



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

PRESENTE PAR :

Michel BADOLO

ANNEE 1989-1990

ETUDE TECHNIQUE BETON ARME
ET ORGANISATION DE MISE EN
ROUTE DU CHANTIER DE
CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE
CITE UNIVERSITAIRE DE LA
PATTE D'OIE A OUAGADOUGOU

Mention :

Encadrement
M. BASSOLE

E. I. E. R.
Enregistré à l'arrivée le _____ N° 076/90

√- MA MERE

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé à constituer ce document. Ces remerciements s'adressent :

- A Monsieur **BASSOLE Batio Joseph** pour l'encadrement et les conseils qui m'ont éclairés lors de l'élaboration de ce document

- A Monsieur **OLOUKOI Henri**, pour son devouement tout au long de la réalisation de ce document.

- Au corps professoral pour les efforts qu'il a consenti pour notre formation

Au personnel de l'EIER pour sa sympathie et sa servia-
bilité

- Au personnel de l'Entreprise Zodo pour sa disponibilité

- A Madame **BAMOUNI Rita** qui a eu l'amabilité de dactylogra-
phier ce document.

- A mes parents qui n'ont cessé de m'aider moralement et matériellement.

SOMMAIRE

Résumé

Introduction

PREMIERE PARTIE

A. Les aspects théoriques

I. Installation du chantier

II. Ressources humaines

III. Organisation du chantier

B. Projet d'organisation du chantier de la cité Universitaire de la Patte-d'Oie

I. Installation du chantier

II. Ressources humaines

III. Organisation du chantier

DEUXIEME PARTIE

A. Etude technique béton armé

I. Objectifs

II. Hypothèses de calcul

III. Prédimensionnement

V. Descente de charge sur poteau circulaire

VI. Fondations

VII. Descente de charge sur les dalles

VIII. Descente de charge sur les poutres

.../...

IX. Descente de charge sur poteau en arc

X. Longrines

B. Plan de ferrailage

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

L'industrie de bâtiment est un domaine très complexe. C'est pourquoi, il nécessite un minimum de connaissance en matière d'organisation.

C'est dans ce cadre que premièrement, nous nous sommes attelés à trouver les moyens nécessaires pour résoudre certains problèmes d'organisation qui constituent souvent un frein à la bonne marche des chantiers.

Deuxièmement, nous avons effectué l'étude technique qui donne les quantités de matériaux et la résistance des ouvrages. Ainsi la connaissance de la quantité réelle de matériau à utiliser permet souvent de faire une économie de matériau.

INTRODUCTION

Ces dernières années, on a assisté au Burkina Faso plus principalement à Ouagadougou, à une floraison d'entreprises de construction dans le domaine du bâtiment. Mais on constate malheureusement que les chantiers qui leur sont confiés ne sont pas exécutés dans de bonnes conditions. Ainsi on assiste à :

- des retards allant jusqu'à 12 mois parfois d'avantage
- des difficultés financières qui entraînent des faillites et des résiliations.
- des contentieux entre maîtres d'ouvrages et entrepreneurs.

Tous ces problèmes sont dûs en grande partie à l'inorganisation des chantiers sur le plan matériel, matériaux, planification et ressources humaines.

C'est dans ce cadre qu'il m'a été demandé en tant qu'élève ingénieur d'asseoir l'organisation de mise en chantier et l'étude technique béton armé du projet de construction de la cité universitaire de Patte d'Oie.

En effet la cité universitaire de la Patte d'Oie est un complexe immobilier composé de 3 corps qui sont :

- un bloc à 6 niveaux (R + 5)
- un bloc à 5 niveaux (R + 4)
- un bloc à 4 niveaux (R + 3)

Ce complexe immobilier occupe une surface totale de plancher d'environ 10 000 m².

Notre étude portera donc uniquement sur le gros oeuvre dont le coût estimé à 400 millions de francs CFA et concerne l'exécution des ouvrages ci-après :

- terrassements
- fondations
- béton
- béton armé
- maçonnerie
- enduits
- travaux de voiries et réseaux divers.

)REMIERE PARTIE

A. LES ASPECTS THEORIQUES

I. INSTALLATION DU CHANTIER

L'installation du chantier a pour but d'organiser la disposition rationnelle de tous les matériels et matériaux du chantier. C'est pourquoi l'installation doit permettre et atteindre les objectifs suivants :

- sécurité sur le chantier
- accessibilité facile à tous les postes de travail et aux divers stocks.
- le moindre gêne dans le travail
- réduire les déplacements des travailleurs et des engins.

Pour satisfaire à tous ces critères, il faudra que la superficie disponible soit suffisamment grande. Dans le cas contraire, nous nous adresserons à la municipalité pour qu'elle nous cède un terrain adjacent libre ou qu'elle déclasse certaines rues. Dans le pire cas, nous serons obligé de louer un terrain ailleurs, le plus proche que possible pour la préparation des travaux et les stockages des matériaux et engins de chantier

I.1. Aménagement et occupation des espaces

I.1.1. Les granulats et le ciment

Ils seront stockés sur place pour faciliter la fabrication du béton. Compte tenu des problèmes de climat chaud, nous ne pourrons pas utiliser du béton prêt à l'emploi car le béton risque de perdre ses qualités (notamment prise rapide) pendant le transport.

La quantité de stock de granulat devra être connue pour permettre une occupation conséquente des espaces.

En ce qui concerne le ciment, il sera stocké dans un entrepôt couvert pour éviter qu'il se détériore ou se solidifie au contact des intempéries et de l'air.

I.1.2. Les aciers

Du fait de leur poids et de leur encombrement, le montage des aciers se fera sur le chantiers. Ceci permettrait d'éviter des retards d'exécution qui pourraient être dûs à des pannes ou des accidents de circulation, ou à des pénuries dans les magasins de ventes. Pour cela des stocks minimums devront être prévus en fonction du planning d'exécution.

I.1.3. Les planches et les contre plaqués

Ils seront stockés sur place en vue de la confection des coffrages sur place. Il serait beaucoup plus onéreux de transporter ou d'installer un atelier de coffrage loin du chantier.

