{aligned}$$

C.D.14 : Barrière de vapeur :

$$\begin{aligned} Q_T &= 8200 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{8200 \times 0,09}{4} = 184,5 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{184,5}{8} = 23,062 \text{ j} \quad \underline{24 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,09 \text{ h} \end{aligned}$$

C.D.26 : Isolation thermique de la terrasse avec de la laine

de verre :

$$\begin{aligned} Q_T &= 4100 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{4100 \times 0,33}{4} = 338,25 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{338,25}{8} = 42,28125 \quad \underline{43 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,33 \text{ h} \end{aligned}$$

C.E.2 : Mur en pierre en élévation :

$$\begin{aligned} Q_T &= 199 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{199 \times 9,3}{4} = 462,675 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{462,675}{8} = 57,834 \text{ j} \quad \underline{58 \text{ jours}} \\ N_U &= 9,3 \text{ h} \end{aligned}$$

C.E.7 : la façade visible du mur en élévation avec pierres

brutes :

$$\begin{aligned} Q_T &= 685 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{685 \times 1,3}{4} = 212,625 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{212,625}{8} = 26,578 \text{ j} \quad \underline{27 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,3 \text{ h} \end{aligned}$$

C.F.6 : Mur en cloison de séparation :

$$\begin{aligned} Q_T &= 280 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{280 \times 1,60}{4} = 112 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{112}{8} = 14 \text{ j} \quad \underline{14 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,60 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.3 : Enduit intérieur de faible épaisseur pour mur
exécuté mécaniquement :

$$\begin{aligned} Q_T &= 6500 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{6500 \times 0,95}{4} = 1543,75 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{1543,75}{8} = 192,96 \text{ j} \quad \underline{193 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,95 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.9 : Enduit intérieur pour plafond :

$$\begin{aligned} Q_T &= 1690 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{1690 \times 1,15}{4} = 485,875 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{485,875}{8} = 60,734 \text{ j} \quad \underline{61 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,15 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.15 : Couche de chaux sur l'enduit intérieur pour mur

et plafond :

$$\begin{aligned} Q_T &= 8190 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{8190 \times 0,27}{4} = 552,825 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{552,825}{8} = 69,103 \text{ j} \quad \underline{70 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,27 \text{ h} \end{aligned}$$

C.K.16 : Plaque de 10 cm au rez de chaussée :

$$\begin{aligned} Q_T &= 2560 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{2560 \times 0,85}{4} = 544 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{544}{8} = 68 \text{ j} & \underline{68 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,85 \text{ h} \end{aligned}$$

C.K.23 : Carrelage en plaque de mosaïque :

$$\begin{aligned} Q_T &= 3060 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{3060 \times 2,05}{4} = 1568,25 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{1568,25}{8} = 196,031 & \underline{197 \text{ jours}} \\ N_U &= 2,05 \text{ h} \end{aligned}$$

C.K.25 : Plinthes préfabriquées :

$$\begin{aligned} Q_T &= 570 \text{ m} & N_{ht} &= \frac{570 \times 0,75}{4} = 106,875 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{106,875}{8} = 13,359 \text{ j} & \underline{14 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,75 \text{ h} \end{aligned}$$

C.O.12 : Fenêtres métalliques :

$$\begin{aligned} Q_T &= 396 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{396 \times 0,12}{4} = 11,88 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{11,88}{8} = 1,485 \text{ j} & \underline{2 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,12 \text{ h} \end{aligned}$$

C.O.14 : Portes métalliques :

$$\begin{aligned} Q_T &= 123 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{123 \times 0,08}{4} = 2,46 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{2,46}{8} = 0,307 \text{ j} & \underline{1 \text{ jour}} \\ N_U &= 0,08 \text{ h} \end{aligned}$$

C.Q.6 : Verre armé :

$$Q_T = 247 \text{ m}^2$$

$$N_{ht} = \frac{247 \times 0,95}{4} = 58,6625 \text{ h}$$

$$N_S = 4$$

$$N_j = \frac{58,6625}{8} = 7,3328 \text{ j} \quad \underline{8 \text{ jours}}$$

$$N_U = 0,95 \text{ h}$$

C.R.7 : Peinture à l'huile pour plafond et mur :

$$Q_T = 8190 \text{ m}^2$$

$$N_{ht} = \frac{8190 \times 0,92}{4} = 1883,7 \text{ h}$$

$$N_S = 4$$

$$N_j = \frac{1883,7}{8} = 235,46 \text{ j} \quad \underline{236 \text{ jours}}$$

$$N_U = 0,92 \text{ h}$$

C.U.3 : Fermes métalliques :

Q $Q_T = 17$

$$N_{ht} = \frac{17 \times 6,05}{4} = 25,7 \text{ h}$$

$$N_S = 4$$

$$N_j = \frac{25,7}{8} = 3,22 \text{ j} \quad \underline{4 \text{ jours}}$$

$$N_U = 6,05$$

II STADE

N O M B R E D E J O U R S

1° OPERATION : Décapage

$$Q_T = 24,330 \text{ mille m}^2 \quad N_{ht} = \frac{24,330 \times 214}{10} = 520,662 \text{ h}$$

$$N_S = 10$$

$$N_U = 214 \text{ h}$$

$$N_j = \frac{520,662}{8} = 65,08 \text{ j} \quad \underline{66 \text{ jours}}$$

2° OPERATION : Rigole

$$Q_T = 226 \text{ m}^3 \quad N_{ht} = \frac{226 \times 1,23}{10} = 27,79 \text{ h}$$

$$N_S = 10$$

$$N_U = 1,23 \text{ h}$$

$$N_j = \frac{27,79}{8} = 3,47 \text{ j} \quad \underline{4 \text{ jours}}$$

3° OPERATION : Fouilles pour senelles

$$Q_T = 4 \text{ m}^3 \quad N_{ht} = \frac{4 \times 1,55}{1} = 6,20 \text{ h}$$

$$N_S = 1$$

$$N_U = 1,55 \text{ h}$$

$$N_j = \frac{6,20}{8} = 0,755 \text{ j} \quad \underline{1 \text{ jour}}$$

C.A.4 : Béton simple, marque B75, coulé dans un coffrage pour mur de soutènement :

$$Q_T = 527 \text{ m}^3 \quad N_{ht} = \frac{527 \times 7,20}{10} = 379,44 \text{ h}$$

$$N_S = 10$$

$$N_U = 7,20 \text{ h}$$

$$N_j = \frac{379,44}{8} = 47,43 \text{ j} \quad \underline{48 \text{ jours}}$$

C.A.11 : Béton armé, marque B150, coulé dans les constructions courantes :

$$\begin{aligned} Q_T &= 3023,5 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{3023,5 \times 8,45}{10} = 2554,86 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{2554,86}{8} = 319,35 \text{ j} \quad \underline{320 \text{ jours}} \\ N_U &= 8,45 \text{ h} \end{aligned}$$

C.B.5 : Coffrage en panneaux démontables pour poutres, poteaux, planchers droits, etc...

$$\begin{aligned} Q_T &= 23920 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{23920 \times 1,2}{10} = 2870,4 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{2870,4}{8} = 358,8 \text{ j} \quad \underline{359 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,2 \text{ h} \end{aligned}$$

C.C.1 : Armature en acier pour béton de fondation et radier :

$$\begin{aligned} Q_T &= 600 \text{ Kg} & N_{ht} &= \frac{600 \times 0,07}{1} = 42 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{42}{8} = 5,25 \text{ j} \quad \underline{6 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,07 \text{ h} \end{aligned}$$

C.C.2 : Armature pour éléments de constructions courantes :

$$\begin{aligned} Q_T &= 273190 \text{ Kg} & N_{ht} &= \frac{273190 \times 0,085}{10} = 2322,1 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{2322,1}{8} = 290,26 \text{ j} \quad \underline{291 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,085 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.9 : Enduit intérieur pour murs minces exécuté mécaniquement

$$\begin{aligned} Q_T &= 168 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{168 \times 1,4}{1} = 235,2 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{235,2}{8} = 29,4 \text{ j} \quad \underline{30 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,4 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.15 : Couche de chaux sur l'enduit intérieur :

$$\begin{aligned} Q_T &= 168 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{168 \times 0,27}{1} = 45,36 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{45,36}{8} = 5,67 \text{ j} && \underline{6 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,27 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.19 : Enduit extérieur sur mur :

$$\begin{aligned} Q_T &= 748 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{748 \times 2,00}{10} = 149,6 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{149,6}{8} = 18,7 \text{ j} && \underline{19 \text{ jours}} \\ N_U &= 2,00 \text{ h} \end{aligned}$$

C.R.7 : Peinture :

$$\begin{aligned} Q_T &= 168 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{168 \times 0,92}{1} = 154,56 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{154,56}{8} = 19,32 \text{ j} && \underline{20 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,92 \text{ h} \end{aligned}$$

C.U.2 : Poutres, pannes, linteaux et autres éléments préfabriqués :

$$\begin{aligned} Q_T &= 4185 \text{ gradins} & N_{ht} &= \frac{4185 \times 1,55}{10} = 648,675 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{648,675}{8} = 81,08 \text{ j} && \underline{82 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,55 \text{ h} \end{aligned}$$

C.U.15 : Béton armé, marque 250 pour éléments préfabriqués :

$$\begin{aligned} Q_T &= 1320 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{1320 \times 12,65}{10} = 1669,8 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{1669,8}{8} = 208,72 \text{ j} && \underline{209 \text{ jours}} \\ N_U &= 12,65 \text{ h} \end{aligned}$$

C.U.16 : Coffrages pour éléments préfabriqués :

$$Q_T = 21900n^2$$

$$N_{ht} = \frac{21900 \times 0,5}{10} = 1095 \text{ h}$$

$$N_S = 10$$

$$N_j = \frac{1095}{8} = 136,87 \text{ j} \quad \underline{137 \text{ jours}}$$

$$N_U = 0,5h$$

C.U.18 : Aciers pour éléments préfabriqués :

$$Q_T = 132000 \text{ Kg}$$

$$N_{ht} = \frac{132000 \times 13}{10} = 1716 \text{ h}$$

$$N_S = 10$$

$$N_j = \frac{1716}{8} = 214,5 \text{ j} \quad \underline{215 \text{ jours}}$$

$$N_U = 0,13 \text{ h}$$

III PASSERELLE ET NIVEAU SANITAIRES

A/ N O M B R E D E J O U R S

C.A.9 : Béton armé coulé en fondation pour mur et éléments

isolés :

$$\begin{aligned} Q_T &= 15 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{15 \times 7}{1} = 105 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{105}{8} = 14 \text{ j} & \underline{14 \text{ jours}} \\ N_U &= 7 \text{ h} \end{aligned}$$

C.A.11 : Béton armé, marque B150, coulé dans les constructions

courantes :

$$\begin{aligned} Q_T &= 314 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{314 \times 8,45}{10} = 266,93 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{266,93}{8} = 33,366 \text{ j} & \underline{34 \text{ jours}} \\ N_U &= 8,45 \text{ h} \end{aligned}$$

C.B.5 : Coffrages en panneaux démontables pour poutres, pannes

poteaux, etc...

$$\begin{aligned} Q_T &= 2217 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{2217 \times 1,2}{10} = 266,04 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{266,04}{8} = 33,255 \text{ j} & \underline{34 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,2 \text{ h} \end{aligned}$$

C.C.2 : Armatures en acier pour éléments de constructions

courantes :

$$\begin{aligned} Q_T &= 34200 \text{ Kg} & N_{ht} &= \frac{34200 \times 0,085}{10} = 290,7 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{290,7}{8} = 36,33 \text{ j} & \underline{37 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,085 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.9 : Enduit intérieur pour murs minces exécuté mécaniquement :

$$\begin{aligned} Q_T &= 436 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{436 \times 1,4}{1} = 610,4 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{610,4}{8} = 76,3 \text{ j} & \underline{77 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,4 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.15 : Couche de chaux sur enduit intérieur :

$$\begin{aligned} Q_T &= 436 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{437 \times 0,27}{1} = 117,72 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{117,72}{8} = 14,72 \text{ j} & \underline{15 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,27 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.19 : Enduit extérieur sur mur :

$$\begin{aligned} Q_T &= 1387 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{1387 \times 2}{10} = 277,4 \text{ h} \\ N_S &= 10 & N_j &= \frac{277,4}{8} = 34,65 \text{ j} & \underline{35 \text{ jours}} \\ N_U &= 2 \text{ h} \end{aligned}$$

C.K.23 : Carrelage :

$$\begin{aligned} Q_T &= 436 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{436 \times 2,05}{1} = 893,8 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{893,8}{8} = 111,7 \text{ j} & \underline{112 \text{ jours}} \\ N_U &= 2,05 \text{ h} \end{aligned}$$

C.K.25 : Plinthes préfabriquées :

$$\begin{aligned} Q_T &= 78 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{78 \times 0,75}{1} = 58,5 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{58,5}{8} = 7,31 \text{ j} & \underline{8 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,75 \text{ h} \end{aligned}$$

C.O.12 : Fenêtres métalliques :

$$\begin{aligned} Q_T &= 40 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{40 \times 0,12}{1} = 4,8 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{4,8}{8} = 0,6 \text{ j} && \underline{1 \text{ jour}} \\ N_U &= 0,12 \text{ h} \end{aligned}$$

C.O.14 : Portes métalliques :

$$\begin{aligned} Q_T &= 53,00 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{53 \times 0,08}{1} = 4,25 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{4,25}{8} = 0,53 \text{ j} && \underline{1 \text{ jour}} \\ N_U &= 0,08 \end{aligned}$$

C.Q.6 : Verre armé :

$$\begin{aligned} Q_T &= 104 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{104 \times 0,95}{1} = 98,8 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{98,8}{8} = 12,35 \text{ j} && \underline{13 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,95 \text{ h} \end{aligned}$$

C.R.7 : Peinture :

$$\begin{aligned} Q_T &= 763 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{763 \times 0,92}{1} = 701,96 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{701,96}{8} = 87,745 \text{ j} && \underline{88 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,92 \text{ h} \end{aligned}$$

IV TRIBUNE OFFICIELLE

A / N O M B R E D E J O U R S

1° OPERATION : Décapage :

$$\begin{aligned} Q_T &= 1 \text{ mille m}^2 & N_{ht} &= \frac{1 \times 214}{4} = 53,5 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{53,5}{8} = 6,688 \text{ j} & \underline{7 \text{ jours}} \\ N_U &= 214 \text{ h} \end{aligned}$$

2° OPERATION : Rigoles de fondation :

$$\begin{aligned} Q_T &= 54 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{54 \times 1,23}{4} = 16,605 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{16,605}{8} = 2,075 \text{ j} & \underline{3 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,23 \text{ h} \end{aligned}$$

3° OPERATION : Fouilles pour semelles isolées :

$$\begin{aligned} Q_T &= 28 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{28 \times 1,55}{4} = 10,85 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{10,85}{8} = 1,35 \text{ j} & \underline{2 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,55 \end{aligned}$$

C.A.4 : Béton simple, marque B75, coulé dans un coffrage pour mur de soutènement :

$$\begin{aligned} Q_T &= 4 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{4 \times 7,20}{4} = 7,20 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{7,20}{8} = 0,9 \text{ j} & \underline{1 \text{ jour}} \\ N_U &= 7,20 \text{ h} \end{aligned}$$

C.A.9 : Béton armé, marque B100, coulé en fondation pour murs et éléments isolés :

$$\begin{aligned} Q_T &= 130 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{130 \times 7}{4} = 227,5 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{227,5}{8} = 28,43 \text{ j} \quad \underline{29 \text{ jours}} \\ N_U &= 7 \text{ h} \end{aligned}$$

C.A.11 : Béton armé, marque 150, coulé dans les constructions courantes :

$$\begin{aligned} Q_T &= 257,7 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{257,7 \times 8,45}{8} = 272,196 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{272,196}{8} = 34,0245 \text{ j} \quad \underline{35 \text{ jours}} \\ N_U &= 8,45 \text{ h} \end{aligned}$$

C.A.13 : Béton armé, marque 200, coulé dans les constructions courantes :

$$\begin{aligned} Q_T &= 165 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{165 \times 9,75}{8} = 201,09375 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{201,09375}{8} = 25,1367 \text{ j} \quad \underline{26 \text{ jours}} \\ N_U &= 9,75 \text{ h} \end{aligned}$$

C.B.1 : Coffrage léger pour béton de fondation et radier :

$$\begin{aligned} Q_T &= 460 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{460 \times 1,15}{4} = 132,25 \text{ h} \\ N_U &= 1,15 \text{ h} & N_j &= \frac{132,25}{8} = 16,531 \text{ j} \quad \underline{17 \text{ jours}} \\ N_S &= 4 \end{aligned}$$

C.B.5 : Coffrage en panneaux démontables :

$$\begin{aligned} Q_T &= 5389 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{5389 \times 1,20}{8} = 808,35 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{808,35}{8} = 101,044 \text{ j} \quad \underline{102 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,20 \text{ h} \end{aligned}$$

C.C.1 : Acier pour béton de fondatin et radier :

$$\begin{aligned} Q_T &= 5156 \text{ Kg} & N_{ht} &= \frac{5156 \times 0,07}{4} = 90,23 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{90,23}{8} = 11,28 \text{ j} & \underline{12 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,07 \text{ h} \end{aligned}$$

C.C.2 : Armature pour éléments de constructions courantes :

$$\begin{aligned} Q_T &= 25770 \text{ Kg} & N_{ht} &= \frac{25770 \times 0,085}{8} = 273,81 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{273,81}{8} = 34,225 \text{ j} & \underline{35 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,085 \text{ h} \end{aligned}$$