I.1.4. Les magasins

Les magasins seront disposés à l'entrée du chantier pour faciliter leur accès aux véhicules d'approvisionnement.

I.1.5. Les aires de préfabrication

Elles seraient nécessaires au cas où nous aurons des modules répétitifs tels que les dalles, les poutrelles etc... La préfabrication si elle est possible permettrait de gagner du temps et une économie en matériaux de coffrage. Pour cela, il faudrait disposer du matériel de levage tels que des grues, des éleveurs etc...

Les aires de préfabrication seront disposées de telle sorte qu'elles soient rapprochées de la bétonnière, du sable et du gravier et ^{de} telle sorte que les engins de levage puissent y accéder.

I.1.6. Les locaux de service

Les locaux de service se localiseront au même emplacement que les magasins pour limiter les déplacements du commis ou du magasinier. Ainsi les participants à la réunion pourront garer leur véhicule non loin ou même hors du chantier.

I.1.7. Les douches et les WC

Les douches et le WC seront placés en tenant compte de la direction des vents. Leur nombre sera déterminé en fonction du nombre de personnes exerçant sur le chantier.

I.1.8. Les voies d'accès

Pour faciliter les manoeuvres des conducteurs de véhicules, les voies d'accès seront situées sur les rues principales.

I.1.9. Les voies de circulation

Elles seront exécutées pour permettre aux engins de circuler dans les meilleures conditions de rendement et de sécurité.

Ces voies devront permettre des dépassements et des croisements des engins du chantier.

I.1.10. Les aires de stationnement des engins ou de véhicules

Elles seront aménagées de telle manière à ne pas gêner la circulation sur le chantier.

I.1.11. Le bac de réserve d'eau

Compte tenu des pénuries d'eau et des pressions d'eau qui sont faibles dans certains quartiers, il faudra prévoir un bac de réserve d'eau ayant un volume qui permettra de travailler pendant toute une journée. Ce bac sera constamment rempli d'eau.

I.1.12. Quelques éléments de sécurité et d'hygiène

Pour avoir un bon fonctionnement du chantier, les ouvriers devront être dans de bonnes conditions de travail. Les éléments de sécurité et d'hygiène devront respecter la réglementation en vigueur.

- La sécurité

Pour sa protection individuelle, chaque ouvrier aura à sa disposition :

- une tenue de travail adéquate
- un casque
- une paire de gants
- une paire de botte

Le chantier disposera d'une boîte pharmaceutique et d'un ~~s~~secouriste choisi parmi le personnel et formé très rapidement. Le numéro des sapeurs pompiers sera affiché dans la salle de réunion pour des appels d'urgence.

Pour faire face à un quelconque incendie, le chantier disposera d'extincteurs portatifs.

Afin de permettre aux ouvriers de travailler sans danger, il devra être prévu sur chaque échaffaudage un garde-corps ou un filet. Pour protéger le chantier contre des actes de vandalisme ou de banditisme, le chantier sera clôturé. A chaque entrée, il sera disposé un gardien de jour et un gardien de nuit pour surveiller les entrées sorties des matériaux et matériels stockés sur le chantier. Le chantier sera éclairé la nuit.

Pour des raisons de sécurité, seuls les véhicules de l'entreprise, certains véhicules tels que ceux de fournisseurs, des sous-traitants et des différents corps d'états seront autorisés à pénétrer sur le chantier. A cet effet, il sera disposé à l'entrée du chantier des panneaux interdisant l'accès du chantier à toute personne étrangère ou signalant un danger.

- L'hygiène

Afin d'assurer le minimum d'hygiène sur le chantier, il sera construit des douches et des WC. Chaque semaine, on procédera au nettoyage du chantier afin que le travail se fasse sans gêne.

II. RESSOURCES HUMAINES

Elles seront chargées d'organiser, de diriger et d'exécuter les travaux. Elles seront divisées en trois groupes :

- le personnel d'encadrement
- la main d'oeuvre production
- le personnel d'entretien.
- le personnel de soutien

II.1. Le personnel d'encadrement

Il sera fonction de l'importance du chantier et sera composé d'ingénieurs de conception, de conducteurs des travaux, de chefs de chantier.

II.1.1. Ingénieurs de conception

Ils auront pour rôle de concevoir le plan d'installation du chantier, de mettre en le planning, de concevoir les coffrages, la politique des approvisionnements, les contacts et d'une façon générale la gestion du chantier.

II.1.2. Les conducteurs des travaux

Il doit avoir une formation d'ingénieur ou de technicien supérieur. Son rôle sera de diriger et de coordonner les opérations du chantier. Il prendra si nécessaires les dispositions utiles pour respecter les plannings et rattraper les retards éventuels. Il secondera l'ingénieur de conception, sera chargé de réaliser effectivement les approvisionnements et s'occupera des embauches à moyens et courts termes.

II.1.3. Les chefs de chantier

Leur nombre sera fonction de l'importance du chantier. Ce seront en général des ouvriers spécialisés ayant une expérience suffisante dans le domaine du bâtiment. Ils auront pour tâche d'aider le conducteur des travaux et de suivre les chefs d'équipe dans l'exécution des travaux.

II.1.4. Les chefs d'équipe

Ils seront responsables d'un groupe d'ouvriers qu'ils seront chargés d'encadrer et de diriger dans l'exécution des travaux.

II. 2. La main d'oeuvre productive

Elle aura une fonction de production. Son nombre variera en fonction des besoins du chantier. Ce sera les ouvriers et les manoeuvres.

II.2.1. Les ouvriers

Ils exécuteront les différentes tâches sous l'ordre du chef d'équipe.

II.2.2. Les manoeuvres

Ce seront des personnes physiques n'ayant aucune connaissances en matière de bâtiment. Ils auront une fonction de manutention c'est-à-dire aider les ouvriers.

II.3. Le personnel de soutien

Il aura pour rôle d'assurer la coordination en matière d'approvisionnement entre le chantier et le bureau de l'entreprise. Il ne chargera aussi de vérifier la présence^{de} la main d'oeuvre afin d'assurer la discipline et d'éviter certaines attitudes laxistes. Ce personnel sera constitué d'un magasinier et d'un commis.

II.3.1. Le Commis

Il assurera le pointage journalier et vérifiera la présence des ouvriers et manoeuvres tous les matin avant le démarrage des travaux.

II.3.2. Le magasinier

Le magasinier aura pour rôle d'assurer l'approvisionnement régulier du chantier afin d'éviter les ruptures de stocks. C'est lui qui recevra les matériaux du chantier, enregistrera les entrées et les sorties. Il procèdera, sur demande du conducteur des travaux, aux commandes de matériaux ou de petits matériels.

II.4. Les personnel d'entretien

Pour éviter des pannes intermittentes, il est nécessaire de prévoir une équipe pour l'entretien du matériel.

Cet entretien sera uniquement un entretien de routine c'es-à-dire l'entretien journalier (points à graisser, niveaux à vérifier, pressions des pneumatiques etc...) et l'entretien périodique (échange de filtres, nettoyage et réglage de certains organes etc...). Cette équipe sera constitué d'un mécanicien, d'un électricien et d'un apprenti mécanicien.

III. ORGANISATION DU CHANTIER

C'est une condition nécessaire au bon fonctionnement du chantier. C'est pourquoi avant le démarrage de tout chantier, chaque entreprise devra établir un planning d'exécution.

III.1. La planification

Toute entreprise qui voudra soumettre son offre, devra établir au préalable un planning d'exécution. Ce planning permettra de respecter les délais d'exécution et de prévoir les charges improductives telles que la location de véhicules ou d'engins, les taux d'intérêts bancaires.

Il permettra d'organiser les approvisionnements et les embauches d'ouvriers et de manoeuvres, de prendre contact avec les différents organismes et personnes suivantes :

- la municipalité
- les fournisseurs
- les locataires
- la direction de la main d'oeuvre
- les caisses de prévoyance et de sécurité sociale
- l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement
- la Société Nationale d'Electricité
- l'Office National des Télécommunications
- le maître d'oeuvre
- le maître de l'ouvrage
- etc...

III.2. L'approvisionnement en matériaux

L'approvisionnement en matériaux du chantier se fera de façon à éviter les ruptures de stock. Pour cela, il sera mis sur place un comité de gestion de stock de matériaux ou de matériels. Ce comité jouera le rôle de courroie de transmission entre le chantier et la comptabilité de l'entreprise qui procédera aux commandes. Les matériaux seront livrés soit par les camions bennes de l'entreprise soit par des camions bennes loués pour une période qui sera fonction du planning.

III.3. La coordination

Elle aura pour fonction d'agencer l'ensemble des moyens de production de l'entreprise afin d'obtenir la pleine efficacité de chacun d'eux. Cette coordination sera obtenue que si le planning est respecté. Elle permettra de suivre les actions de chaque poste de travail en synchronisant leurs activités et d'améliorer la productivité du chantier.

III.4. Le matériel de chantier

Le choix du matériel de chantier sera fonction de l'importance du chantier et du travail qu'il fournira sur le chantier. Les principaux engins que nous rencontrerons sur les chantiers sont :

III.4.1. Les engins de changement

- Les chargeuses et les chargeuses pelleteuses
- les élévateurs
- les pelles hydrauliques
- les pelles mécaniques à câbles
- les grues à tour fixes
- les grues mobiles sur pneumatiques
- les grues à tour sur rail

III.1.2. Les engins effectuant à la fois des opérations de chargement et de transport

- les décapeuses (scrapers)
- les tracteur-dozers

III.1.3. Les engins de transport

- les camions
- les dumpers
- les moto basculeurs
- les tombereaux
- les brouettes

III.1.4. Les engins de mise en place des matériaux

- les niveleuses
- les compacteurs
- les finisseurs.

III.4.5. Les engins divers

- Le compresseur
- La cisaille électrique ou mécanique
- La bétonnière
- Les godets
- La pondeuse

III.5. Les rencontres préliminaires

Les rencontres préliminaires auront pour but de permettre :

- une prise de contact entre maître d'ouvrage, maître d'oeuvre et différents corps d'état.
- de présenter l'organisation du chantier et de préciser la superficie disponible
- de régler certaines questions techniques, financières, d'assurances et de calendrier.
- de préciser le jour et l'heure des réunions hebdomadaires

**B. PROJET D'ORGANISATION DU CHANTIER DE LA CITE
UNIVERSITAIRE DE LA PATTE D'OIE**

I. L'INSTALLATION DU CHANTIER

Le terrain dont dispose le maître d'ouvrage a une superficie d'environ 2600 m². Les pavillons occupent une superficie d'environ 1900 m². Il nous restera donc une superficie d'environ 700 m² pour l'aménagement des aires de stockage et de travail. Pour savoir si la superficie restante suffira, nous allons calculer la quantité de matériaux à stocker par mois et la surface que les matériaux occuperont ainsi que les engins et les postes de travail.

Le gros oeuvre s'étendant sur 16 mois, nous avons décidé de couler deux planchers par mois.

Calcul des matériaux constituant le béton

Ces calculs se feront à partir du devis estimatif et l'abaque n° 2.