C.D.2 : Isolation hydrofuge pour grande surface de béton :

$$\begin{aligned} Q_T &= 941 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{941 \times 0,5}{4} = 117,625 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{117,625}{8} = 14,703 \text{ j} & \underline{15 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,5 \text{ h} \end{aligned}$$

C.D.14 : Barrière de vapeur :

$$\begin{aligned} Q_T &= 264 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{264 \times 0,09}{4} = 5,85 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{5,85}{8} = 0,731 \text{ j} & \underline{1 \text{ jour}} \\ N_U &= 0,09 \text{ h} \end{aligned}$$

C.D.15 : Chape de protection contre l'eau :

$$\begin{aligned} Q_T &= 942 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{942 \times 0,45}{4} = 105,975 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{105,975}{8} = 13,25 \text{ j} & \underline{14 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,45 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.3 : Enduit intérieur pour murs minces exécuté mécaniquement :

$$\begin{aligned} Q_T &= 3190 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{3190 \times 0,9}{8} = 358,875 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{358,875}{8} = 44,86 \text{ j} \quad \underline{45 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,90 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.9 : Enduit intérieur pour plafond exécuté mécaniquement :

$$\begin{aligned} Q_T &= 410 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{410 \times 1,4}{8} = 71,75 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{71,75}{8} = 8,97 \text{ j} \quad \underline{9 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,4 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.15 : Couche de chaux sur enduit intérieur pour mur et
plafond :

$$\begin{aligned} Q_T &= 3600 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{3600 \times 0,27}{8} = 121,5 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{121,5}{8} = 15,1875 \text{ j} \quad \underline{16 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,27 \text{ h} \end{aligned}$$

C.J.19 : Enduit extérieur sur mur :

$$\begin{aligned} Q_T &= 18 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{18 \times 2}{8} = 4,5 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{4,5}{8} = 0,57 \text{ j} \quad \underline{1 \text{ jour}} \\ N_U &= 2 \text{ h} \end{aligned}$$

C.K.16 : Plaque rez de chaussée :

$$\begin{aligned} Q_T &= 884 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{884 \times 0,85}{4} = 187,85 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{187,85}{8} = 23,48 \text{ j} \quad \underline{24 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,85 \text{ h} \end{aligned}$$

C.K.23 : Carrelage en mosaïque :

$$\begin{aligned} Q_T &= 1294 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{1294 \times 2,05}{8} = 331,587 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{331,587}{8} = 41,448 \text{ j} \quad \underline{42 \text{ jours}} \\ N_U &= 2,05 \text{ h} \end{aligned}$$

C.K.25 : Plinthes préfabriquées :

$$\begin{aligned} Q_T &= 268 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{268 \times 0,75}{8} = 25,125 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{25,125}{8} = 3,14 \text{ j} \quad \underline{4 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,75 \text{ h} \end{aligned}$$

C.O.12 : Fenêtres métalliques :

$$\begin{aligned} Q_T &= 102,4 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{102,4 \times 0,12}{8} = 1,536 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{1,536}{8} = 0,19 \text{ j} \quad \underline{1 \text{ jour}} \\ N_U &= 0,12 \text{ h} \end{aligned}$$

C.O.14 : Portes métalliques :

$$\begin{aligned} Q_T &= 69 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{69 \times 0,08}{1} = 5,52 \text{ h} \\ N_S &= 1 & N_j &= \frac{5,52}{8} = 0,69 \text{ j} \quad \underline{1 \text{ jour}} \\ N_U &= 0,08 \text{ h} \end{aligned}$$

C.Q.6 : Verre armé :

$$\begin{aligned} Q_T &= 88 & N_{ht} &= \frac{88 \times 0,95}{8} = 10,45 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{10,45}{8} = 1,307 \text{ j} \quad \underline{2 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,95 \text{ h} \end{aligned}$$

C.R.7 : Peinture :

$$\begin{aligned} Q_T &= 3600 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{3600 \times 0,92}{8} = 414 \text{ h} \\ N_S &= 8 & N_j &= \frac{414}{8} = 51,75 \text{ j} & \underline{52 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,92 \text{ h} \end{aligned}$$

C.U.2 : Éléments préfabriqués :

$$\begin{aligned} Q_T &= 255 \text{ gradins} & N_{ht} &= \frac{255 \times 1,55}{4} = 73,8125 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{73,8125}{8} = 9,226 \text{ j} & \underline{10 \text{ jours}} \\ N_U &= 1,55 \text{ h} \end{aligned}$$

C.U.15 : Béton, marque 250 pour éléments préfabriqués :

$$\begin{aligned} Q_T &= 80 \text{ m}^3 & N_{ht} &= \frac{80 \times 12,65}{4} = 253 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{253}{8} = 31,625 \text{ j} & \underline{32 \text{ jours}} \\ N_U &= 12,65 \text{ h} \end{aligned}$$

C.U.16 : Coffrage pour éléments préfabriqués :

$$\begin{aligned} Q_T &= 1331,1 \text{ m}^2 & N_{ht} &= \frac{1331,1 \times 0,5}{4} = 166,3875 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{166,3875}{8} = 20,798 \text{ j} & \underline{21 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,5 \text{ h} \end{aligned}$$

C.U.18 : Armatures pour éléments préfabriqués :

$$\begin{aligned} Q_T &= 8000 \text{ Kg} & N_{ht} &= \frac{8000 \times 0,13}{4} = 260 \text{ h} \\ N_S &= 4 & N_j &= \frac{260}{8} = 32,5 \text{ j} & \underline{33 \text{ jours}} \\ N_U &= 0,13 \text{ h} \end{aligned}$$

C H A P I T R E I V
=====

ETABLISSEMENT DE LA SUITE OPTIMALE DES PROCESSUS DE

CONSTRUCTION ; DETERMINATION DE LEUR DUREE; DETERMINATION

DE LA MAIN D'OEUVRE POUR CHAQUE PROCESSUS

Ce chapitre vise essentiellement le groupement des articles en cycles de travaux, la détermination de la durée totale d'un cycle et le nombre d'ouvriers nécessaire à l'exécution de chaque cycle.

4.1 Cycles de travaux

La durée d'exécution de chaque article par une seule personne étant connue, il s'agit maintenant de grouper tous les articles, nécessitant le même matériau et la même qualification des ouvriers, en cycles de travaux. Ces cycles doivent autant que possible se suivre dans un ordre logique imposé par la technologie. On ne peut pas, par exemple, exécuter l'enduit avant que les murs ne soient complètement achevés.

Un cycle peut grouper un ou plusieurs articles.

4.2 Durée d'un cycle et nombre d'ouvriers nécessaire

Pour un tel calcul, il faut d'abord fixer la durée de réalisation D du cycle en question pour respecter le terme final de réalisation de la construction, ainsi que sa durée de réalisation d_T par une seule personne. Si n est le nombre d'articles composant un cycle, la durée d_T de ce cycle est donnée par la formule :

$$d_T = \sum_{j=1}^n N_j$$

Le nombre théorique de personnes N'_h nécessaire à la réalisation de ce cycle est alors :

$$N'_h = \frac{d_T}{D} = \frac{N_j}{D} .$$

En fait le nombre réel d'employés ne correspond pas toujours à ce calcul. Nous considérons alors que le cycle peut être exécuté avec moins d'effectif, soit

$$N_h \leq N'_h$$

nous dirons ainsi que nous avons dépassé les normes. Ce fait se traduit par l'introduction d'un indice i appelé indice de dépassement des normes qui est tel que :

$$i = \frac{N'_h}{N_h}$$

I SALLE OMNISPORT

REGROUPEMENT DES ARTICLES EN CYCLES DE TRAVAUX

Cycle 1 : enlèvement de terre

D = 3 jours

Cycle 2 : excavation :

D = 3 jours

Cycle 3 : rigoles et fouilles :

D = 3 jours

Cycle 4 : réalisation des fondations :

- C.B.1

- C.C.1 D = 10 jours

- C.A.9

Cycle 5 : réalisation des coffrages pour élément en béton armé :

- C.B.5 D = 30 jours

cycle 6 : Ferraillage des éléments :

- C.C.2 D = 30 jours

Cycle 7 : Béton armé, marque 200, coulé dans toutes les constru-

-ctions:

C.A.13 : D = 30 jours

Cycle 8 : Montage des formes métalliques :

C.U.3 D = 1 jour

Cycle 9 : Décoffrage :

D = 10 jours

Cycle 10 : Mur en pierre en élévation :

- C.E.2
- C.E.7 D = 10 jours

Cycle 11 : Isolation thermique :

- C.D.26 D = 4 jours

Cycle 12 : Isolation hydrofuge et barrière de vapeur :

- C.D.2 D = 4 jours
- C.D.14

Cycle 13 : plaques du rez de chaussée :

- C.K.16 D = 10 jours

Cycle 14 : Mur de séparation et montage de fenêtres et portes :

- C.F.6
- C.O.12 D = 10 jours
- C.O.14
- C.Q.6

Cycle 15 : Enduit intérieur :

- C.J.3
- C.J.9 D = 20 jours
- C.J.15

Cycle 16 : PLinthes et carrelage :

- C.K.23 D = 20 jours
- C.K.25

Cycle 17 : Peinture :

C.R.7 D = 20 jours

Cycle 18 : Remblayage et drainage :

D = 4 jours

C A L C U L D E L A M A I N - D ' O E U V R E

Définitions :

dn : durée de réalisation d'un article par une personne ;

dT : durée de réalisation d'un cycle par une personne ;

D : durée de réalisation fixée pour un cycle ;

N'h: nombre théorique de personnes pour la réalisation
d'un cycle

$$N'h = \frac{dT}{D}$$

Nh : nombre réel de personnes pour la réalisation d'un cycle ;

i : indice de dépassement des normes ;

$$i = (1 \text{ à } 1,20)$$

$$Nh = \frac{N'h}{i}$$

1°) Enlèvement des terres :

$$dT = 31 \text{ jours}$$

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

$$N'h = \frac{dT}{D} = \frac{31}{3} = 10,33 \text{ hommes}$$

$$Nh = 10 \quad \text{---} \quad i = 1,033$$

$$\underline{Nh = 10 \text{ hommes}}$$

$$\underline{D = 3 \text{ jours}}$$

2°) Excavation :

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

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

$$N \cdot H = \frac{3}{3} = 1 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 1 \text{ homme}}$$

$$N_h = 1 \text{ h} \Rightarrow i = 1$$

$$\underline{D = 3 \text{ jours}}$$

3°

3°) Rigoles et fouilles :

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

$$dT = 10 + 4 = 14 \text{ j}$$

$$N \cdot h = \frac{14}{3} = 4,67 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 4 \text{ hommes}}$$

$$N_h = 4 \text{ h} \Rightarrow i = 1,168$$

$$\underline{D = 3 \text{ jours}}$$

4°) Réalisation des fondations :

$$D = 10 \text{ jours}$$

$$dT = 46 + 30 + 74 = 150 \text{ jours}$$

$$N \cdot h = \frac{150}{10} = 15 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 15 \text{ hommes}}$$

$$N_h = 15 \Rightarrow i = 1$$

$$\underline{D = 10 \text{ jours}}$$

5°) Réalisation des coffrages pour éléments en béton armé :

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

$$dT = 472 \text{ jours}$$

$$N \cdot h = \frac{472}{30} = 15,73 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 15 \text{ hommes}}$$

$$N_h = 15 \Rightarrow i = 1,049$$

$$\underline{D = 30 \text{ jours}}$$

6°) ferrailage des éléments :

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

$$dT = 593 \text{ jours}$$

$$N'h = \frac{593}{30} = 19,767 \text{ h} \quad \underline{Nh = 18 \text{ hommes}}$$

$$Nh = 18 \text{ h} \quad i = 1,098 \quad \underline{D = 30 \text{ jours}}$$

7°) Béton Armé marque 200, coulé dans toutes les constructions

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

$$dT = 680 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{680}{30} = 22,67 \text{ h} \quad \underline{Nh = 20 \text{ hommes}}$$

$$Nh = 20 \text{ h} \quad i = 1,13 \quad \underline{D = 30 \text{ jours}}$$

8°) fermes métalliques :

$$D = 1 \text{ j}$$

$$dT = 4 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{4}{1} = 4 \quad \underline{Nh = 4 \text{ ouvriers}}$$

$$Nh = 4 \text{ h} \quad i = 1 \quad \underline{D = 1 \text{ jour}}$$

9°) décoffrage :

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

$$\underline{Nh = 5 \text{ ouvriers}}$$

$$\underline{D = 10 \text{ jours}}$$

10°) Mur en pierre en élévation :

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

$$dT = 58 + 27 = 85 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{85}{10} = 8,5$$

$$\underline{Nh = 8 \text{ ouvriers}}$$

$$Nh = 8 \text{ h} \Rightarrow i = 1,06$$

$$\underline{D = 10 \text{ jours}}$$

11°) Isolation thermique :

$$D = 4 \text{ j}$$

$$dT = 43 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{43}{4} = 10,75 \text{ h}$$

$$\underline{Nh = 10 \text{ hommes}}$$

$$N h = 10 \text{ h} \Rightarrow i = 1,075$$

$$\underline{D = 4 \text{ jours}}$$

12°) Isolation hydrofuge et barrière de vapeur :

$$D = 4 \text{ j}$$

$$dT = 16 + 24 = 40 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{40}{4} = 10 \text{ h}$$

$$\underline{Nh = 10 \text{ ouvriers}}$$

$$Nh = 10 \Rightarrow i = 1$$

$$\underline{D = 4 \text{ jours}}$$

13°) Plaque du rez de chaussée :

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

$$dT = 68 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{68}{10} = 6,8 \text{ h}$$

$$\underline{Nh = 6 \text{ ouvriers}}$$

$$Nh = 6 \text{ h} \Rightarrow i = 1,133$$

$$\underline{D = 10 \text{ jours}}$$

14°) Mur de séparation et montage des fenêtres et des portes :

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

$$dT = 14 + 4 + 2 + 8 = 25 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 3 \text{ hommes}}$$

$$N_h = 5 \text{ h} \Rightarrow i = 0$$

$$\underline{D = 10 \text{ jours}}$$

15°) Enduit intérieur :

$$D = 20 \text{ j}$$

$$dT = 193 + 61 + 70 = 324 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{324}{20} = 16,2 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 16 \text{ hommes}}$$

$$N_h = 16 \Rightarrow i = 1,0125$$

$$\underline{D = 20 \text{ jours}}$$

16°) Plinthes et carrelages :

$$D = 20 \text{ j}$$

$$dT = 197 + 14 = 211 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{211}{20} = 10,55 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 10 \text{ hommes}}$$

$$N_h = 10 \text{ h} \Rightarrow i = 1,055$$

$$\underline{D = 20 \text{ jours}}$$

17°) Peinture :

$$D = 20 \text{ j}$$

$$dT = 236 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{236}{20} = 11,8 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 11 \text{ hommes}}$$

$$N_h = 11 \Rightarrow i = 1,073$$

$$\underline{D = 20 \text{ jours}}$$

18°) Remblayage et drainage :

$$D = 4 \text{ j}$$

$$dT = 14 + 19 = 33 \text{ j}$$

$$N'h = \frac{33}{4} = 8,25 \text{ h}$$

$$\underline{N_h = 8 \text{ hommes}}$$

$$N_h = 8 \text{ h} \Rightarrow i = 1,031$$

$$\underline{D = 4 \text{ jours}}$$

II PASSERELLE ET NIVEAU SANITAIRES

G R O U P E M E N T E N C Y C L E S

Cycle 9 : Fondation

- 3° opération
- C.A.9
- C.C.1

Cycle 10 : Coffrage

- C.B.5

Cycle 11 : Armatures :

- C.C.2

Cycle 12 : Bétonnage

- C.A.11

Cycle 13 : Décoffrage

-

Cycle 14 : Enduit intérieur pour murs minces et couche de chaux

- C.J.9
- C.J.15

Cycle 15 : Fenêtres, portes, verre armé

- C.O.12
- C.O.14
- C.Q.6

Cycle 16 : Carrelage et plinthes :

- C.K.23

- C.K.25

Cycle 17 : Peinture :

- C.R.7

o_o_o_o

B/ M A I N D' O E U V R E

Cycle 9 : Réalisation des fondations :

D = 3 jours

dT = 21 jours

$$N'h = \frac{2 \cdot 1}{3} = 7 \text{ h}$$

D = 3 jours

Nh = 7 hommes

Cycle 10 : Montage du coffrage :

D = 3 jours

dT = 34 jours

$$N'h = \frac{3 \cdot 4}{3} = 11,3$$

Nh = 10 h

;
D = 3 jours

;
Nh = 10 hommes

Cycle 11 : Armatures :

D = 3 jours

dT = 37 jours

$$N'h = \frac{3 \cdot 7}{3} = 12,33$$

Nh = 12 h

;
D = 3 jours

;
Nh = 12 hommes

Cycle 12 : Bétonnage :

D = 3 jours

dT = 34 jours

$$N'h = \frac{3 \cdot 4}{3} = 11,33$$

Nh = 10 h

;
D = 3 jours

;
Nh = 10 hommes

Cycle 13 : Décoffrage :

D = 3 jours

D = 3 jours

Nh = 3 hommes

Cycle 14 : Enduit intérieur pour murs minces et couche de
chaux :

D = 6 jours

dt = 92 jours

$$N'h = \frac{9 \cdot 2}{6} = 15,33$$

Nh = 15 h

;
D = 6 jours

;
Nh = 15 hommes

Cycle 15 : Portes, fenêtres, verre armé :

$$D = 6 \text{ jours} \quad N'h = \frac{15}{6} = 2,5 \quad ; \quad \underline{D = 6 \text{ jours}}$$

$$dT = 15 \text{ jours} \quad N_h = 2 \text{ h} \quad ; \quad \underline{N_h = 2 \text{ hommes}}$$