- gros béton dosé à 250 kg/m³ : 106 m³

Ce béton contient :

- 69 m³ de sable
- 75 m³ de gravier
- 27 tonnes de ciment

- béton armé dosé à 350 kg/m³ : 2300 m³

Il contient :

- 1173 m³ de sable
- 1748 m³ de gravier
- 230 tonnes d'acier
- 805 tonnes de ciment

- enduits dosés à 300 kg/m³ : 850 m³

- 480 m³ de sable
- 260 tonnes de ciment

- chape dosé à 500 kg/m³ : 200 m³

- 84 m³ de sable
- 100 tonnes de ciment

- maçonnerie en parpaings creux de 15 cm 75000 parpaings
 - 450 m3 de sable
 - 130 tonnes de ciment

- maçonnerie en parpaings creux de 10 cm : 33575 parpaings
 - 200 m3 de sable
 - 56 tonnes de ciment

Totaux des différents constituants à stocker

- sable : 2456 m3 soit 246 m3 par mois
- gravier : 1823 m3 soit 182 m3 par mois
- acier : 257 tonnes soit 258 tonnes par mois
- ciment : 1608 tonnes soit 161 tonnes par mois

II. 1. Aménagement et occupation des espaces (voir plan masse)

- Sable

Le sable sera stocké sur une superficie d'environ 100 m³ sur un rayon d'environ 6 mètres

- Gravier

Le gravier sera stocké sur une superficie d'environ 80 m³ avec un rayon de 5 mètres

- Ciment

Le ciment sera stocké en raison de 3000 sacs de 50 kg (150 t) dans un magasin couvert ayant une superficie de 32 m² (8X4) et une hauteur de 3 mètres.

- Les aciers

Ils seront stockés en raison de 25 tonnes par mois sur une superficie de 75 m² (5 X 15)

- Les planches et les contre-plaqués

Les planches seront stockés à l'air libre (voir plan masse). Quant aux contre-plaqués, ils seront stockés dans le magasin.

- Les aires de fabrication et de stockage des agglos

(voir plan masse)

- Les aires de préfabrication

Compte tenu du fait que les dalles sont identiques, nous allons donc les préfabriqués (pré-dalles). Ainsi l'aire de préfabrication occupera un espace de 80 m² (8 X 10) pouvant contenir 6 pré-dalles de dimension 4,25 X 2,20.

- Le magasin

Il servira à stocker le ciment, les contre-plaqués et quelques petits matériels (pointes, gas-oil, fil de fer etc...). Il servira aussi de bureau pour le magasinier.

- Les locaux de service

Ils seront construits à l'entrée du chantier pour faciliter l'accès.

- Les bureaux

Ils seront au nombre de 3 avec chacune une superficie de 12,5 m² (2,5 X 4)

- . le bureau du conducteur des travaux
- . le bureau des chefs de chantier
- . le bureau du commis

La salle de réunion

Elle sera capable d'accueillir 20 personnes. Pour cela elle sera équipée d'un mobilier adéquat et permettre de travailler dans de bonnes conditions. Elle occupera une superficie de 32 m²

- Les douches et les W.C.

Nous construirons 3 douches et 2 W.C.

- Les voies d'accès

Elle sera ouverte sur le côté-Est (voir plan masse)

- Les voies de circulation

(voir plan masse)

- Les aires de stationnement des engins et véhicules

(voir plan masse)

- Les bac de réserve d'eau

Le bac de réserve d'eau aura une capacité de 35 m³ étendue sur 25 m² avec une profondeur de 1,4 mètres.

Ce volume a été calculé en fonction du volume de béton que deux planches (R + 4 et R + 5) peuvent consommer.

II.2. Constat

Après les différents calculs effectués en vue de connaître les différentes superficies à aménager, nous nous rendons compte que la superficie restante (~~1000~~⁷⁰⁰ m²) ne suffira pas et ne permettra pas de travailler ou de circuler aisément ou de stationner les engins. Nous nous voyons donc dans l'obligation de nous adresser à la municipalité pour qu'il nous cède un terrain.

Quelques éléments de sécurité et d'hygiène

Ces éléments de sécurité doivent respecter la réglementation en vigueur (voir aspects théoriques)

II. LES RESSOURCES HUMAINES

II. 1. Le personnel d'encadrement

- Ingénieur de conception

Le chantier étant important, nous aurons besoins d'un ingénieur de conception.

- Conducteur des travaux

Il se chargera de coordonner les actions des chefs de chantier

- Chefs de chantier

Comme nous avons prévu de couler entièrement deux planchers par mois, nous aurons besoin de 2 chefs pour suivre chacun un plancher.

- Chefs d'équipes

Ils seront au nombre de 6 répartis comme suit :

- . 2 pour la section maçonnerie
- . 1 pour la section ferrailage
- . 1 pour la section menuiserie
- . 1 pour la section bétonnière
- . 1 pour la section préfabrication

+ section maçonnerie

Elle concernera le coulage des plancher, des poteaux et le montage des murs et enduits. Pour chaque ouvrage, ils se répartiront comme suit :

- Pour le coulage des planchers, ils seront 3 maçons aidés de 4 manoeuvres par plancher 1 maçon pour vibrer, 2 maçons pour tenir les règles, 4 manoeuvres pour tirer le béton. Soit au total 6 maçons et 8 manoeuvres.
- Pour le coulage des poteaux : 1 maçon pour tenir le godet, 1 maçon pour vibrer. Comme nous devons travailler simultanément sur deux planchers, ils seront au total 4 maçons.
- Pour le montage des murs : 1 maçon qui façonne le mortier et qui place les briques. Il sera aidé d'un (1) manoeuvre qui se chargera de lui donner les briques. Comme nous avons prévu de monter 3 murs par plancher et par jour, ils seront au total 6 maçons et 6 manoeuvres.

+ section ferrailage

Pour le montage d'un poteau, d'une poutre, d'une dalle, d'une voile ou d'un escalier, on aura besoin de 3 ouvriers et d'un manoeuvre : 1 ouvrier prépare le fer, 2 ouvrier font le montage, 1 manoeuvre coupe l'acier et le donne aux ouvriers.

Pour la mise en place des poteaux, voiles, escaliers, on aura besoin de 18 ouvriers et 6 manoeuvres pour les deux planchers. Pour mettre en place les aciers des dalles tous les 18 ouvriers et les 6 manoeuvres se mobiliseront soit 9 ouvriers et 3 manoeuvres par plancher. Tous seront supervisés par un chef d'équipe.

+ section préfabrication (prédalles)

Elle comprendra 2 maçons, 2 manoeuvres et 1 chef

. Le chef d'équipe se chargera de préparer les dimensions et de superviser les travaux.

. Les 2 maçons se chargeront d'égaliser le béton

. Les 2 manoeuvres se chargeront de tirer le béton

On pourra travailler simultanément avec les 2 bétonnières.

+ section agglos

. 1 ouvrier pour manipuler la pondeuse

. 1 maçon pour mélanger le sable, le ciment et l'eau

. 1 manoeuvre pour mettre le mélange dans la pondeuse.

+ section menuiserie

. 1 ouvrier pour tracer les formes des coffrages

. 2 ouvriers pour couper les planches et les contreplaqués et pour les monter

. 2 ouvriers pour la mise des coffrages

. 2 manoeuvres : 1 pour la mise en place du coffrage et 1 pour transporter les planches.

+ section bétonnière

. 3 manoeuvres pour rouler les brouettes car une gâchée de béton nécessite 2 brouettes de gravier et une brouette de sable.

. 1 ouvrier pour manipuler la bétonnière

On aura au total 6 manoeuvres et 2 ouvriers pour les deux bétonnières.

En résumé : on aura au total : 45 ouvriers, 31 manoeuvres

II.2 Le personnel de soutien

Il sera composé d'un magasinier et d'un commis.

II.3 Le personnel d'entretien

Il sera composé d'un chef mécanicien qui assurera l'entretien journalier et l'entretien périodique, d'un électricien et d'un apprenti-mécanicien pour aider le chef mécanicien.

III. ORGANISATION DU CHANTIER

III. 1. La planification (voir planning)

Il consistera en un planning d'exécution qui permettra de suivre le jour au jour les exécutions des différents ouvrages, les embauches et les approvisionnements.

III.2. L'approvisionnement en matériaux

L'approvisionnement en matériaux se fera par intervalles d'un mois en fonction du planning et en collaboration avec le comité de gestion. Ce comité de gestion sera constitué du magasinier, du commis et du conducteur des travaux.

III.3. La coordination

Le conducteur des travaux se chargera de coordonner les actions des chefs de chantier qui seront chargés de dicter les programmes journaliers aux différents chefs d'équipe qui à leur tour les mettront en exécution par l'intermédiaire des ouvriers. Pour cela chaque chef de chantier aura à sa disposition des fiches d'exécution qu'il sera tenu de remplir en fin de journée. Ces fiches seront remises au conducteur des travaux pour lui permettre de suivre les avancements des travaux.

III.4. Le matériel de chantier

III.4.1. Les engins de chargement

. Une chargeuse sur pneumatique

Compte tenu de l'importance du chantier, elle sera utile pour effectuer des chargements rapides (ex : chargements de débris pour le nettoyage du chantier.)

. Une pelle hydraulique sur pneumatique

Du fait de sa polyvalence (extraction, chargement, excavation). Elle sera très pratique pour le chantier.

. Deux grues

Pour couler les deux planchers par mois, nous aurons besoin de deux grues. Compte tenu de la hauteur des bâtiments et de leur envergure, les grues devront avoir les caractéristiques suivantes :

- pouvoir soulever une charge minimum de 3 tonnes (le poids d'une prédalle de 4,25 X 2,20 est de 2,34 tonnes)
- avoir une portée de 40 mètres
- avoir une hauteur d'au moins 25 mètres (bâtiment à 5 étages)

Pour bien gérer l'espace disponible, nous utiliserons une grue à tour fixe et une grue à tour sur rail.

III.4.2. Les engins de transport

. Un camion benne

Il servira à effectuer des approvisionnements (acier, ciment, sable, gravier) et le nettoyage du chantier.

. Deux motobasculeurs

Ils serviront à transporter du ciment et du béton pour les bétonnières et les postes de travail.

. Un tracteur

Il nous permettra de transporter des citernes d'eau en cas de pénuries et pourra tirer des remorques pour approvisionner le chantier.

. Des brouettes

Nous aurons besoin de 3 brouettes par bétonnière car une gâchée de béton nécessite 2 brouettes de gravier et 1 brouettes de sable.

III.4.3. Engins de mise en place de matériaux

. Deux compacteurs

Du fait que nous travaillerons simultanément sur deux bâtiments, il nous faudra 2 rouleaux vibrants automoteurs pour la mise en place de la terre latéritique pour le dallage.

III.4.5. Engins divers

. Deux bétonnières

Nous utiliserons 2 bétonnières avec trémie mobile à fond ouvrant pour les deux planchers. Elles auront chacune une production horaire de 90 m³.

. Un compresseur

Nous aurons besoin d'un compresseur rotatif mobile ayant une pression minimale pour faire marcher les vibreurs et les marteaux piqueurs etc...

. Une cisaille électrique

. Deux godets

Deux godets standards seront utiles pour mise en place du béton.

. Une pondeuse

Une pondeuse sera utilisé en vue de respecter les prescriptions des cahiers de charges qui exigent que les briques soient conformes aux normes (résistance).

//)EUXIEME PARTIE

A. ETUDE BETON ARME

1. OBJECTIFS

L'étude béton armé a pour but de :

- calculer les aciers nécessaires pour la résistance et la stabilité des ouvrages.
 - mettre en place les différents types de coffrage.
- Tout en cherchant à atteindre ces deux objectifs, les calculs doivent rester économiques.

II. HYPOTHESES DE CALCUL

II. 1. Règlements appliqués

Les règles et annexes du BAEL 83 serviront de base de calcul.

II.2. Caractéristiques des matériaux

- Béton

Il sera défini par sa résistance à la compression à 28 Jours :

$$f_c 28 = \text{MPa}$$

La résistance caractéristique à la traction à 28 jours :

$$f_t 28 = 0,6 + 0,06 f_c 28 = 2,1 \text{ MPa}$$

Nous supposons que nous sommes en situation courante d'où un coefficient de sécurité $\gamma_b = 1,5$

L'ouvrage étant implanté à Ouagadougou, loin de toute atmosphère marine, la fissuration sera supposée peu nuisible.

Les calculs se font donc à l'état limite ultime.