Cycle 16 : Carrelage et plinthes :

$$D = 12 \text{ jours} \quad N'h = \frac{120}{12} = 10 \text{ h} \quad \underline{D = 12 \text{ jours}}$$

$$dT = 120 \text{ jours} \quad \underline{N_h = 10 \text{ hommes}}$$

Cycle 17 : Peinture :

$$D = 6 \text{ jours} \quad N'h = \frac{88}{6} = 14,66 \quad ; \quad \underline{D = 6 \text{ jours}}$$

$$dT = 88 \text{ jours} \quad N_h = 14 \text{ h} \quad ; \quad \underline{N_h = 14 \text{ hommes}}$$

)(--)(

III STADE

GROUPEMENT EN CYCLES

Cycle 1 : enlèvement des terres

-

Cycle 2 : Fondation

- C.A.4

Cycle 3 : Armatures pour constructions courantes

- C.C.2

Cycle 4 : Coffrage

- C.B.5

Cycle 5 : Béton armé coulé dans les constructions courantes

- C.A.11

Cycle 6 : Montage des gradins

- C.U.2

Cycle 7 : Décoffrage

-

Cycle 8 : Enduit sur mur

- C.J.19

M A I N D' O E U V R E

Cycle 1 : Décapage:

$$D = 6 \text{ jours}$$

$$dT = 66 \text{ jours}$$

$$N'h = \frac{dT}{D} = \frac{66}{6} = 11h$$

$$\underline{D = 6 \text{ jours}}$$

$$\underline{Nh = 11 \text{ hommes}}$$

Cycle 2 : Fondation :

$$D = 6 \text{ jours}$$

$$dT = 48 \text{ jours}$$

$$N'h = \frac{48}{6} = 8 \text{ h}$$

$$\underline{D = 6 \text{ jours}}$$

$$\underline{Nh = 8 \text{ hommes}}$$

Cycle 3 : Armatures pour constructions courantes :

$$D = 20 \text{ jours}$$

$$dT = 291 \text{ jours}$$

$$N'h = \frac{291}{20} = 15 \text{ h}$$

$$\underline{D = 20 \text{ jours}}$$

$$\underline{Nh = 15 \text{ hommes}}$$

Cycle 4 : Coffrage :

$$D = 20 \text{ jours}$$

$$dT = 359 \text{ jours}$$

$$N'h = \frac{359}{20} = 17 \text{ h}$$

$$\underline{D = 20 \text{ jours}}$$

$$\underline{Nh = 17 \text{ hommes}}$$

Cycle 5 : Béton armé dans les constructions courantes :

D = 20 jours

$$N'h = \frac{320}{20} = 16 \text{ h}$$

dT = 320 jours

D = 20 jours

Nh = 16 hommes

Cycle 6 : Montage de gradins :

D = 20 jours

$$N'h = \frac{82}{20} = 4,1 \text{ h}$$

dT = 82 jours

$$Nh = 4 \text{ h} \Rightarrow i = 1,025$$

D = 20 jours

Nh = 4 hommes

Cycle 7 : Décoffrage :

D = 20 jours

D = 20 jours

Nh = 5 hommes

Cycle 8 : Enduit extérieur sur mur :

D = 10 jours

$$N'h = \frac{19}{10} = 1,9 \text{ h}$$

dT = 19 jours

$$Nh = 2 \text{ h}$$

D = 10 jours

Nh = 2 hommes

IV TRIBUNE OFFICIELLE

GROUPEMENT EN CYCLES

Cycle 1 : Décapage, rigoles et fouilles :

-
-
-

Cycle 2 : Coffrage, armature en fondation :

- C.B.1
- C.C.1

Cycle 3 : Bétonnage en fondation :

- C.A.4
- C.A.9

Cycle 4 : Coffrage en superstructure :

- C.B.5

Cycle 5 : Armatures et bétonnage en superstructure :

- C.C.2
- C.A.11
- C.A.13

Cycle 6 : Décoffrage et montage des gradins :

-
- C.U.2

Cycle 7 : Isolation hydrofuge :

- C.D.2
- C.D.14

Cycle 8 : Chape de protection :

- C.D.15

Cycle 9 : Fenêtres, portes, cloison, verres, plaques rez-de-chaussée

- C.O.12
- C.O.14
- C.Q.6
- C.K.16

Cycle 10 : Enduit intérieur :

- C.J.3
- C.J.9

Cycle 11 : Couche de chaux :

- C.J.15

Cycle 12 : Carrelage et plinthes :

- C.K.23
- C.K.25

Cycle 13 : Peinture :

- C.R.7

B/ M A I N D' O E U V R E

Cycle 1 : Décapage, rigoles, fouilles :

D = 3 jours

$$N'h = \frac{12}{3} = 4 \text{ h}$$

D = 3 jours

dT = 12

Nh = 4 hommes

Cycle 2 : Coffrage, montage d'armature en fondation :

D = 3 jours ; $N'h = \frac{29}{3} = 9,6 \text{ h}$; D = 3 jours

d dT = 29 jours ; Nh = 9 h ; Nh = 9 hommes

Cycle 3 : Bétonnage en fondation :

D = 3 Jours

$$N'h = \frac{30}{3} = 10 \text{ h}$$

D = 3 jours

dT = 30 jours

Nh = 10 hommes

Cycle 4 : Coffrage en superstructure :

D = 6 jours

$$N'h = \frac{102}{6} = 17$$

D = 6 jours

dT = 102 jours

Nh = 17 hommes

Cycle 5 : Armatures et bétonnage en superstructure :

D = 6 jours

$$N'h = \frac{96}{6} = 16 \text{ h}$$

D = 6 jours

dT = 96 jours

Nh = 16 hommes

Cycle 6 : Décoffrage et montage de gradins :

D = 6 jours

D = 6 jours

Nh = 6 hommes

Cycle 7 : Isolation Hydrofuge :

D = 3 jours N'h = $\frac{16}{3} = 5,33$ D = 3 jours
dT = 16 jours Nh = 5 h Nh = 5 hommes

Cycle 8 : Chape de protection :

D = 3 jours N'h = $\frac{14}{3} = 4,66$ D = 3 jours
dT = 14 jours Nh = 4 h Nh = 4 hommes

Cycle 9 : Montage des fenêtres, portes, cloisons et plaques
rez de chaussée :

D = 6 jours Nh = $\frac{24}{6} = 4$ h D = 6 jours
dT = 24 jours Nh = 4 hommes

Cycle 10 : Enduit intérieur :

D = 6 jours N'h = $\frac{54}{6} = 9$ h D = 6 jours
dT = 54 jours Nh = 6 hommes

Cycle 11 : Couche de chaux :

D = 6 jours ; N'h = $\frac{16}{6} = 2,66$; D = 6 jours
dT = 16 jours ; Nh = 2 h Nh = 2 hommes

Cycle 12 : Carrelage et bplinthés :

D = 6 jours ; N'h = $\frac{46}{6} = 7,66$ h ; D = 6 jours
dT = 46 jours ; Nh = 7 h ; Nh = 7 hommes

Cycle 13 : Peinture :

D = 6 jours ; N'h = $\frac{52}{6} = 8,33$; D = 6 jours
dT = 52 jours ; Nh = 8 h Nh = 8 hommes

)(

C H A P I T R E V
=====

ORGANISATION DE L'EXECUTION DES TRAVAUX PAR LA

METHODE "TRAVAIL A LA CHAINE"

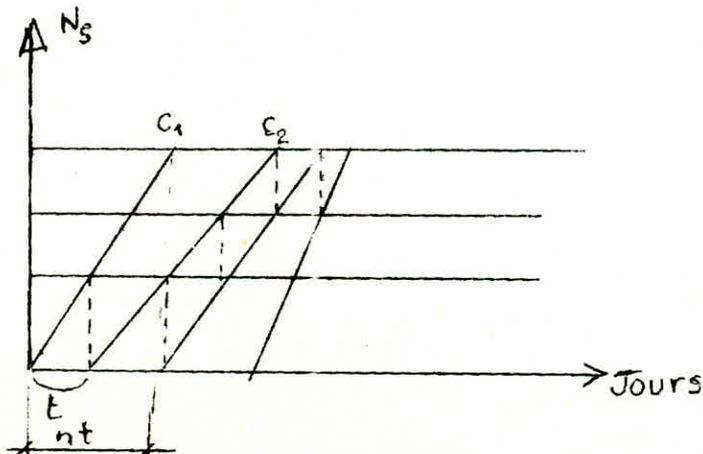
Cette méthode consiste dans l'exécution des travaux par une seule équipe,attaquant les quantités de travaux nécessaires dans chaque secteur. L'attaque doit obligatoirement commencer par le premier secteur. L'équipe doit être constamment dotée du même nombre de personnes avec le même outillage et alimenté uniformément en matériau. Le travail s'effectue ainsi d'une manière continue,si bien qu'une telle méthode est aussi appelée "Méthode de réalisation en continu".

Cette organisation exige en outre :

- l'établissement des cyclogrammes des travaux de construction
- l'établissement des graphiques à barres pour chaque construction étudiée
- le graphique d'échelonnement de la main d'oeuvre.

5.1 Etablissement des cyclogrammes des travaux de construction

Pour ce faire,il s'agit de traduire par des droites dans un système de coordonnées choisi,l'exécution de chaque cycle sur l'ensemble des secteurs. Dans notre cas,nous avons porté en ordonnée les secteurs et en abscisse le temps en jours.



Pour un même cycle, la durée d'exécution (t) sur chaque secteur, ou rythme doit rester constante. Si le cycle s'échelonne sur n secteurs, la durée totale d'exécution de ce cycle est alors :

$$d = n \times t.$$

Il existe cependant une liaison entre la fin d'un cycle C_1 et le début du cycle suivant C_2 , appelée synchronisation. Celle-ci est fonction des rythmes respectifs des deux cycles. Elle se fait différemment selon que le rythme de C_2 est inférieur, égal ou supérieur au rythme de C_1 . On dit que : La synchronisation se fait sur le premier secteur si le rythme de C_2 est supérieur au rythme de C_1 ; dans le cas contraire, quand le rythme de C_2 est inférieur au rythme de C_1 , elle se fait au dernier secteur.

Elle se fait cependant sur chaque secteur si les deux cycles ont même rythme. Autrement dit, si C_1 et C_2 ont même rythme, l'achèvement de C_1 au premier secteur correspond exactement au commencement de C_2 sur ce même secteur. Il faut en outre noter que deux cycles différents ne peuvent pas être exécutés dans le même temps sur un même secteur, mais qu'il existe toujours un intervalle de temps séparant leur débuts, appelé "pas de chaîne".

Certains cycles ne peuvent pas être synchronisés sur ceux qui les précèdent; ils sont alors décalés pour des raisons organisationnelles ou technologiques.

Nous ne pouvons pas, par exemple, entamer le décoffrage immédiatement après la fin du coulage du béton, mais nous devons attendre que le béton ait le temps de durcir. Tenant compte de toutes ces considérations, nous pouvons déterminer la durée totale d'exécution de tous les cycles pour une construction donnée :

$$D_t = \sum_{i=1}^{i=m} t_i + \sum \tau + (n - 1) \cdot t_m$$

où :

t_i : rythme du cycle numéro i

τ : décalage organisationnel ou technologique

t_m : rythme du dernier cycle

m : nombre de cycles

n : nombre de secteurs.

Remarque

La méthode de "Travail à la chaîne" n'est pas unique dans son genre, mais il existe aussi d'autres méthodes ayant pour paramètres le temps ou la main d'oeuvre. Citons entre autres la méthode de réalisation en discontinu, qui fait entrer pour un même cycle deux équipes de même qualification mais travaillant dans deux secteurs différents. Une telle méthode est surtout appliquée pour diminuer la durée totale d'exécution du cycle considéré et par la même, la durée totale de tous les cycles.

5.2 Graphique à barres pour chaque construction étudiée

Les cyclogrammes précédents, établis pour chaque partie de notre complexe sportif, nous permettent maintenant de tracer le graphique à barres, ou graphique Gantt, pour chaque construction. Ce graphique montre en concret la durée nécessaire et le chevauchement de l'exécution des cycles de travaux. Il se présente sous forme de tableau, où sont représentées les périodes d'exécution des travaux, et les dates ouvrables de travail. Nous entendons par date ouvrable le nombre de jours de travail par mois, omis les fêtes et les jours fériés. Le modèle du tableau est le suivant :

N° d'ordre du cycle	Designation du Cycle	Durée du Cycle	Nbre d'ouvriers engagés	Date
				Jours ouvrables

Les diverses parties d'exécution sont représentées par des lignes ou des barres. Nous porterons sur chaque barre le nombre d'ouvriers exécutant ce cycle. Le graphique à barres s'obtient par la projection horizontale de chaque droite composant ce cycle.

5.3 Graphique d'échelonnement de la main d'oeuvre

Il découle immédiatement du graphique à barres, précédemment établi. La forme habituelle donnée à un tel graphique est une forme pyramidale dans le système de coordonnées nombre d'hommes = $f(t)$, t étant le temps en jours

Il nous permet de connaître, pour une date donnée, le nombre exact d'ouvriers sur le chantier.

Pra exemple, si pour cette date deux cycles se chevauchent, le nombre d'ouvriers sur le chantier est égal à la somme des travailleurs exécutant chaque cycle.

Afin de connaître l'effectif total pour le complexe nous avons dus établir un cyclogramme général de toutes les constructions intéressées et tracer de nouveau le graphique d'échelonnement de la main d'oeuvre.

Avantage et inconvénients de cette méthode

L'avantage que présente l'établissement des cyclogrammes de construction est l'élagoration simple d'un tel graphique. Il permettent en outre une lecture rapide des dates de débuts et de fin des différents composants du projet. Ils indiquent aussi l'échelonnement des ressources pour la réalisation de la construction.

Mais les inconvénients qu'ils présentent l'emportent sur leurs avantages. Il existe une absence nette de flexibilité car l'introduction d'activités supplémentaires bouleverse complètement l'établissement des graphiques à barres. Cette méthode n'indique pas aussi l'importance des travaux devant être exécutés à des dates fixes, pour respecter le terme final. Elle ne permet pas, de même, de remédier aux imprévus, tels que le retard dans l'approvisionnement, les intempéries ou autres. Ces facteurs peuvent empêcher la réalisation et

imposent des modifications. Nous verrons au chapitre 8 une méthode efficace permettant la programmation en utilisant la technique des graphes; Cette méthode remédie aux lacunes des graphiques à barres.

C H A P I T R E V I

=====

DIAGRAMMES DIFFERENTIELS ET INTEGRALS DE CONSOMMATION

ET APPROVISIONNEMENT DES MATERIAUX - COURBE DES STOCKS

L'approvisionnement technico-matériel des chantiers de construction aux dates connues avant le démarrage représente la condition de base qui permet le déroulement d'exécution de construction conforme au plan du calendrier et assure leur achèvement au terme fixé par ce plan. Par la réalisation d'un bon approvisionnement d'un chantier en matériaux et autres ressources nécessaires de bonne qualité et avec des quantités correspondant au rythme de construction, on peut obtenir une exécution économique de toutes ces constructions. Ainsi il est nécessaire que l'activité d'approvisionnement technico-matériel se déroule dans un mode de planification en concordance avec les nécessités du chantier et avec les possibilités réelles d'approvisionnement et de transport des matériaux. Le respect des termes planifiés pour l'arrivée sur le chantier des matériaux et de toutes les autres ressources représente une condition nécessaire pour une bonne organisation et un bon déroulement de l'exécution des constructions. La création de réserves des matériaux dans les dépôts de chantier permet d'assurer la continuité de l'exécution des travaux. La taille de ces réserves dépend de l'organisation générale de l'exécution, de la situation géographique du chantier, des possibilités d'approvisionnement, du débit de la régularité des routes d'accès.

En fonction de ces conditions et de la nature des matériaux, les réserves peuvent varier d'une quantité nécessaire pour une consommation de quelques jours jusqu'à une con-

sommation nécessaire pour quelques mois. En général, les réserves doivent être les plus petites possibles pour réduire les dépenses nécessaires à la construction des dépôts et pour ne pas entraver également la vitesse de circulation des matériaux en stock. Pour la planification, la comptabilité et la consommation des matériaux plus importants on utilise des graphiques d'approvisionnement et de consommation.

6.1 Diagrammes différentiels et intégrals

Ces diagrammes sont établis pour chaque matériau utilisé dans la construction. Ils indiquent essentiellement le mode de consommation et d'approvisionnement des matériaux. Nous avons établi pour notre part ces diagrammes pour le ciment, les pierres, le sable, et l'acier. Ils se voient comme suit:

- Porter en abscisse le temps en jours et en ordonnée la consommation journalière q :

$$q = \frac{Q_T}{d}$$

Q_T : quantité totale du matériau étudié

d : durée d'exécution du cycle usant de ce matériau.

- Porter ensuite sur ce graphique les cycles nécessitant ce matériau ainsi que les diagrammes de consommation en matériau.

- Tracer sur ce même graphique celui de l'approvisionnement qui se fait par camions. Nous avons obtenu ainsi le diagramme différentiel d'approvisionnement et de consommation

Ce diagramme donne seulement les quantités consommées et approvisionnées à une date donnée.

Pour le diagramme intégral, nous porterons dans un système de coordonnées quantité en tonnes = $f(t)$.

Ces quantités s'obtiennent par le produit des quantités consommées par jour par le nombre de jours. Nous avons figuré en traits forts les quantités consommées et en pointillés les quantités approvisionnées.

Ce diagramme nous permet de connaître pour une date donnée quelles sont les quantités totales de matériaux consommées depuis le début, ainsi que les quantités approvisionnées depuis le commencement..

6.2 Courbe des stocks

Elle est déduite du diagramme différentiel. Il s'agit de savoir quelle est la quantité maximale de matériau susceptible d'être stockée afin de pouvoir dimensionner les stocks nécessaires. Cette courbe est comprise entre deux extremum, un minimum et un maximum de stockage. Pour déterminer ces deux valeurs, nous devons connaître la quantité moyenne (q_m) de matériau apportée par jour. Connaissant la durée totale D' d'exécution de tous les cycles employant ce matériau, et connaissant leurs quantités totales de besoin en ce même matériau, on a alors :

$$q_m = \frac{\sum Q_T}{D'}$$

Les valeurs extrêmes sont alors fixées d'après les normes comme suit :

$$q_{\min} = (5 \text{ à } 7) \cdot q_m$$

$$q_{\max} = (25 \text{ à } 30) \cdot q_m .$$

Remarque :

Les normes exigent aussi que le stockage en matériau doit commencer 9 à 10 jours avant le démarrage du chantier. Nous verrons dans le chapitre suivant comment dimensionner les dépôts d'après les calculs.

Les diagrammes différentiels précédemment établis pour chaque matériau nécessaire à chaque construction ont été tracés d'après les valeurs suivantes :

1- Tribune officielle

a) ciment :

Ce matériau est essentiellement utilisé pour le bétonnage en fondation et en super structure (cycle 3 et 5), pour les gradins (cycle 6), pour la chape de protection (cycle 8), pour la plaque du rez-de-chaussée (cycle 9), pour l'enduit intérieur (cycle 10) et pour les carrelages et plinthes (cycle 12).

Les quantités totales de ciment relatives à chaque cycle sont respectivement :

$$Q_1 = 29862 \text{ kg}$$

$$Q_2 = 114750 \text{ kg}$$

$$Q_3 = 225 \text{ kg}$$

$$Q_4 = 7536 \text{ kg}$$

$$Q_5 = 9031,158 \text{ kg}$$

$$Q_6 = 13885 \text{ kg}$$

$$Q_7 = 21390,06 \text{ kg}$$

Les quantités de ciment consommées par jour pour chaque cycle sont :

$$q_1 = \frac{29862}{24} = 1244,25 \text{ kg/jour soit } \underline{1250 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{114750}{96} = 1195,313 \text{ kg/j soit } \underline{1200 \text{ kg/j}}$$

$$q_3 = \frac{225}{96} = 2,34 \text{ kg/j soit } \underline{3 \text{ kg/j}}$$

$$q_4 = \frac{7536}{24} = \underline{314 \text{ kg/J}}$$

$$q_5 = \frac{9031,158}{96} = 94,0745 \text{ kg/j soit } \underline{95 \text{ kg/j}}$$

$$q_6 = \frac{13885}{96} = 144,635 \text{ kg/j soit } \underline{145 \text{ kg/j}}$$

$$q_7 = \frac{21390,06}{96} = 222,813 \text{ kg/j soit } \underline{223 \text{ kg/j}}$$

La quantité moyenne consommée par jour est :

$$q_{\text{moyen}} = \frac{29862 + 114750 + 225 + 7536 + 9031,158 + 13885 + 21390}{203}$$

$$q_{\text{moyen}} = 968,863 \text{ kg/j soit } \underline{970 \text{ kg/J}}$$

$$q_{\text{min.}} = 970 \times 7 = \underline{6790 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max.}} = 970 \times 30 = \underline{29100 \text{ kg}}$$

b) Pierres et sable

Ils sont employés pour les cycles 3 , 5 et 9 .

Les quantités totales sont :

$$Q_1 = 140140 + 104000 = 244140 \text{ kg}$$

$$Q_2 = 453360,6 + 338160 = 791520,6 \text{ kg}$$

$$Q_3 = 111384 + 25459,9 = 136843,9 \text{ kg}$$

Quantités consommées par jour :

$$q_1 = \frac{244140}{24} = 10172,5 \text{ kg/j soit } \underline{10200 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{791520,6}{96} = 8245,06 \text{ kg/j soit } \underline{8250 \text{ kg/J}}$$

$$q_3 = \frac{136843,9}{96} = 1425,457 \text{ kg/j soit } \underline{1430 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moyen}} = \frac{244140 + 791520,6 + 136843,9}{168} = 6979,193 \text{ kg/j}$$

soit $\underline{q_{\text{moyen}} = 6980 \text{ kg/j}}$

$$q_{\text{min.}} = 6980 \times 5 = \underline{34900 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max.}} = 6980 \times 25 = \underline{174500 \text{ kg}}$$

2- Stade-Sanitaires

a) Ciment

Il est utilisé pour réaliser les cycles 2 , 5 , 6 ,
8 , 9 , 12 , 14 , 15 , 16 .

Quantités totales :

$$Q_1 = 80631 \text{ kg}$$

$$Q_6 = 78500 \text{ kg}$$

$$Q_2 = 755875 \text{ kg}$$

$$Q_7 = 2597,2 \text{ kg}$$

$$Q_3 = 4185 \text{ kg}$$

$$Q_8 = 6,39 \text{ kg}$$

$$Q_4 = 12383 \text{ kg}$$

$$Q_9 = 7196,46 \text{ kg}$$

$$Q_5 = 3375 \text{ kg}$$

Quantités consommées par jour :

$$q_1 = \frac{80631}{60} = 1343,85 \text{ kg/j soit } \underline{1350 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{755875}{200} = 3779,375 \text{ kg/j soit } \underline{3780 \text{ kg/j}}$$

$$q_3 = \frac{4185}{200} = 20,925 \text{ kg/j soit } \underline{21 \text{ kg/j}}$$

$$q_4 = \frac{12383}{100} = 123,83 \text{ kg/j soit } \underline{124 \text{ kg/j}}$$

$$q_5 = \frac{3375}{4} = 843,75 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{844 \text{ kg/j}}$$

$$q_6 = \frac{78500}{3} = 26166,67 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{26200 \text{ kg/j}}$$

$$q_7 = \frac{2597,2}{6} = 432,87 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{433 \text{ kg/j}}$$

$$q_8 = \frac{6,39}{6} = 1,065 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{2 \text{ kg/j}}$$

$$q_9 = \frac{7196,46}{12} = 599,71 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{600 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moyen}} = \frac{80631 + 755875 + 4185 + 12383 + 3375 + 78500 + 2597,2 + 7196,46}{300}$$

$$q_{\text{moyen}} = 3149,14 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{3150 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{min}} = 3150 \times 5 = \underline{15750 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max}} = 3150 \times 25 = \underline{78750 \text{ kg}}$$

b) sable

Nou n'indiquerons ici que les quantités consommées par jour.

$$q_1 = \frac{2418800}{200} = \underline{12094 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{20088}{200} = 100,44 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{100 \text{ kg/j}}$$

$$q_3 = \frac{119560}{100} = 1195,6 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{1200 \text{ kg/j}}$$

$$q_4 = \frac{12000}{3} = \underline{4000 \text{ kg/j}}$$

$$q_5 = \frac{251200}{3} = 837,33 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{83800 \text{ kg/j}}$$

$$q_6 = \frac{20294,4}{6} = 3382,4 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{3382 \text{ kg/j}}$$

$$q_7 = \frac{97938,56}{12} = 8161,55 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{8170 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moy}} = \frac{2418800 + 20088 + 119560 + 12000 + 251200 + 20294,4 + 97938}{300}$$

$$q_{\text{moy}} = \underline{9800 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{min}} = 9800 \times 5 = \underline{49000 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max}} = 9800 \times 25 = \underline{245000 \text{ kg}}$$

c) pierres

$$q_1 = \frac{3259333}{200} = 16296,67 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{16300 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{16170}{3} = \underline{5390 \text{ kg/j}}$$

$$q_3 = \frac{338492}{3} = 112830,66 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{113000 \text{ kg/j}}$$

$$q_4 = \frac{39676}{12} = 3306,33 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{3310 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moy}} = \frac{3259333 + 16170 + 338492 + 39676}{252} = 14614,684 \text{ kg/j}$$

$$q_{\text{moy}} = \underline{14700 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{min}} = 14700 \times 5 = \underline{73500 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max}} = 14700 \times 25 = \underline{367500 \text{ kg}}$$

d) acier

$$q_1 = \frac{273190}{200} = 1365,95 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{1370 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{600}{3} = \underline{200 \text{ kg/j}}$$

$$q_3 = \frac{34200}{3} = \underline{11400 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moy}} = \frac{273190 + 600 + 34200}{212} = 1452,783 \text{ kg/j} \quad \text{soit } \underline{1460 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{min}} = 1460 \times 5 = \underline{7300 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max}} = 1460 \times 25 = \underline{36500 \text{ kg}}$$

3 - Salle Omnisport

a) ciment

$$q_1 = \frac{75600}{40} = \underline{1890 \text{ kg/j}}$$

$$q_5 = \frac{640}{40} = \underline{16 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{680400}{120} = \underline{5670 \text{ kg/j}}$$

$$q_6 = \frac{31680}{80} = \underline{396 \text{ kg/j}}$$

$$q_3 = \frac{13880}{40} = \underline{347 \text{ kg/j}}$$

$$q_7 = \frac{50160}{80} = \underline{627 \text{ kg/j}}$$

$$q_4 = \frac{26120}{40} = \underline{653 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moy}} = \frac{75600 + 680400 + 13880 + 26120 + 640 + 31680 + 50160}{209}$$

$$q_{\text{moy}} = \underline{4200 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{min}} = 4200 \times 5 = \underline{21000 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max}} = 4200 \times 25 = \underline{105000 \text{ kg/j}}$$

b) sable

$$q_1 = \frac{268800}{40} = \underline{6720 \text{ kg/j}}$$

$$q_5 = \frac{74000}{40} = \underline{1850 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{1788000}{120} = \underline{14900 \text{ kg/j}}$$

$$q_6 = \frac{3600}{40} = \underline{90 \text{ kg/j}}$$

$$q_3 = \frac{116400}{40} = \underline{2910 \text{ kg/j}}$$

$$q_7 = \frac{140000}{80} = \underline{1750 \text{ kg/j}}$$

$$q_4 = \frac{3200}{4} = \underline{800 \text{ kg/j}}$$

$$q_8 = \frac{860000}{100} = \underline{8600 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moy}} = \frac{268800 + 1788000 + 116400 + 3200 + 74000 + 3600 + 140000 + 86000}{343}$$

$$q_{\text{moy}} = \underline{9500 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{min}} = 9500 \times 5 = \underline{47500 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max}} = 9500 \times 25 = \underline{237500 \text{ kg/j}}$$

c) pierres

$$q_1 = \frac{362400}{40} = \underline{9060 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{2376000}{120} = \underline{19800 \text{ kg/j}}$$

$$q_3 = \frac{321160}{40} = \underline{8029 \text{ kg/j}}$$

$$q_4 = \frac{279200}{80} = \underline{3490 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moy}} = \frac{362400 + 2376000 + 321160 + 279200}{278} = \underline{12000 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{min}} = 12000 \times 5 = \underline{60000 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max}} = 12000 \times 25 = \underline{300000 \text{ kg}}$$

d) acier

$$q_1 = \frac{13440}{40} = \underline{336 \text{ kg/j}}$$

$$q_2 = \frac{223200}{120} = \underline{1860 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{moy}} = \frac{13440 + 223200}{160} = \underline{1480 \text{ kg/j}}$$

$$q_{\text{min}} = 1480 \times 5 = \underline{7400 \text{ kg}}$$

$$q_{\text{max}} = 1480 \times 25 = \underline{37000 \text{ kg/j}}$$

C H A P I T R E V I I
=====

ORGANISATION EFFICIENTE DE LA BASE TECHNICO-MATERIELLE

DU CHANTIER

Le problème le plus difficile dans le projet d'organisation des travaux est constitué par la nécessité de l'établissement des constructions provisoires pour l'organisation territoriale du chantier et pour sa base matérielle. Dans le projet d'organisation, on doit analyser avec une grande attention les diverses variantes et la solution choisie par laquelle se réalise un volume maximum de travaux dans un terme plus court et dans des conditions technologiques correspondant à des constructions d'organisation minimales. L'établissement des nécessités des travaux d'organisation doit tenir compte des méthodes de travaux qui s'appliquent et de leur durée d'exécution.

1 - ATELIERS

Sur les grands chantiers sont organisés des ateliers centraux pour la confection des armatures qui doivent être dotés d'outillages de grande capacité (machine d'étirage et de sectionnement des armatures livrées en rouleaux, machine pour couper les armatures livrées en barres, machine pour façonner les armatures, machine pour les souder en points;;;)
Pour façonner les armatures nécessaires à la réalisation des constructions de notre projet, nous avons réservé une petite place.

Pour confectionner des coffrages, sont nécessaires des ateliers spéciaux, ayant dans leur dotation des outillages de préparation du bois (scie circulaire, machine de polissage dubois)

nous avons prévu sur notre chantier un petit préau de rectification et de réparation des coffrages.

Pour la préparation du béton nécessaire à l'exécution des travaux nous avons prévu une station de préparation avec des bétonnières qui est située près des dépôts de ciment et des agrégats.

2 - DEPOTS

Le rôle des dépôts de chantier est d'assurer l'approvisionnement continu de la production des chantiers avec des matériaux, des outillages etc... et aussi leur stock doit compenser les non uniformités qui interviennent de diverses causes dans l'approvisionnement général du chantier. Les dépôts peuvent être groupés en deux catégories essentielles :

- * dépôts intérieurs, placés sur le terrain de chantier
- * dépôts extérieurs, placés en gare, sur les quais, ou en dehors du chantier.

D'après la destination fonctionnelle dans le processus de production du chantier, on peut distinguer les types de dépôts suivants :

- dépôts de transit
- dépôts de base ou dépôts centraux pour une entreprise où se réalisent les selections de lots et pour chaque construction.

D'après la mise en dépôt des matériaux, les dépôts

peuvent aussi se classer en :

- dépôts ouverts avec ou sans couverture,
- dépôts fermés ou silos,
- dépôts spéciaux (produits alimentaires, essence, explosifs).

D'après le mode de chargement et de déchargement et de la manipulation, les dépôts se groupent en deux catégories :

- dépôts mécanisés
- dépôts non mécanisés.

Le dimensionnement des dépôts se fait en fonction de la quantité nécessaire à déposer, des normes de dépôt sur l'unité de surface, du rythme d'approvisionnement et de la nature du matériau.

3 - CONSTRUCTION SOCIO-ADMINISTRATIVES

Pour les petits travaux de courte durée, qui s'exécutent dans les centres urbains ou dans l'environnement, le logement du personnel de chantier ne pose pas de problème car les travailleurs non permanents sont recrutés de cette région ou ont des logements personnels; pour les travailleurs permanents et le personnel administratif, se trouvent en principe, des bâtiments qui peuvent facilement être adoptés, à un coût modéré, pour servir de logements provisoires. Aussi, dans les conditions mentionnées, les bâtiments socio-culturels. L'exécution des grands travaux, d'une durée de une ou plusieurs années, nécessite l'utilisation de travailleurs permanents qui doivent habiter dans les logements et bénéficier des conditions de vie optimales telle que:

une alimentation bonne, un contrôle médical, des loisirs (club, bibliothèque, salle de spectacle et de sport, etc...) . Tout ceci est réalisé dans le cadre des constructions provisoires de chantier. Le volume et la valeur de ces travaux varient dans de grandes limites dépendant de la grandeur des travaux de base, de la durée de construction, du terme d'exécution; des conditions locales etc...; car les valeurs récupérables à la fin du chantier ne dépassent pas 15 à 20% des investissements respectifs . On doit prendre toutes les mesures nécessaires pour limiter ces dépenses. Parmi ces mesures, nous mentionnerons:

- l'utilisation des constructions définitives existant au voisinage du chantier
- l'utilisation des constructions démontables
- l'utilisation plus intensive de tous les matériaux locaux
- l'industrialisation et la mécanisation la plus large à tous les travaux pour réduire le nombre de travailleurs ayant des répercussions sur la réduction du volume des constructions provisoires afférentes. Les constructions provisoires socio-culturelles et administrative du chantier sont très variées et se classent en groupes principaux suivants:
 - a) Constructions provisoires des logements et des annexes (dortoirs communs pour travailleurs sans famille, logements pour le personnel avec famille, cantines, dépôts d'aliments, boulangerie, douches, toilettes etc...)
 - b) Constructions socio-culturelles, centre sanitaire

(crèche, jardin d'enfants, écoles élémentaire et professionnelle, club, bibliothèque, etc...)

c) Constructions administratives pour desservir le chantier (bureaux, magasins pour les outillages et lutte contre l'incendie, garettes, etc...).

Le besoin des bâtiments de logements, socio-culturels et administratifs pour un chantier, se calcule en rapport avec la population totale de chantier dans la période d'affluence maximale.

Nous allons étudier la méthode de base de dimensionnement des dépôts et de la détermination des constructions socio-administratives du chantier.

7.1 Dépôts

Nous revenons une fois de plus à la courbe des stocks. Appelons $Q_{\text{max}} \text{ dépôt}$ la quantité maximum en stock. Soit q la quantité spécifique en stock, donnée par les normes. La surface S_d du dépôt considéré est donnée par la formule suivante:

$$S_d = \frac{Q_{\text{max}} \text{ dépôt}}{q} \times K$$

où K est un coefficient de correction; il est égal à 2,5 pour un dépôt universel.