- ARMATURES

Les aciers utilisés sont des aciers Hautes Adhérence (HA)

$$f_e \text{ E } 400 \quad f_e = 400 \text{ MPa}$$

Comme nous sommes en situation courante, on prendra $\gamma_s = 1,15$

Le montant réduit limité sera calculé par la formule :

$$l_u = 0,341 \sqrt{\quad} - 0,1776$$

SOL DE FONDATION

La contrainte admissible au sol à 1 mètre sera de 0,25 MPa

III. PREDIMENSIONNEMENT

1. Dalles

Nous avons une série de dalles identiques portant dans deux directions ($0,4 \leq \frac{l_x}{l_y} = \frac{4,20}{6,50} = 6,5 < 1$)

$$h \geq \frac{l_y}{40} \text{ à } \frac{l_y}{50} \iff h \geq 0,13 \text{ à } 0,16 \text{ m}$$

Nous allons retenir $h = 0,16$ m comme épaisseur de dalle

III.2. Poutres

La largeur b_0 des poutres doit être supérieure ou égale à l'épaisseur finie des murs (20 cm) donc en première approximation, nous allons prendre $b_0 = 20$ cm.

Comme nous savons que $d_{min} = 2,5$ à $3 b_0$, nous allons prendre $d_{min} = 2,75 b_0 = 2,75 \times 0,20 = 0,55$ m en première approximation aussi. Si nous tenons compte de l'enrobage de 5 cm, on doit avoir $h = 60$ cm.

Nous pouvons vérifier que $h \geq \frac{l}{20}$ à $\frac{l}{16}$. Comme la portée de la poutre est $l = 6$ m ou aura $h \geq 0,30$ à $0,38$ m.

III.3. Longrines

Pour donner une bonne assise au mur, nous allons prendre la largeur b_0 des longrines égale à 0,20 m et une hauteur hors du sol égale à 0,30 m. Comme nous avons des emmarchements de hauteur égale à 0,60 m et pour éviter que les eaux de pluies s'infiltrerent dans le dallage, nous allons compléter cette hauteur au total à 0,60 m pour les longrines extérieures et garder 0,40 m pour les longrines intérieures.

III.4. Poteaux

Le poteau circulaire est traversé de part en part par des poutres $lf = 0,7 l_0 = 0,7 \times 4,2 = 2,94 \text{ m}$

$$\lambda \leq 50 \Rightarrow D \geq \frac{4lf}{50} = 0,23 \text{ m}$$

Nous allons prendre $D = 40 \text{ cm}$

V. DESCENTE DE CHARGE SUR UN POTEAU CIRCULAIRE

	G (daN)	Q (daN)
<u>Charges permanentes</u>		
<u>Terrasse non accessible</u>		
Etanchéité : 30 x (5,5 X 4,5)	742	
forme de pente : 154 X (5,5 X 4,5)	3812	
Dalle : 400 X (5,5 X 4,5)	9900	
<u>Planchers (5)</u>		
Dalle : 5 X 400 X (3,50 X 4,5)	29250	
Chape adhérente : 5 X 0,04 X 200 (4,5 X 3,25)	5850	
Cloisons légères : 5 X 75 X 2,80 X 12,2	12810	
<u>Garde de corps</u>		
poids propre : 5 X 250 X 3	3750	
<u>Poutres</u>		
poids propre : 5 X (180 X 2 + 200 X3)	4800	
<u>Maçonnerie</u>		
mur : 5 X 744 X 2,40	8928	
<u>Longrine</u> : 200 X 7 X 4	5 600	
<u>Poids propre poteau</u> : 177 X 19	3363	
<u>Charges d'exploitation</u>		
terrace non accessible : 100 X 5(5,5X4,5)		2475
plancher : 150 X 5 X (3,25 X 4,5)		10969
garde de corps : 80 X 5 X 3		1200
	<u>G = 88805 daN</u>	<u>Q = 14644 daN</u>

Détermination des armatures longitudinales

- $N_u = 1,35G + 1,5Q = 141852,75 \text{ daN} \# 1,42 \text{ MN}$
- $B_x = (0,20 - 0,02) \times \pi = 0,101 \text{ m}^2$
- $\lambda = \frac{4 l_f}{D} = \frac{4 \times 0,7 l_0}{0,4} = \frac{4 \times 0,7 \times 4,2}{0,4} = 29,4$
 $\lambda < 70 \rightarrow$ pas de risque flambement
 de plus $\lambda < 50 \Rightarrow$ économie d'acier
- $\lambda < 50 \Rightarrow \beta = 1 + 0,2 \left(\frac{\lambda}{35} \right) = 1 + 0,2 \left(\frac{29,4}{35} \right) = 1,14$

Les charges seront appliquées entre 28 et 90 jours

$$\beta = 1,1 \times 1,14 = 1,25$$

section d'armatures longitudinales

$$A = \frac{1}{f_e} (1,35 \beta N_u - 0,85 B_x f_{ce})$$

$$A = \frac{1}{400} (1,35 \times 1,25 \times 1,42 - 0,85 \times 0,101 \times 25)$$

$$A = 6,25 \text{ cm}^2$$

$$\bullet A_{\min} = \sup \left(\frac{0,2 B}{100}; 4U \right) = \sup (2,51; 5,02) = 5,02 \text{ cm}^2$$

$$\bullet A_{\max} = \frac{5B}{100} = 62,83 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} < A_{\text{calculé}} < A_{\max}$$

$$\text{donc } A = 6,25 \text{ cm}^2 \Rightarrow 6HA12 = 6,79 \text{ cm}^2$$

VI. FONDATIONS

Nous allons dimensionner la semelle du poteau circulaire

$$P_u = 1,35 G + 1,5 Q = 1,35 \times 88805 + 1,5 \times 14644$$

$$P_u = 141852,75 \text{ daN} \approx 1,42 \text{ MN}$$

$$P_{sol} = G + Q = 88805 + 14644 = 103449 \text{ daN} \approx 1,04 \text{ MN}$$

Le poteau est circulaire de diamètre 0,4 m

$$\left\{ \begin{array}{l} a' b' \gg \frac{P_{sol}}{\bar{\sigma}_{sol}} \\ p = 1 = \frac{a'}{b'} \end{array} \right. \Leftrightarrow a' \gg \frac{P_{sol}}{\bar{\sigma}_{sol}}$$

$$a' \gg \sqrt{\frac{P_{sol}}{\bar{\sigma}_{sol}}} = \sqrt{\frac{1,04}{0,25}} = 2,04 \text{ m} \Rightarrow a' = b' = 2,04 \text{ m}$$

$$d' = \frac{2,04 - 0,4}{4} = 0,41 \text{ m}$$

$$\Rightarrow h = d + 0,04 = 0,45 \text{ m}$$

on prend $a' = b' = 2,10 \text{ m} \Rightarrow$ semelle carrée.