La longueur et la largeur du dépôt dépendent de plusieurs facteurs :

- du nombre d'unités de transport (n) susceptibles de décharger

simultanément. Ce nombre est fixé en vertu du nombre maximum de moyens de transport mis en service pour l'approvisionnement

- de la longueur (l) d'une unité de transport qui varie de 6 à 10 m environ

- de la distance (l_1) entre deux unités de transport au déchargement

- du coefficient (K_1) de non uniformité du nombre d'unité de transport; ce coefficient est compris entre 1,3 et 1,5.

Compte tenu de tous ces paramètres la longueur L_d à donner au dépôt est:

$$L_d = K_1 n.l + (n - 1).l_1$$

la largeur du dépôt l_d est alors égale à:

$$l_d = \frac{S_d}{L_d}$$

7.2 Constructions socio-administratives de chantier

Ces constructions sont les suivantes:

- vestiaires pour les travailleurs
- points sanitaires ou infirmerie pour tout le personnel
- cantine
- un réfectoire pour tout le personnel supposé manger en deux relèves
- des bureaux pour 70% du personnel technico-administratif
- des toilettes pour tout le personnel

- un laboratoire
- un poste de garde
- des dortoirs
- une cantine pour les ouvriers résidants sur chantier
- une salle de bain.

Pour établir les surfaces de ces constructions, nous devons connaître l'effectif total des travailleurs. Cet effectif est donné par le graphique d'échelonnement total de la main-d'oeuvre Soit N_{pc} cette valeur. Le nombre d'employés dans l'activité de construction est une fraction de l'effectif total et est donné par:

$$N_c = 1,47 N_{pc}$$

Dans notre chantier nous considérons que nous avons trois catégories essentielles de travailleurs:

a) des travailleurs avec qualification supérieure dont l'effectif est égal à:

$$N_1 = 0,5 N_c$$

b) autres travailleurs dont l'effectif est donné par:

$$N_2 = 0,4 N_c$$

c) le personnel technico-administratif:

$$N_3 = 0,1 N_c$$

Nous remarquons que dans tous les cas nous devons avoir:

$$N_1 + N_2 + N_3 = N_c$$

Connaissant donc l'effectif total des travailleurs directement productif nous allons, conformément aux normes, établir les surfaces des constructions citées ci-dessus :

1. Vestiaires

Ils sont conçus essentiellement pour les deux premières catégories. Leur surface est égale à :

$$S_v = (N_1 + N_2) \times 0,7 \text{ (m}^2\text{)}$$

où 0,7 est la surface nécessaire à une seule personne

2. Infirmerie

Sur le chantier est nécessaire un poste de secours que l'on aménagera dans un bureau.

3. Refectoire pour tout le personnel

Comme nous l'avons précisé auparavant, le personnel est supposé manger en deux relèves. La surface nécessaire à une seule personne est de 1,35 m². Pour l'ensemble nous aurons :

$$S_r = N_c \times 1,35 \times 0,5 \text{ (m}^2\text{)}.$$

4. Bureaux

Ils sont construits pour 70% du personnel technico-administratif, soit pour 0,7 N₃; la surface occupée par ces locaux est alors :

$$S_b = 0,7 N_3 \times 5 \text{ (m}^2\text{)}.$$

5. Toilettes pour l'ensemble du personnel

$$S_t = N_c \times 0,05 \text{ (m}^2\text{)}.$$

6. Laboratoire

Il est inutile sur chantier, nous n'aménagerons qu'un poste de contrôle seulement.

7. Poste d'incendie

Nous les mettrons seulement dans les zones de dépôts de matériaux inflammables.

8. Poste de garde

Dans notre cas nous établirons deux entrées pour l'ensemble du chantier. Nous installerons un poste de garde à chaque entrée.

9. Dortoirs

Nous considérons que 70% des ouvriers ne regagnent leur foyers qu'en fin de semaine. Il faut donc leur aménager des dortoirs de surface :

$$S_d = 0,7 N_c \times 6,5 \quad (m^2)$$

10. Cantine pour les résidants sur chantier

$$S_c = 0,7 N_c \times 0,85 \quad (m^2)$$

11. Salle de bain

$$S_s = 0,7 N_c \times 0,15 \quad (m^2).$$

Remarque :

Les chiffres 5 ; 0,05 ; 0,85 ; 0,15 , représentent les surfaces respectives pour les constructions précédentes, nécessaires à une seule personne.

Nous avons montré précédemment comment peut-on dimensionner les dépôts et les constructions socio-administratives. Nous appliquons maintenant ces notions à notre cas particulier :

a) Dépôts

1) Tribune officielle

*) dépôt de ciment

$$Q_{\text{max}} \text{ dépôt} = 23,4 \text{ tonnes}$$

$$q = 26/1,3 \frac{\text{sacs}}{\text{t}}/\text{m}^2, \text{ valeur}$$

fixée par les normes.

$$K = 2,5$$

$$n = 1$$

$$l = 6 \text{ m}$$

$$l_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$K_1 = 1,3$$

$$S_d = \frac{23,4}{1,3} \times 2,5 = 45 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,3 \left[6 \times 1 + (1-1) \times 1,5 \right] = 7,8 \text{ m}$$

$$\text{soit } \underline{L_d = 8 \text{ m}}$$

$$l_d = \frac{45}{8} = 5,63 \text{ m} \text{ soit } \underline{l_d = 6 \text{ m}}$$

*) dépôt de pierres et sable

$$Q_{\text{max}} \text{ dépôt} = 151,84 \text{ tonnes}$$

Le poids volumique moyen de pierres et de sable est de $1,5 \text{ t/m}^3$. La quantité maximale, en m^3 , dans le dépôt est alors

$$Q_{\text{max d\acute{e}p\^ot}} = \frac{151,84}{1,5} = 101,3 \text{ m}^3$$

$$q = 1,2/2,2 \frac{\text{m}^3}{\text{t}}$$

$$K = 2,5$$

$$n = 2$$

$$l = 6 \text{ m}$$

$$l_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$K_1 = 1,4$$

$$S_d = \frac{101,3}{1,2} \times 2,5 = 84,41 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,4 \left[6 \times 2 + (2-1) \times 1,5 \right] = 18,9 \text{ m}$$

soit $\underline{L_d = 19 \text{ m}}$

$$l_d = \frac{84,41}{19} = 4,44 \text{ m}$$

soit $\underline{l_d = 5 \text{ m}}$

2) Stade - Sanitaires

*) d\acute{e}p\^ot de ciment

$$Q_{\text{max d\acute{e}p\^ot}} = 75,32 \text{ tonnes}$$

$$q = 26/1,3 \frac{\text{sacs}}{\text{t}}$$

$$K = 2,5$$

$$n = 2$$

$$l = 6 \text{ m}$$

$$l_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$K_1 = 1,4$$

$$S_d = \frac{75,32}{1,2} \times 2,5 = 156,92 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,4 \left[6 \times 2 + (2-1) \times 1,5 \right] = 18,9 \text{ m}$$

soit $\underline{L_d = 19 \text{ m}}$

$$l_d = \frac{156,92}{19} = 8,25 \text{ m}$$

soit $\underline{l_d = 9 \text{ m}}$

Remarque :

Les valeurs des paramètres K, l, l₁ sont les mêmes pour tous les dépôts; aussi nous ne les indiquerons plus dans la suite des calculs.

*) dépôt de sable (poids volumique $\rho = 1,6 \text{ t/m}^3$)

$$Q_{\text{max dépôt}} = \frac{140,258}{1,6} = 87,66 \text{ m}^3$$

$$q = 1,20 / 2,20 \frac{\text{m}^3}{\text{t}} / \text{m}^2$$

$$n = 3$$

$$K_1 = 1,4$$

$$S_d = \frac{87,66}{1,20} \times 2,5 = 183,75 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,4 \left[6 \times 3 + (3-1) \times 1,5 \right] = 29,4 \text{ m}$$

soit $\underline{L_d = 30 \text{ m}}$

$$l_d = \frac{183,75}{30} = 6,125 \text{ m}$$

soit $\underline{l_d = 6 \text{ m}}$

*) dépôt de pierres (Poids volumique $\rho = 1,4 \text{ t/m}^3$)

$$Q_{\text{max}} \text{ dépôt} = \frac{346,41}{1,4} = 247,43 \text{ m}^3$$

$$q = 1,20/2,20 \frac{\text{m}^3}{\text{t}}$$

$$n = 2$$

$$K_1 = 1,4$$

$$S_d = \frac{247,43}{1,20} \times 2,5 = 206,19 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,4 \left[6 \times 2 + (2-1) \times 1,5 \right] = 18,9 \text{ m}$$

soit $\underline{L_d = 19 \text{ m}}$

$$l_d = \frac{206,19}{19} = 10,85 \text{ m}$$

soit $\underline{l_d = 11 \text{ m}}$

*) dépôt d'acier

$$Q_{\text{max}} \text{ dépôt} = 35,72 \text{ tonnes}$$

$$q = 0,8 \text{ tonnes/m}^2$$

$$n = 2$$

$$K_1 = 1,5$$

$$S_d = \frac{35,72}{0,8} \times 2,5 = 111,625 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,5 \left[6 \times 2 + (2-1) \times 1,5 \right] = 20,25 \text{ m}$$

soit $\underline{L_d = 21 \text{ m}}$

$$l_d = \frac{111,625}{21} = 5,32 \text{ m}$$

soit $\underline{l_d = 6 \text{ m}}$

3) Salle polyvalente

*) dépôt de ciment

$$Q_{\text{max dépôt}} = 80,135 \text{ tonnes}$$

$$q = 26/1,3 \frac{\text{sacs}}{\text{t}}/\text{m}^2$$

$$n = 2$$

$$K_1 = 1,4$$

$$S_d = \frac{80,135}{1,3} \times 2,5 = 154,11 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,4 \left[6 \times 2 + (2-1) \times 1,5 \right] = 18,9 \text{ m}$$

soit $\underline{L_d = 19 \text{ m}}$

$$l_d = \frac{154,11}{19} = 8,11 \text{ m}$$

soit $\underline{l_d = 9 \text{ m}}$

*) dépôt de sable

$$Q_{\text{max dépôt}} = \frac{200,58}{1,6} = 125,36 \text{ m}^3$$

$$q = 1,20/2,20 \frac{\text{m}^3}{\text{t}}/\text{m}^2$$

$$n = 3$$

$$K_1 = 1,5$$

$$S_d = \frac{125,36}{1,20} \times 2,5 = 261,175 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,5 \left[6 \times 3 + (3-1) \times 1,5 \right] = 31,5 \text{ m}$$

soit $\underline{L_d = 32 \text{ m}}$

$$l_d = \frac{261,175}{32} = 8,161 \text{ m}$$

soit

$$\underline{l_d = 9 \text{ m}}$$

*) dépôt de pierres

$$Q_{\text{max dépôt}} = \frac{221,41}{1,4} = 158,15 \text{ m}^3$$

$$q = 1,20/2,20 \frac{\text{m}^3}{\text{t}}$$

$$n = 2$$

$$K_1 = 1,5$$

$$S_d = \frac{158,15}{1,20} \times 2,5 = 329,475 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,5 \left[6 \times 2 + (2-1) \times 1,5 \right] = 20,25 \text{ m}$$

soit

$$\underline{L_d = 21 \text{ m}}$$

$$l_d = \frac{329,475}{21} = 15,689 \text{ m}$$

soit

$$\underline{l_d = 16 \text{ m}}$$

*) dépôt d'acier

$$Q_{\text{max dépôt}} = 36,36 \text{ tonnes}$$

$$q = 0,8 \text{ t/m}^2$$

$$n = 2$$

$$K_1 = 1,5$$

$$S_d = \frac{36,36}{0,8} \times 2,5 = 113,625 \text{ m}^2$$

$$L_d = 1,5 \quad 6 \times 2 + (2-1) \times 1,5 = 11,25 \text{ m}$$

soit

$$\underline{L_d = 12 \text{ m}}$$

$$l_d = \frac{113,625}{12} = 9,47 \text{ m}$$

soit

$$\underline{l_d = 10 \text{ m}}$$

b) Constructions socio-administratives

Le diagramme d'échelonnement total de la main-d'oeuvre indique que l'effectif total sur le chantier est égale à :

$$N_{pc} = 163 \text{ ouvriers .}$$

d'où les valeurs de N_c, N_1, N_2, N_3 :

$$N_c = 1,45 \times 163 = 236,35 \text{ soit } \underline{236 \text{ hommes}}$$

$$N_1 = 0,5 \times 236 = \underline{118 \text{ hommes}}$$

$$N_2 = 0,4 \times 236 = 94,4 \text{ hommes soit } \underline{94 \text{ hommes}}$$

$$N_3 = 0,1 \times 236 = 23,6 \text{ hommes soit } \underline{24 \text{ hommes}}$$

1- Vestiaires

$$N_1 + N_2 = 118 + 94 = 212 \text{ hommes}$$

Surface d'un vestiaire:

$$S_v = 0,70 \times 212 = \underline{148,4 \text{ m}^2}$$

2- Cantine

Surface de la salle à manger pour tout le personnel supposé manger en deux relèves:

$$S_s = \frac{1,35 \times 236}{2} = \underline{159,3 \text{ m}^2}$$

3- Bureaux pour 70 % du personnel technico-administratif :

Nombre d'hommes :

$$N = 0,7 N_3 = 0,7 \times 24 = 16,8 \text{ hommes soit } \underline{17 \text{ hommes}}$$

Surface des bureaux :

$$S_b = 5.N = 5 \times 17 = 85 \text{ m}^2$$

4- Toilette pour tout le personnel

$$S_t = 236 \times 0,05 = 11,8 \text{ m}^2$$

5- Dortoirs pour 70 % des ouvriers

Nombre d'ouvriers :

$$N^* = 0,7 N_c = 0,7 \times 236 = 164,2 \text{ hommes soit } \underline{164 \text{ hommes}}$$

Surface des dortoirs:

$$S_d = 164 \times 6,5 = \underline{1066 \text{ m}^2}$$

6- Cantine pour 70 % du personnel

Surface :

$$S_c = 0,85 \times 164 = \underline{139,4 \text{ m}^2}$$

7- Douches

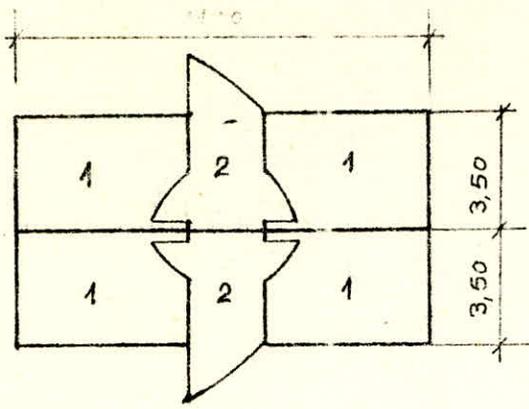
Surface:

$$S_{\text{douches}} = 0,15 \times 164 = \underline{24,6 \text{ m}^2}$$

8- Boutique

surface :

$$S = 0,10 \times 164 = \underline{16,4 \text{ m}^2}$$

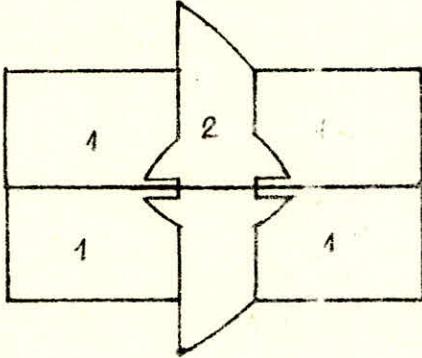


Légende :

a) Vestiaires :

① Vestiaires

② Couloir



b) Salle à manger.