Vérification de la contrainte :

$$\sigma = \frac{P_{sol}}{a' b'} = \frac{1,04}{(2,1)^2} = 0,236 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 0,236 \text{ MPa} < \bar{\sigma} = 0,25 \text{ MPa}$$

ferraillage

$$A_1 = A_2 = \frac{P_u (a' - a)}{8 d \sigma_s} = \frac{P_u (b' - b)}{8 d \sigma_s}$$

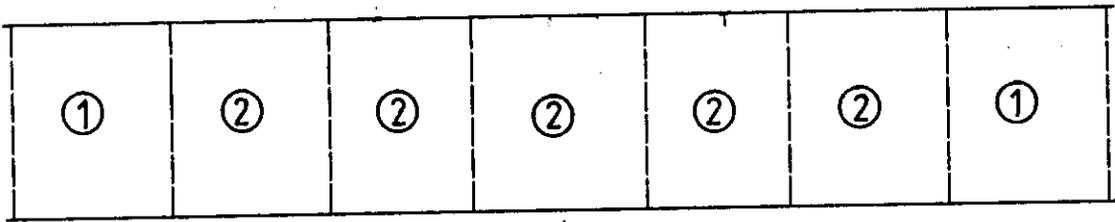
$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348$$

$$A_1 = A_2 = \frac{1,42 \times (2,10 - 0,40)}{8 \times 0,41 \times 348} = 21,15 \text{ cm}^2$$

$$A = 21,15 \text{ cm}^2 \Rightarrow 11 \text{ HA } 16 = 22,11 \text{ cm}^2 \Rightarrow e = 17,5 \text{ cm}$$

VII DESCENTE DE LA CHARGE SUR LA DALLE

	G (daN/m ²)	Q (daN/m ²)
Poids propre de la dalle :	400	
Chape adhérente :	80	
Chaises légères :	75	
Charge d'exploitation		150
	G = 555	Q = 150



Les panneaux portant le même numéro auront le même ferrailage .
 Pour effectuer nos calculs, nous allons considérer notre série de dalles comme des poutres continues de largeur $b_0 = 1$ m et de hauteur $h = 0,16$ m.

$$P_u = 1,35G + 1,5Q = 974 \text{ daN/m}^2$$

$$P_{ser} = G + Q = 405 \text{ daN/m}^2$$

Nous travaillons à l'E.L.U. et le béton est non fissuré $\Rightarrow \bar{\nu} = 0$

$$f = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4,20}{6,50} = 0,646 \Rightarrow \begin{cases} \mu_x = 0,0746 \\ \mu_y = 0,369 \end{cases}$$

$$M_{ux} = \mu_x P_u l_x^2 = 0,0746 \times 974 \times 1 \times (4,2)^2 = 12814 \text{ N.m} \approx 0,0128$$

$$M_{ux} = 0,0128 \text{ MN.m.}$$

$$M_{ux} = 0,0128 \text{ MN.m}$$

$$M_{uy} = 0,369 \times 0,028 = 0,005 \text{ MN.m}$$

$$M_{sux} = 0,0746 \times 405 \times (4,2)^2 = 0,0093 \text{ MN.m}$$

$$M_{suy} = 0,369 \times 0,0093 = 0,034 \text{ MN.m}$$

Appuis de rive

Pour les appuis de rive, il faudra prévoir des aciers capable d'équilibrer un moment égal à 0,15 Mo

Appuis intermédiaires

$$M_{aux} = 0,5 M_{ux} = 0,5 \times 0,0128 = 0,0064 \text{ MN.m}$$

$$M_{asux} = 0,5 M_{sux} = 0,5 \times 0,0093 = 0,0046 \text{ MN.m}$$

$$\gamma = \frac{M_{aux}}{M_{asux}} = 1,39$$

$$\mu_{eu} = 0,341 \times 1,39 - 0,1776 = 0,296$$

$$\mu_u = \frac{M_{aux}}{\sigma_{bc} \times b \times d^2} = \frac{0,0064}{14,17 \times 0,14^2} = 0,23$$

$$\sigma_{bc} = \frac{0,85 f_{ct28}}{\gamma_b} = 14,17 \text{ MPa}$$

$\mu_u < \mu_{eu} \Rightarrow$ pas d'aciers comprimés

$\mu_u < \mu_{AB} = 0,186 \Rightarrow$ pivot A et $\sigma_s = 348 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,23}) = 0,029$$

$$\beta = 1 - 0,4 \alpha = 0,988$$

$$A_u = \frac{M_{aux}}{\beta \alpha \sigma_s} = \frac{0,0064}{0,988 \times 0,14 \times 348} = 1,33 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{f_{ct28}}{f_c}$$

$$A_{min} = \frac{0,23 \times 0,14 \times 1 \times 2,1}{400} = 1,69 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} > A_u \Rightarrow A = A_{min}$$

$$A = 1,69 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA8} = 2,01 \text{ cm}^2 \Rightarrow e = 25 \text{ cm} < e_{max} = 33 \text{ cm}$$