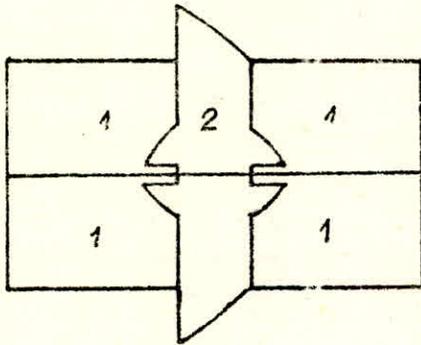
① Refectoire

② Office

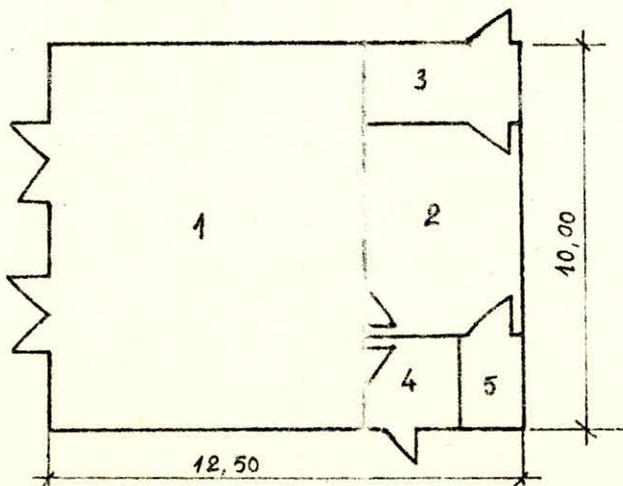
③ Vestiaires

④ Vestibule

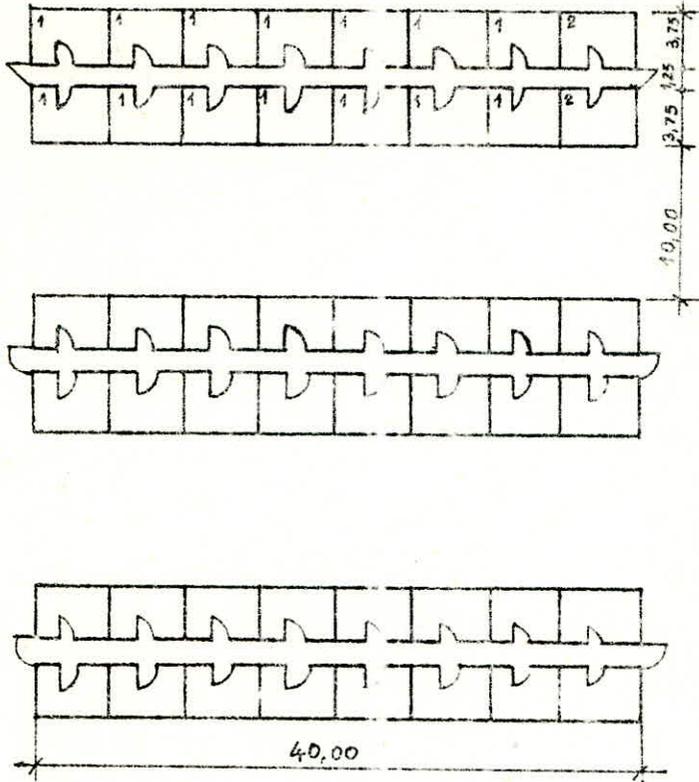
⑤ Bureau ou dépôt de pain



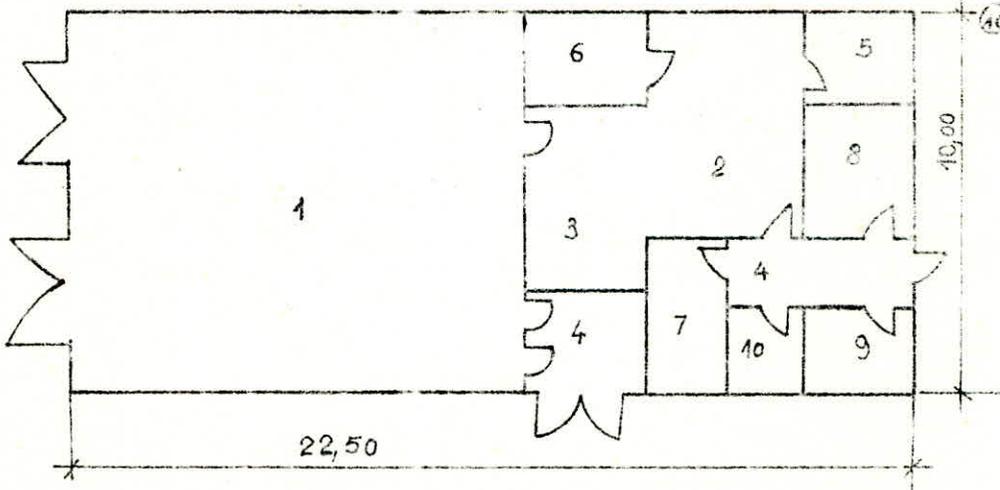
a) Vestiaires



(b)



Dortoirs



Cantine

Légende :

a) Dortoirs :

① chambre à coucher

② Lavabos.

b) Cantine :

① Refectoire

② Cuisine

③ Office

④ Couloir

⑤ bureau

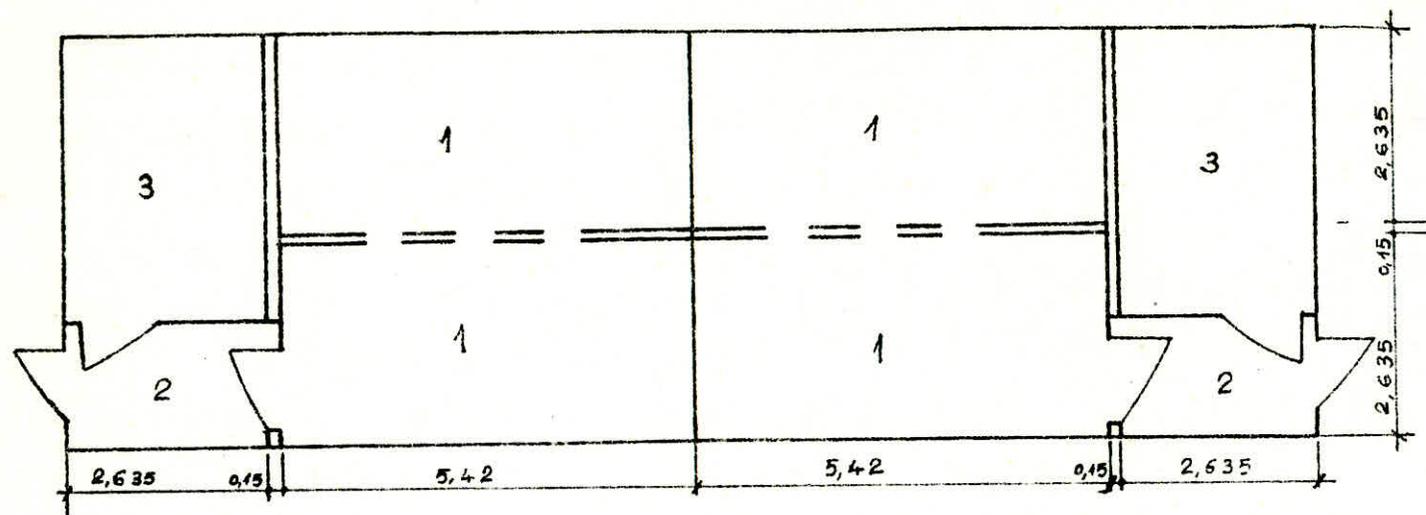
⑥ vaisselle

⑦ préparation nourriture

⑧ préparation légumes

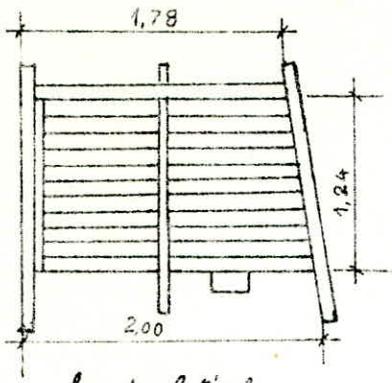
⑨ chambre froide

⑩ Verticale.

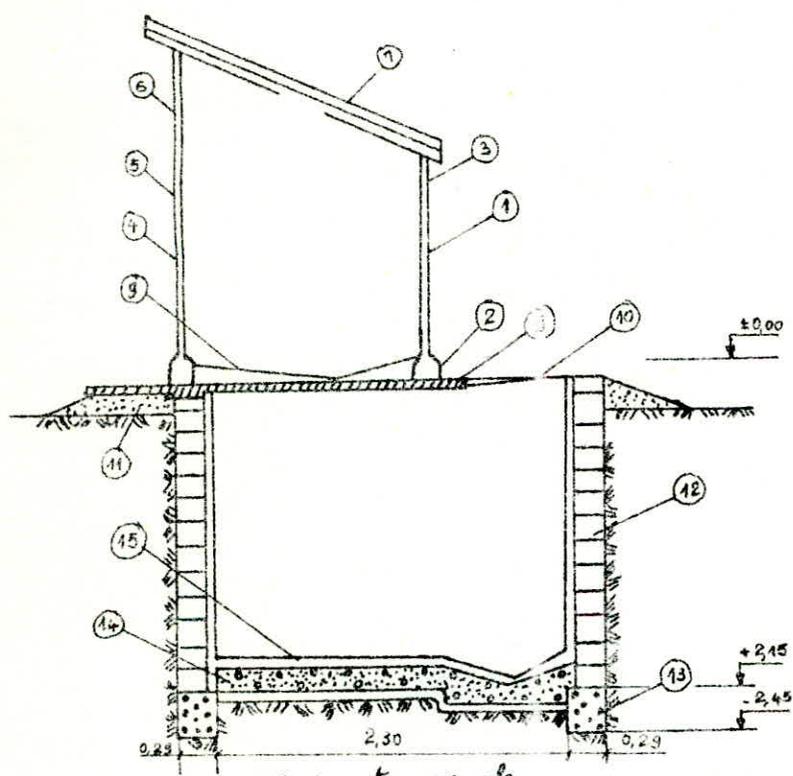


Bureaux :

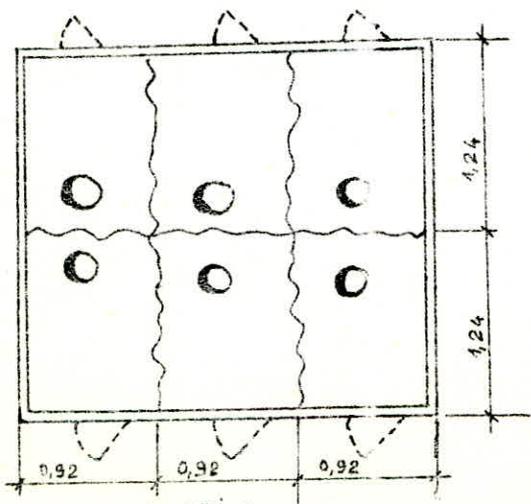
- ① Bureaux
- ② Couloir
- ③ Points sanitaires.



façade latérale



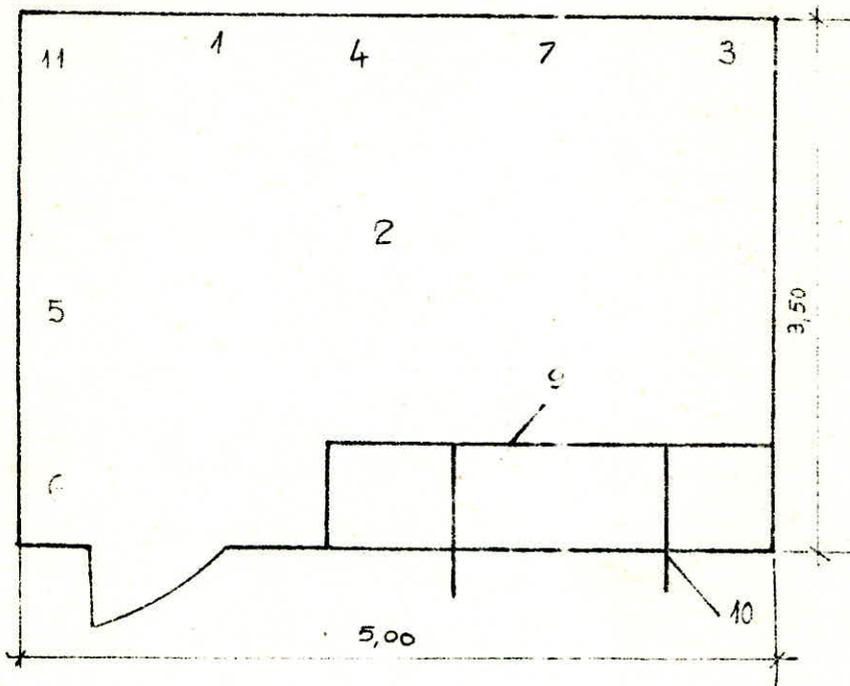
coupe transversale



sanitaires

Legende

- ① Mur avec arrière en tôle ondulée
- ② Semelle profilée en tôle pour évacuation d'eau
- ③ Contour en cornière métallique
- ④ Ossature profilée en tôle
- ⑤ Porte avec face en tôle ondulée.
- ⑥ Fenêtre libre.
- ⑦ Couverture en tôle ondulée
- ⑧ Plaque en béton armé
- ⑨ Trou pour vase
- ⑩ Regard en fonte.
- ⑪ Trottoir - dalle en béton.
- ⑫ Mur de fosse en fragments de briques
- ⑬ Fondation en béton pour le mur de fosse.
- ⑭ Plaque de fosse en béton avec forme de fosse.
- ⑮ Chape de ciment avec forme de pente vers la collecte.



Boutique :

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| ① Pain et produit de boulangerie. | ⑥ Tabac et journaux |
| ② Charcuterie, fromage, lait | ⑦ buffet |
| ③ Article de boutique | ⑧ Comptoir intérieur |
| ④ Confiserie, boissons. | ⑩ Comptoir extérieur. |
| ⑤ Produits non alimentaire. | |

C H A P I T R E V I I I

=====

ORGANISATION DE L'EXECUTION DES TRAVAUX PAR LA

METHODE DU CHEMIN CRITIQUE

La méthode du chemin critique a pour objectif la planification et le suivi de la réalisation de projets quelles qu'en soient la nature et l'importance. La planification comporte deux phases :

- la programmation c'est à dire l'analyse du projet en ses éléments constitutants et l'explicitation de l'ordre dans lequel ils peuvent ou doivent être exécutés.
- la définition d'un calendrier de réalisation de ces éléments qui respecte l'ordre établi par la programmation et satisfait aux contraintes de délai pesant sur le projet.

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

Le réseau, on dit aussi graphique ou diagramme à flèches, est un modèle mathématique constitué d'arcs et de noeuds. Les noeuds marquent le départ ou l'aboutissement d'un ou plusieurs arcs. Ce modèle général a les règles ou restrictions suivantes :

a) Il est choisi pour les arcs un sens unique de circulation et ce sens correspond à l'écoulement du temps. Sur les graphiques, on considère que ce sens va grosso modo de la gauche vers la droite.

b) Si le flux qui circule le long des arcs représente l'écoulement du temps, il doit être impossible de remonter le cours du temps, par conséquent il est interdit de dessiner

dans un réseau, des boucles ou des circuits.

Une boucle est constituée par un arc qui aboutit à son noeud de départ.

Un circuit est formé d'une suite d'arcs revenant sur son noeud de départ.

c) Un réseau qui respecte les conditions précédentes a nécessairement un noeud début et un noeud fin.

Tout projet se traduit par un ensemble ordonné d'actions qui tendent à la réalisation d'un certain objectif. Un projet comporte donc un début et une fin qui est atteinte lorsque toutes les actions constituantes ont été accomplies. Les relations entre les opérations sont désignées par le nom de contrainte. Quelles qu'en soient la nature, il est toujours possible de traduire les contraintes par une mise en ordre chronologique, ainsi le programme exprime que certaines opérations peuvent se dérouler simultanément (en parallèle) mais que d'autres doivent se succéder en série.

Les arcs du réseau figurent les opérations du programme ou tâches, les noeuds marquent la réalisation d'objectifs partiels ou intermédiaires du programme, d'où le nom d'étape que nous leur donnerons.

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

Chaque tâche retenue pour le programme sera figurée par une flèche sur le réseau. Doit être considérée comme une tâche tout élément ou action nécessaire à la réalisation du projet et qui consomme du temps.

L'étape est un jalon ou un point de contrôle. Elle occupe seulement un instant dans le déroulement de la réalisation et décrit le commencement ou l'achèvement d'une tâche ou d'un groupe de tâches. L'étape ne consomme ni temps, ni argent, ni moyens. Elle est représentée sur le réseau par une figure fermée : cercle, carré, rectangle.

Pour indiquer certaines conditions intervenant dans la réalisation d'un objectif, nous utiliserons des tâches fictives, représentées par une ligne interrompue, ne consommant ni ressources ni temps.

Détermination de la durée d'exécution par la méthode directe

Pour déterminer cette durée nous avons supposé que la première des activités débute à un temps origine que nous avons pris égal à zéro. Soit d_{ij} la durée d'exécution d'une activité, ou i est l'indice du début de cette activité et j l'indice de fin de cette activité; notons aussi que ce dernier correspond aussi au début de l'activité suivante. Les graphiques réseaux permettent, par un calcul approprié, de déterminer essentiellement les dates de réalisation au plus tôt et au plus tard de chaque activité. Ces dates montrent les limites d'exécution d'une activité que l'on peut

atteindre sans modifier du tout la date finale de réalisation d'un ouvrage. Soit T_{O_i} et T_{A_i} ces deux valeurs pour une tâche i . T_{O_i} doit toujours être inférieure à T_{A_i} ; dans le cas d'égalité de ces deux valeurs, nous dirons qu'une telle tâche appartient au chemin critique. Autrement dit, son exécution ne doit pas dépasser cette date, sinon il résulterait un retard se repercutant sur le délai final d'exécution.

La date de réalisation du début au plus tôt (T_{O_i}) de la tâche i s'obtient en ajoutant à la date de réalisation du début au plus tôt de la tâche précédente la durée d'exécution de cette tâche.

Cependant si deux flèches aboutissent au même noeud, la date de réalisation du début au plus tôt de cette activité est donnée par le maximum des dates de réalisation du début au plus tôt des activités la conditionnant, moyennant l'hypothèse qu'une activité ne peut commencer que si toutes les activités qui la précèdent sont achevées.

Nous ferons le même raisonnement en ce qui concerne la date de réalisation du début au plus tard d'une activité.

Nous partons cette fois-ci de la fin, la date de réalisation de fin au plus tard étant égale à la date de réalisation de fin au plus tôt de cette même activité.

La date de réalisation au plus tard d'une activité i est égale à la date de réalisation du début au plus tard de l'activité j diminuée de la durée d'exécution de l'activité i .

Si une activité conditionne deux ou plusieurs autres, sa date de réalisation du début au plus tard est égale au minimum de ses dates de ces deux ou plusieurs autres activités.

Détermination de la durée et des marges d'exécutions par les tableaux

Comme son nom l'indique il s'agit de dresser un tableau, permettant de connaître d'une façon précise de chaque activité ainsi que leur marges possibles. Celles-ci mettent bien en évidence les tâches critiques et celles qui ne le sont pas.

La marge d'une activité est l'intervalle de temps supplémentaire disponible à la réalisation de cette activité.

On distingue trois types de marges:

Marge totale (M_T) : c'est le temps supplémentaire maximum sur lequel la réalisation d'une activité peut être prolongée sans influencer le terme final.

Marge libre (M_L) : c'est l'intervalle de temps maximum supplémentaire sur lequel la réalisation d'une activité peut être prolongée sans modifier la date de début au plus tôt des activités suivantes.

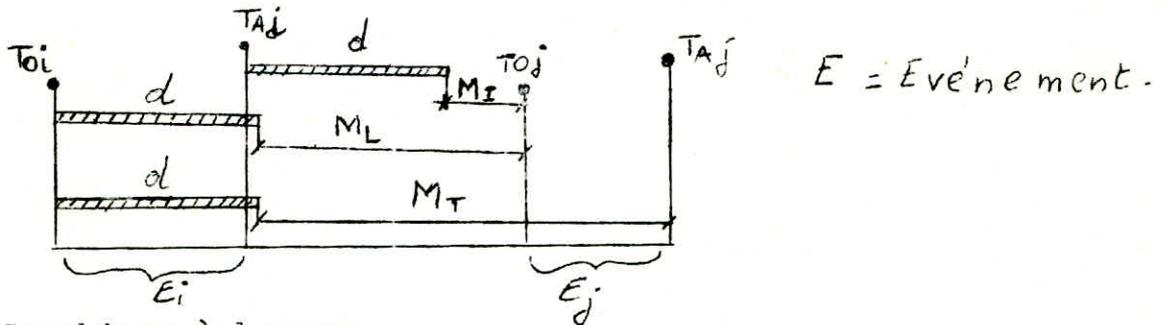
Marge indépendante (M_I) : c'est le supplémentaire maximum sur lequel la réalisation d'une activité commençant à sa date de début au plus tard peut être prolongée sans affecter la date du début au plus tôt des activités suivantes.

$$M_T = T_{Aj} - T_{oi} - d$$

$$M_L = T_{oj} - T_{oi} - d$$

$$M_I = T_{oj} - T_{Ai} - d$$

où d est la durée d'exécution de l'activité.



Graphique à barres

Il s'agit maintenant de communiquer au chantier le programme de mise en oeuvre de toutes les activités consommant des ressources et du temps et celles ne consommant que du temps seulement. Pour cela, on dresse un tableau où figurent toutes ces tâches avec leurs durées et leurs marges respectives. Dans un graphique dressé à l'échelle du temps, nous figurerons toutes les activités par des barres, en prenant soin de mettre en évidence celles parmi elles qui sont critiques. Au dessous de chaque barre, nous avons indiqué les amrges sur lesquelles elle peut glisser sans changer le délai final d'exécution.

Conclusion

La méthode du Chemin Critique remédie aux inconvénients de la méthode de "Travail à la chaine". Cette méthode met en

évidence les activités qui déterminent la durée totale de réalisation (activités critiques). Elle précise également les marges de toutes les autres activités (activités non critiques) qui permettent un glissement de leur réalisation, facilitant ainsi l'utilisation optimale de toutes les ressources.

N° d'ordre	Désignation de activités	Indicateur numérique	Durée d'activité	Date des activités				T _{oj}	Marges		
				au plus tôt		au plus tard			Evénement	Totale	libre
				début	fin	début	fin				
1	Décapage	1 - 2	6	0	6	0	6	6	0	0	0
2	Fondation	2 - 3	3	6	9	6	12	9	3	3	0
3	Fictive	2 - 14	0	6	6	6	6	6	0	0	0
4	Séchage	3 - 4	3	9	12	12	15	12	3	3	0
5	Fictive	3 - 16	0	9	12	12	12	12	0	3	3
6	Coffrage	4 - 5	3	12	15	15	18	15	3	3	0
7	Ferraillage	5 - 6	3	15	18	18	21	18	3	3	0
8	Bétonnage	6 - 7	3	18	21	21	24	21	3	3	0
9	Fictive	6 - 18	0	18	21	21	21	21	0	3	3
10	Séchage	7 - 8	14	21	35	24	38	35	3	3	0
11	Décoffrage	8 - 9	3	35	38	38	41	38	3	3	0
12	Enduit	9 - 10	6	38	44	41	287	44	243	243	0
13	Fictive	9 - 20	0	38	41	41	41	41	0	3	3
14	Paroi, fenêtre	10 - 11	6	44	50	287	293	50	243	243	0
15	Carrillage	11 - 12	12	50	62	293	305	62	243	243	0
16	Peinture	12 - 13	6	62	68	305	311	68	243	243	0
17	Fictive	13 - 30	0	68	311	311	311	311	0	243	243

Durée d'exécution, Marges libre et totale

STADE - SANITAIRE.

N° d'ordre	Désignation des activités	Indicatif municipique	Durée de l'activité	Date des activités				Toj	Marges		
				ou plus tôt		ou plus tard			Evénement	Totale	Libre
				début	fin	début	fin				
18	Décalage	14 - 15	60	6	66	6	66	66	0	0	0
19	Décalage	14 - 16	6	6	12	6	12	12	0	0	0
20	Décalage	15 - 17	6	66	72	66	72	72	0	0	0
21	Fondation	16 - 17	60	12	72	12	72	72	0	0	0
22	Décalage	16 - 18	9	12	21	12	21	21	0	0	0
23	Décalage	17 - 19	149	72	221	72	221	221	0	0	0
24	Ferrillage	18 - 19	200	21	221	21	221	221	0	0	0
25	Décalage	18 - 20	20	21	41	21	41	41	0	0	0
26	Décalage	19 - 21	20	221	241	221	241	241	0	0	0
27	Coffrage	20 - 21	200	41	241	41	241	241	0	0	0
28	Décalage	20 - 22	20	41	61	41	61	61	0	0	0
29	Décalage	21 - 23	20	241	261	241	261	261	0	0	0
30	Bétonnage	22 - 23	200	61	261	61	261	261	0	0	0
31	Décalage	22 - 24	20	61	81	61	81	81	0	0	0
32	Décalage	23 - 25	20	261	271	261	281	281	0	0	0
33	Gradins	24 - 25	200	81	281	81	281	281	0	0	0
34	Décalage	24 - 26	20	81	101	81	101	101	0	0	0

N° d'ordre	Désignation d'activité	Indicateur numérique	Durée d'activité	Date des activités				T _{0j}	Marges		
				au plus tôt		au plus tard			Encadrement	Totale	Libre
				début	fin	début	fin				
35	Décalage	25-27	20	281	301	281	301	301	0	0	0
36	Décoffrage	26-27	200	101	301	101	301	301	0	0	0
37	Décalage	26-28	110	101	221	101	221	221	0	0	0
38	Décalage	27-29	10	301	311	301	311	311	0	0	0
39	Induit ext	28-29	100	211	311	211	311	311	0	0	0
40	Fictive	29-30	0	311	311	311	311	311	0	0	0
41	Reception	30-31	20	311	331	311	331	331	0	0	0

T_{0j} : Date de réalisation au plus tôt de l'événement j°.

(j = 2 n).

N° D'ordre	Désignation des activités	Indicatif numérique	Durée des activités	Date des activités				Tot	Marges		
				au plus tôt		au plus tard			Evénement	Totale	libre
				début	fin	début	fin				
1	Décapage	1 - 2	3	0	3	0	3	3	0	0	0
2	Excavation	2 - 3	3	3	6	3	6	6	0	0	0
3	Fictive	2 - 16	0	3	3	3	30	3	27	27	0
4	Rigole - fait	3 - 4	3	6	9	6	9	9	0	0	0
5	Fictive	3 - 18	0	6	6	6	33	6	27	27	0
6	Fondation	4 - 5	10	9	19	9	19	19	0	0	0
7	Fictive	4 - 20	0	9	9	9	36	9	27	27	0
8	Coffrage	5 - 6	30	19	49	19	49	49	0	0	0
9	Fictive	5 - 22	0	19	19	19	39	19	20	20	0
10	Ferrillage	6 - 7	30	49	79	49	79	79	0	0	0
11	Fictive	6 - 24	0	49	49	49	49	49	0	0	0
12	Bétonnage	7 - 8	30	79	109	79	109	109	0	0	0
13	Fictive	7 - 26	0	79	79	79	79	79	0	0	0
14	Séchage	8 - 9	20	109	129	109	170	129	41	41	0
15	Fictive	8 - 28	0	109	109	109	109	109	0	0	0
16	Décoffrage	9 - 10	10	129	139	170	180	139	41	41	0
17	Raiblage	10 - 11	4	139	179	180	184	179	5	46	36

DUREE D'EXECUTION, Marges libre et totale
de la Salle Omnisport.

N° d'ordre	Désignation des activités	Indicatif numérique	Durée d'activité	Date des activités				T _{oj}	Marge		
				au plus tôt		au plus tard			Evénement	Total	Libre
				début	fin	début	fin				
18	Fictive	10-30	0	139	159	180	190	159	31	51	20
19	Mur en plâtre	11-12	10	179	189	184	194	189	5	5	0
20	Fictive	11-32	0	179	179	184	200	179	21	21	0
21	Plaque	12-13	10	189	199	194	204	199	5	5	0
22	Fictive	12-34	0	189	189	194	204	189	15	15	0
23	Séchage	13-14	3	199	209	204	207	209	2	5	7
24	Fictive	13-36	0	199	199	204	214	199	15	15	0
25	Claison	14-15	10	202	212	207	217	212	5	5	0
26	Fictive	15-82	0	212	217	217	217	217	0	5	2
27	Fictive	15-38	0	212	212	217	227	212	15	15	0
28	Enduit	82-83	20	217	237	217	237	237	0	0	0
29	Caneclage	83-84	20	237	257	237	257	257	0	0	0
30	Fictive	83-86	0	237	237	237	237	237	0	0	0
31	Peinture	84-85	20	257	277	257	277	277	0	0	0
32	Fictive	84-88	0	257	257	257	257	257	0	0	0
33	Fictive	85-90	0	277	277	277	277	277	0	0	0
34	Décapage	16-17	3	3	5	30	33	6	27	27	0
35	Fictive	17-18	0	6	6	33	33	6	27	27	0

N° D'ordre	Désignation des activités	Indicatif unique	Durée des activités	Date des activités				T0j	Marges		
				au plus tôt		au plus tard			Évalué	Totale	Libre
				début	fin	début	fin				
36	Fictive	17.40	0	6	6	33	60	6	54	54	0
37	Excavation	18.19	3	6	9	33	36	9	27	27	0
38	Fictive	19.20	0	9	9	36	36	9	27	27	0
39	Fictive	19.42	0	9	9	36	63	9	54	54	0
40	Logis, bois	20.21	3	9	12	36	39	12	27	27	0
41	Fictive	21.22	0	12	13	39	39	19	20	27	7
42	Fictive	21.44	0	12	12	39	66	12	54	54	0
43	Fondation	22.23	10	19	23	39	49	29	20	20	0
44	Fictive	23.24	0	29	49	49	49	49	0	20	20
45	Fictive	23.46	0	29	29	49	69	29	40	40	0
46	Coffrage	24.25	30	49	79	49	79	79	0	0	0
47	Fictive	25.26	0	79	79	79	79	79	0	0	0
48	Fictive	25.48	0	79	79	79	79	79	0	0	0
49	Ferrailage	26.27	30	79	109	79	109	109	0	0	0
50	Fictive	27.28	0	109	109	109	109	109	0	0	0
51	Fictive	27.50	0	109	109	109	109	109	0	0	0
52	Bétonnage	28.29	30	109	139	109	139	139	0	0	0

N° D'ordre	Designation de l'activité	Indicateur numérique	Durée de l'activité	Date des activités				Tqj	Marges		
				au plus tôt		au plus tard			Evénement	Total	Libre
				début	fin	début	fin				
53	Séchage	29-30	20	139	159	139	190	159	31	31	0
54	Fictive	29-52	0	139	139	139	139	139	0	0	0
55	Décoffrage	30-31	10	159	169	190	200	169	31	31	0
56	Fictive	31-32	0	169	179	200	200	179	21	31	10
57	Fictive	31-54	0	169	189	200	210	189	21	41	20
58	Roulage	32-33	4	179	183	200	204	183	21	21	0
59	Fictive	33-34	0	183	189	204	204	189	15	21	6
60	Fictive	33-56	0	183	199	204	220	199	21	37	16
61	Mur au pte	34-35	10	189	199	204	214	199	15	15	0
62	Fictive	35-36	0	199	199	214	214	199	15	15	0
63	Fictive	35-58	0	199	203	214	224	203	21	25	4
64	Plaque	36-37	10	199	209	214	224	209	15	15	0
65	Poçage	37-38	3	209	212	224	227	212	15	15	0
66	Fictive	37-60	0	209	213	224	234	213	21	25	4
67	Cloison	38-39	10	212	222	227	237	222	15	15	0
68	Fictive	39-86	0	222	237	237	237	237	0	15	15
69	Fictive	39-62	0	222	226	237	247	226	21	25	4

N° ordre	Désignation des activités	Indicateur numérique	Durée des activités	Date de activités				T0j	Marges		
				au plus tôt		au plus tard			Evénement	Totalé	Libre
				début	fin	début	fin				
70	Excluit	36-87	20	237	257	237	257	257	0	0	0
71	Fictive	37-88	0	257	257	257	257	257	0	0	0
72	Fictive	7-92	0	257	257	257	257	257	0	0	0
73	Cauelage	38-89	20	257	277	257	277	277	0	0	0
74	Fictive	39-90	0	277	277	277	277	277	0	0	0
75	Fictive	39-94	0	277	277	277	277	277	0	0	0
76	Peinture	30-91	20	277	297	277	297	297	0	0	0
77	Fictive	7-96	0	297	297	297	297	297	0	0	0
78	Décapage	40-41	3	6	9	60	63	9	54	54	0
79	Fictive	41-42	0	9	9	63	63	9	54	54	0
80	Fictive	41-64	0	9	9	63	90	9	81	81	0
81	Excavation	42-43	3	9	12	63	66	12	54	54	0
82	Fictive	43-44	0	12	12	66	66	12	54	54	0
83	Fictive	43-65	0	12	12	66	93	12	81	81	0
84	Rég. fond	44-45	3	12	15	66	69	15	54	54	0
85	Fictive	45-46	0	15	29	69	69	29	40	54	14
86	Fictive	45-66	0	15	15	69	96	15	81	81	0

N° d'ordre	Designat. de l'acti	Indicatif numérique	Durée des activités	Date de activités				Tog	Marges		
				au plus tôt		au plus tard			Evénement	Totale	Libre
				début	fin	début	fin				
87	Fondatio	46-47	10	29	31	69	79	39	40	40	0
88	Fictive	47-48	0	39	73	79	79	79	0	40	40
89	Fictive	47-67	0	39	33	79	99	39	60	60	0
90	Coffrage	48-49	30	79	109	79	109	109	0	0	0
91	Fictive	49-50	0	109	109	109	109	109	0	0	0
92	Fictive	49-68	0	109	109	109	109	109	0	0	0
93	Ferrailla	50-51	30	109	139	109	139	139	0	0	0
94	Fictive	51-52	0	139	139	139	139	139	0	0	0
95	Fictive	51-69	0	139	139	139	139	139	0	0	0
96	Bétonna	52-53	30	139	169	139	169	169	0	0	0
97	Séchage	53-54	20	169	189	169	210	139	21	21	0
98	Fictive	53-70	0	169	169	169	169	169	0	0	0
99	Décoffrage	54-55	10	189	139	210	220	199	21	21	0
100	Fictive	55-56	0	199	199	220	220	199	21	21	0
101	Fictive	55-72	0	199	219	220	230	219	20	31	10
102	Roulage	56-57	4	199	203	220	224	203	21	21	0
103	Fictive	57-58	0	203	203	224	224	203	21	21	0

N° d'ordre	Désignation des activités	Indicatif numérique	Durée des activités	Date des activités				Taj	Marges		
				ou plus tôt		ou plus tard			Evénement	Totale	Libre
				début	fin	début	fin				
104	Fictive	57-73	0	203	219	224	240	229	20	37	26
105	Mou en 1960	58-59	10	203	213	224	234	213	21	21	0
106	Fictive	59-60	0	213	213	234	234	213	21	21	0
107	Fictive	59-74	0	213	233	234	244	233	11	31	20
108	Plage	60-61	10	213	223	234	244	223	11	31	0
109	Sèche	61-62	3	223	226	244	247	226	21	21	0
110	Fictive	61-75	0	223	243	244	254	243	11	31	20
111	Classe	62-63	10	226	236	247	257	236	21	21	0
112	Fictive	63-92	0	236	257	257	257	257	0	21	21
113	Fictive	63-77	0	236	256	257	267	256	11	31	20
114	Enduit	92-93	20	257	277	257	277	257	20	20	0
115	Fictive	93-94	0	277	277	277	277	277	0	0	0
116	Fictive	93-98	0	277	277	277	277	277	0	0	0
117	Cannage	94-95	20	277	297	277	297	297	0	0	0
118	Fictive	95-96	0	297	297	297	297	297	0	0	0
119	Fictive	95-99	0	297	297	297	297	297	0	0	0
120	Peinture	96-97	20	297	317	297	317	317	0	0	0

N° d'ordre	Désignation de l'activité	Indicatif numérique	Durée des activités	Dates des activités				T _{oj}	Marges		
				ou plus tôt		ou plus tard			Éventuel	Totale	Libre
				début	fin	début	fin				
121	Fictive	97-100	0	317	317	317	317	317	0	0	0
122	Décapage	64-65	3	9	12	90	93	12	81	81	0
123	Excavation	65-66	3	12	15	93	96	15	91	81	0
124	Rigole	66-67	3	15	39	96	99	39	60	81	21
125	Fondation	67-68	10	39	109	99	109	109	0	60	60
126	Coffrage	68-69	30	109	139	109	139	139	0	0	0
127	Ferrailage	69-70	30	139	159	139	169	169	0	0	0
128	Béton	70-71	30	169	199	169	199	199	0	0	0
129	Séchage	71-72	20	199	219	199	230	219	11	11	0
130	Séchage	71-78	6	199	205	199	205	205	0	0	0
131	Décoffrage	72-73	10	219	229	230	240	229	11	11	0
132	Remblayage	73-74	4	229	233	240	244	233	11	11	0
133	M. en place	74-75	10	233	243	244	254	243	11	11	0
134	Plaque	75-76	10	243	253	254	264	253	11	11	0
135	Séchage	76-77	3	253	256	264	267	256	11	11	0
136	Clôture	77-98	10	256	277	267	277	277	0	21	11
137	Enduit	98-99	20	277	297	277	297	297	0	0	0

N° d'ordre	Désignation de l'activité	Indicatif unique	Durée de l'activité	Date de l'activité				T _{0j}	Marges		
				ou plus tôt		ou plus tard			Événement	Totale	Libre
				début	fin	début	fin				
135	Cauclage	99-100	20	297	317	297	317	317	0	0	0
139	Peinture	100-101	20	317	337	317	337	337	0	0	0
140	Toiture	78-79	4	205	209	205	209	209	0	0	0
141	Isol. thermique	79-80	4	209	213	209	213	213	0	0	0
142	Isol. hydrofuge	80-81	4	213	217	213	217	217	0	0	0
143	Fictive	81-82	0	217	217	217	217	217	0	0	0

C H A P I T R E I X
=====

PLAN GENERAL DE L'ORGANISATION DE CHANTIER

Ce chapitre indique en sorte la phase finale de l'étude du projet. En effet, ayant déterminé tous les nécessaires de matériaux, de main d'oeuvre, de constructions socio-administratives, il s'agit maintenant de dresser le plan général d'organisation du chantier. Ce schéma est indiqué en clair sur le plan de masse.

Le plan général d'organisation de l'exécution des travaux a pour but de préciser l'emplacement de toutes les sections annexes productives (station de préparation du béton, des coffrages, des armatures etc...), de toutes les routes d'accès et de circulation, de toutes les constructions provisoires socio-administratives, des dépôts, c'est à dire tous les travaux et aménagements provisoires nécessaires pour la réalisation des constructions définitives. Notre plan général d'organisation de chantier répond aux critères suivants:

- 1 - Il précise l'emplacement de tous les travaux et aménagements provisoires nécessaires à l'exécution des travaux définitifs.
- 2 - Il tient compte de la technologie des principaux processus de travaux en assurant l'espace nécessaire à leur déroulement.
- 3 - Il assure une circulation simple et facile pour les matériaux, les éléments préfabriqués, en évitant les transbordements inutiles, les croisements et réduisant au minimum le volume de manipulation à l'intérieur du chantier.

4- Il crée des conditions optimales pour la sécurité du travail, l'assurance contre les incendies.

5- Il utilise au maximum certains travaux définitifs pendant la durée du chantier. Sous cet objectif nous avons prévu un volume minimal de constructions provisoires neuves.

Lors de la conception du plan général d'organisation de chantier, nous avons analysé en parallèle quelques variantes possibles répondant aux critères ci-dessus et nous avons adopté celle qui est optimale du point de vue du coût général.

C H A P I T R E X
=====

ORGANIGRAMME DE L'ENTREPRISE

L'activité économique de notre pays est conçue et suivie par le Plan d'état. Les charges des plans sont distribuées aux ministères et organes centraux d'Etat qui, à leur tour, les répartit entre les entreprises.

Le chantier est l'unité de base dans le cadre de l'entreprise, avec, pour la réalisation des produits finis dans l'activité de construction et de montage, une certaine forme d'organisation. Il est dirigé par un Ingénieur (ou chef de chantier) aidé par un ingénieur-chef et par l'appareil technico-administratif conforme au schéma que nous avons établi dans notre projet.

Le chef de chantier est responsable de la bonne organisation de l'exécution des travaux, de leur qualité et du respect du terme de l'exécution de ces travaux. Il est également responsable de la bonne utilisation des outillages des moyens de transport, du développement de l'activité de travail, de la réduction du coût et du respect des normes de sécurité de travail et de protection contre l'incendie.

L'ingénieur-chef s'occupe des problèmes de production. Il assure l'interim du chef de chantier en son absence. En sa subordination sont les lots et le chef-mécanicien.

Le chef de chantier est aussi aidé dans son travail, pour couvrir les activités technico-administratives et économiques, par les sections de planification, d'organisation de travail, d'approvisionnement, de financement et de comptabilité, des cantines et logements et des inspecteurs

de cadres.

La direction des processus de production est assuré par l'intermédiaire des lots, dirigés par des ingénieurs ou des techniciens. Le lot peut être composé d'un ou de plusieurs constructions. Le chef de lot peut être aidé par un ou plusieurs conducteurs de travaux, Pour suivre l'exécution des travaux et établir les droits financiers des travailleurs, le chef de lot a sous ses ordres un normateur et un attaché de chantier. Le conducteur de travaux aide en outre le chef de lot dans l'établissement des charges de production et a sous ses ordres deux ou plusieurs brigades.

Les attributions d'un conducteur de travaux sont :

- Il assure les besoins des brigades pour la réalisation de la production.
- Il résoud les problèmes d'ordre techniques survenant sur les lieux de travail.
- Il veille à la bonne utilisation des outillages.
- Il suit la qualité des travaux.
- Il suit en outre le cours des travaux pour le respect du délai fixé par le plan opérationnel.

La brigade est composée de deux ou plusieurs équipes. Elle est dirigée par un chef de brigade dont les attributions sont les suivantes:

- Il organise l'activité de la brigade.
- Il répond de la charge de production existant sur le plan

opérationnel.

- Il prend des indications d'exécution technique et de sécurité du travail.
- Il répartit les charges de la brigade sur les équipes.
- Il donne des instructions aux équipes pour l'exécution des travaux, constate et prend des mesures pour la réduction des défauts existants sur les lieux de travail.
- Il s'intéresse à l'arrivage des matériaux et des outillages.
- Il vérifie le calcul du budget réparti sur la brigade entière.
- Il établit, à la fin de chaque relève, la quantité de travaux exécutée par sa brigade.

L'équipe est l'unité d'organisation la plus petite. Elle est composée de deux ou plusieurs formations minimales de travail, de même spécialité, liées du point de vue organisation pour l'exécution d'un processus simple. Une équipe a à sa tête un chef d'équipe (un travailleur de qualification élevée) qui a les obligations suivantes:

- Il répartit le travail sur les ouvriers.
- Il s'occupe de l'approvisionnement de son équipe en matériaux et outils.

Comme tous les autres ouvriers le chef d'équipe est un élément directement productif au sein de l'équipe;

La formation minimum contient un à cinq ouvriers et est la

forme la plus simple. Elle comprend le nombre minimum de travailleurs nécessaires pour la réalisation d'un processus simple

Pour une bonne organisation d'exécution des travaux, et pour respecter le délai final, il est indispensable d'établir un organigramme complet et scientifique avec les charges précises pour tout le personnel du chantier.

C H A P I T R E X I

=====

INDICE TECHNICO-ECONOMIQUE DE L'ORGANISATION DE

L'EXECUTION DES TRAVAUX

La documentation technico-économique pour la réalisation des travaux s'élabore en deux phases de projection:

- Etude technico-économique
- Projets d'exécution.

L'étude technico-économique est la documentation sur laquelle sont basés des indices appelés indices technico-économiques. Elle résoud les problèmes technico-économiques dans l'ensemble et crée la possibilité de passage direct à l'élaboration du projet d'exécution et du démarrage du chantier.

Le projet d'exécution est la documentation sur laquelle se base l'exécution et le financement du chantier. Aucun travail d'investissement ne peut commencer sans l'approbation des organes compétants, donnée sur la base d'une documentation bien fondée. Les compétences d'approbation des indices et des documentations technico-économiques pour les travaux d'investissement sont établies par des arrêtés de normalisation. Les indices technico-économiques peuvent être exprimés de diverses manières. Une classification générale départage ces indices en deux grandes catégories:

- * Indices des valeurs (en unités de valeurs).
- * Indices naturels (en unités naturelles).

Le rôle des indices technico-économiques est d'établir l'efficience économique de l'investissement proposé résultant de leur comparaison à beaucoup d'autres variantes

pour ce même investissement.

Il est aussi nécessaire de faire la comparaison des indices choisis avec ceux établis au niveau du gouvernement. Parmi les variantes analysées, nous choisirons celle pour laquelle les indices technico-économiques sont les plus rationnels.

Nous avons pour notre part étudié ces indices pour chaque matériau utilisé par chaque construction envisagée. Ils s'obtiennent en divisant la quantité totale du matériau en question par la surface de la construction étudiée.

1 - SALLE OMNISPORT

a) Ciment

$$Q_T = 881000 \text{ kg}$$

$$S = 2787,84 \text{ m}^2$$

$$i = \frac{881000}{2787,84} = 316,015 \text{ kg/m}^2 \text{ soit } \underline{317 \text{ kg/m}^2}$$

b) Pierres

$$Q_T = 2390 \text{ kg}$$

$$i = \frac{2390}{2787,84} = 0,857 \text{ kg/m}^2 \text{ soit } \underline{0,90 \text{ kg/m}^2}$$

c) Sable

$$Q_T = 1940 \text{ kg}$$

$$i = \frac{1940}{2787,84} = 0,696 \text{ kg/m}^2 \text{ soit } \underline{0,70 \text{ kg/m}^2}$$

d) Acier

$$Q_T = 24400 \text{ kg}$$

$$i = \frac{24400}{2787,84} = 8,75 \text{ kg/m}^2 \text{ soit } \underline{9,00 \text{ kg/m}^2}$$

2 - STADE (Tribune officielle et Sanitaires compris)

a) Ciment

$$Q_T = 1600000 \text{ kg}$$

$$S = 23270 \text{ m}^2$$

$$i = \frac{1600000}{23270} = 68,76 \text{ kg/m}^2 \quad \text{soit } \underline{69 \text{ kg/m}^2}$$

b) Pierres

$$Q_T = 4210 \text{ kg}$$

$$i = \frac{4210}{23270} = 0,181 \text{ kg/m}^2 \quad \text{soit } \underline{0,2 \text{ kg/m}^2}$$

c) Sable

$$Q_T = 3030 \text{ kg}$$

$$i = \frac{3030}{23270} = \underline{0,130 \text{ kg/m}^2}$$

d) Acier

$$Q_T = 521000 \text{ kg}$$

$$i = \frac{521000}{23270} = 22,39 \text{ kg/m}^2 \quad \text{soit } \underline{22,4 \text{ kg/m}^2}$$

A N N E X E : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES
ENGINS UTILISES POUR L'EXECUTION DES CONSTRUCTIONS
PROJETEES.

A - TERRASSEMENT

Pour le décapage, le nivellement et le transport des déblais, nous pouvons utiliser un bulldozer à lame fixe, sur une petite distance. Le cadre du bulldozer est une construction soudée en profil métallique portée par un tracteur à pneus. L'installation est composée de deux cylindres hydrauliques alimentés par des conduites de pression. Ils sont articulés sur un support, fixés au tracteur, et actionnent la lame de haut en bas et vice-versa par un système d'articulation.

B - PREPARATION ET MISE EN OEUVRE DU BETON

La capacité des stations de béton est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{Q}{h(k_1 \cdot Z_v - k_2 \cdot Z_i)} \alpha$$

P : capacité de production de la station en m³/heure,

Q : quantité de béton nécessaire par an en m³,

α : coefficient de non rythmicité des travaux de construction,

$$\alpha = 1,2 \text{ à } 1,5$$

h : nombre d'heures par relève (h = 8 heures)

k₁, k₂ : nombre de relève par jour (k₁ = k₂ = 1)

Z_v, Z_i : respectivement nombre de jours ouvrables pendant l'été (environ 250 jours) et pendant l'hiver (environ 50 jours).

Z_v, Z_i : respectivement nombre de jours ouvrables pendant l'été
(environ 250 jours) et pendant l'hiver (environ 50 jours)

Le nombre d'unités (de bétonnières) se détermine
par la formule:

$$n = \frac{P}{\beta \cdot p \cdot s} \quad \text{avec } s = \frac{3600}{t}$$

n : nombre d'unités,

β : coefficient d'utilisation du temps dans une relève.

$$\beta = (0,7 \text{ à } 0,9) \quad (\beta = 0,7)$$

P : capacité de production de la station en m^3 /heure

p : capacité de production d'une bétonnière en m^3 /charge ($p=0,5 m^3$)
3600 secondes par heure

t : durée d'une charge en seconde. ($t = 180 s$)

Pour la préparation du béton, nous avons besoin de
trois unités de bétonnage se trouvant près des dépôts de
ciment et des agrégats.

Pour notre cas, $Q = 4378 m^3$

$$P = \frac{4378}{8 (250 - 50)} \cdot 1,5 = 4,095 m^3/\text{heure} \quad \text{soit } 5 m^3.$$

Pour le compactage du béton on a utilisé des
vibrateurs extérieurs au coffrage pour tous les éléments
de béton monolithe verticaux. L'élément principal du vibrateur
est un moteur asynchrone triphasé, ayant fixés, sur son arbre,
des poids non équilibrés constituant des éléments perturbateurs
donnant des vibrations circulaires. Pour les plaques on a
utilisé des vibrateurs-plaques, qui sont comme les précédents

montés sur une plaque métallique. Ce type de vibreur s'utilise pour le compactage du béton coulé dans des plaques de 20 à 30 cm d'épaisseur. Par ces vibrations on augmente la résistance spécifique du béton qui devient dense.

C - TRAVAUX DE MONTAGE

Pour le montage des gradins, nous avons utilisé une auto-grue caractérisée par une grande mobilité de déplacement. Cette grue, rotative, avec une flèche inclinable est montée sur un châssis d'auto-camion, et pèse 3 tonnes.

Pour le montage des fermes de la salle Omnisport, on a utilisé la grue à pneus Gottwald MK/3U fabriquée en R.F.A.

D - TRANSPORT

Pour le transport de tous les matériaux, on a utilisé des autos-camions, de diverses marques, de 3, 4, ou 5 tonnes. Le transport des éléments préfabriqués (gradins, fermes) est assuré par une remorque basse R.A 12 de 12 tonnes, moyen routier avec une capacité moyenne. Cette remorque est équipée d'un frein pneumatique commandé sur le tracteur, et aussi d'un frein à main.

E - FINISSAGE

Pour cela nous avons utilisé une machine d'enduit (MT1), un appareil électrique de peinture (A: EZ1), une machine de polissage des carrelages type I.U.SB, un pistolet pour fixer les boulons sur les murs.

B I B L I O G R A P H I E

- Professeur Notes de cours d'organisation
CIORCIU Raducanu planification et gestion de
chantier
- Maitre-Assistant
BEJINARIU NECULAI Mircea..... Application sur les notions
théoriques du cours d'organisation
de planification et gestion de
chantiers
- Professeur
ILEANA Nicolae et collectivité.. Organisation et gestion des
chantiers
- Professeur
ILEANA Nicolae et collectivité.. Cours d'organisation et planifi-
cation des travaux de chantiers
- Ingénieur
AURIAN Justin et collectivité... Recherche opérationnelle en
construction
- Ingénieurs
BODEA Sabin Construction socio-administrative
pour l'organisation des chantiers
LUPU Mircea
***** Indicateur de normes de devis pour
les travaux de terrassement (T_G)
***** Indicateur de normes de devis pour
les travaux de construction civile
et industrielle (C)
- Ingénieurs
S.POP
S.TOLOGEA Guide des constructeurs
I.PUICEA

Ingénieur

OLTEANU IonitaStructures d'organisation des
entreprises modernes

Ingénieur

CHRISTOPHE.J Le P.E.R.T et la construction
et collectivité

*****.....Mécanisation des travaux de montage
des préfabriqués

*****..... Outillage de construction

*****..... Technologies industrialisées des
chantiers

Ingénieur

PAVEL.C Construction et technologies travaux
et collectivité de construction

Ministère de la..... Plans d'architecture

Jeunesse et des
Sports

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
INTRODUCTION :	1
Chapitre I : Etablissement du mode de réalisation de l'ouvrage	4
Chapitre II : Calcul des quantités de travaux	8
Chapitre III : Calcul des nécessaires de matériaux, de préfabriqués, de la main d'oeuvre et des outillage	80
Chapitre IV : Etablissement de la suite optimale des processus de constructions; Détermination de leurs durées; Détermination de la main d'oeuvre pour chaque processus.	104
Chapitre V : Organisation de l'exécution des travaux par la méthode du "Travail à la Chaine".	127
Chapitre VI : Diagrammes différentiels et intégrals de consommation et d'approvisionnement des matériaux; Courbes des stocks.	134
Chapitre VII : Organisation efficiente de la base technico-matérielle du chantier.	146
Chapitre VIII : Organisation de l'exécution des travaux par la méthode du Chemin Critique.	169
Chapitre IX : Plan général de l'organisation de chantier	189
Chapitre X : Organigramme de l'entreprise.	192
Chapitre XI : Indice technico-économique de l'exécution des travaux.	197

ANNEXE

201