Calcul des panneaux

panneaux de rive ①

suivant ly

$$M_{xly} = 0,85 M_{xy} = 0,85 \times 0,005 = 0,0042 \text{ MN.m}$$

$$M_{xuly} = 0,85 M_{ouy} = 0,85 \times 0,034 = 0,029 \text{ MN.m}$$

$$\gamma = 1,45$$

$$\rho_{eu} = 0,341 \times 1,45 - 0,1746 = 0,316$$

$$\rho_u = \frac{0,0042}{14,14 \times 1 \times (0,14)^2} = 0,015$$

$$\rho_u < \rho_{eu} \Rightarrow \text{pas d'aciers comprimés}$$

$$\rho_u < \rho_{AB} = 0,186 \Rightarrow \text{pivot A et } \sigma_s = 348 \text{ MPa}$$

$$A_u = \frac{M_{xly}}{\beta d \sigma_s}$$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,015}) = 0,019$$

$$\beta = 1 - 0,4 \times 0,019 = 0,99$$

$$A_u = \frac{0,0042}{0,99 \times 0,14 \times 348} = 0,87 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 1,69 \text{ cm}^2 > A_u = 0,87 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow A = 1,69 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA8} \Rightarrow e = 25 \text{ cm}$$

suitant lx

$$M_{xtx} = 0,85 M_{ux} = 0,011 \text{ MN.m}$$

$$M_{suxtx} = 0,85 M_{sux} = 0,0079 \text{ MN.m}$$

$$\delta = 1,39$$

$$\rho_{lu} = 0,296$$

$$\rho_u = \frac{0,011}{14,14 \times 1 \times (0,14)^2} = 0,039$$

$\rho_u < \rho_{lu} \Rightarrow$ pas d'aciers comprimés

$\rho_u < \rho_{as} = 0,186 \Rightarrow$ pivot A et $\sigma_s = 348 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,039}) = 0,05$$

$$\beta = 1 - 0,4 \times 0,05 = 0,98$$

$$A_u = \frac{0,011}{0,98 \times 0,14 \times 348} = 2,30 \text{ cm}^2 > A_{\min} = 1,69 \text{ cm}^2$$

$$A = 2,30 \text{ cm}^2 \Rightarrow 5 \text{ HA } 8 = 2,51 \text{ cm}^2 \Rightarrow e = 20 \text{ cm}$$

Effort tranchant

suitant lx

panneau de rive ①

$$V_0 = \frac{P_u l}{2} = \frac{974 \times 4,2}{2} = 20454 \text{ N} \approx 0,0205 \text{ MN}$$

$$V_1 = -V_0 + \frac{M_e - M_{ew}}{l_x} = -V_0 + \frac{(-0,5 M_x + 0,15 M_x)}{l_x}$$

$$V_1 = -0,0205 - \frac{0,35 \times 0,0128}{4,2} = -0,0206 \text{ MN}$$

$$\tau_{u1} = \frac{|V_1|}{b d} = \frac{0,0206}{0,14 \times 1} = 0,147 \text{ MPa}$$

$$\tau_{u0} = \frac{|V_0|}{b d} = \frac{0,0205}{0,14 \times 1} = 0,146 \text{ MPa}$$

$$\tau_{u0} < \tau_{u1} = 0,147 < 0,05 f_{cc} = 1,25 \text{ MPa}$$

⇒ pas d'armatures transversales suivant lx

Calcul suivant ly

$$V_0 = \frac{P_u l_y}{2} = \frac{944 \times 6,5}{2} = 31655 \text{ N} = 0,0314 \text{ MN}$$

$$V_1 = -V_0 + \left(\frac{-0,5 M_y + 0,15 M_2}{l_y} \right) = -V_0 - \frac{0,35 M_y}{l_y}$$

$$V_1 = -0,0314 - \frac{0,35 \times 0,0034}{6,5} = 0,0318$$

$$\tau_{u,0} = \frac{0,0317}{0,14 \times 1} = 0,226 \text{ MPa}$$

$$\tau_{u,1} = \frac{0,0318}{0,14 \times 1} = 0,227 \text{ MPa}$$

$$\tau_{u,0} < \tau_{u,1} < 0,05 f_{ct,28} = 1,25 \text{ MPa} \Rightarrow$$

pas d'armatures transversales suivant ly

ce calcul est valable pour les panneaux intermédiaires.

panneaux intermédiaires

Les panneaux ① et ② étant identiques et supportant en plus des charges identiques, le ferrailage des panneaux seront les même que les panneaux

Résumé

panneau ① et ②

- en travée

$$A_x = 2,30 \text{ cm}^2 \Rightarrow 5 \text{ HA8} : e = 20 \text{ cm}$$

$$A_y = 1,69 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA8} : e = 25 \text{ cm}$$

- appui intermédiaire

$$A_x = 1,69 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA8} : e = 25 \text{ cm}$$

$$A_y = 1,69 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA8} : e = 25 \text{ cm}$$

VIII DESCENTE DE CHARGES SUR LES POUTRES

poids poutre = $0,6 \times 0,20 \times 2\,500 = 300$ daN/ml

poids des murs = $310 \times 2,4 = 744$ daN/ml

charge d'exploitation : $150 \times \frac{4,2}{2} = 315$

charge trapezoïdale : $2 \times (1,35 \times 555 + 1,5 \times 150) \times \frac{4,20}{2} = 4091,9$ daN/ml

charge uniformément répartie : $1,35 (300 + 744) = 1409,4$ daN/ml

$$M_{0,u} = \frac{P_{kmax}}{24} (3l^2 - 4a^2) + \frac{P_u l^2}{8}$$

$$M_{0,u} = \frac{4091,9}{24} [3 \times (6,1)^2 - 4 \times (\frac{4,2}{2})^2] + \frac{1409,4 \times (6,1)^2}{8} \# 0,23$$

$$M_{0,u} = \frac{2981}{24} [3 \times (6,1)^2 - 4 \times (\frac{4,2}{2})^2] + 1044 \times \frac{(6,1)^2}{8}$$

$$M_{0,u} = 164\,519 \text{ MN.m} \# 0,165 \text{ MN.m}$$

$$\gamma = \frac{M_{0,u}}{M_{0,ur}} = \frac{0,23}{0,165} = 1,39$$

$$\mu_{lu} = 0,341 \times 1,39 - 0,1776 = 0,296$$

$$\mu_u = \frac{0,23}{\sigma_{bc} \times b \times d^2} = \frac{0,23}{14,17 \times 0,20 \times (0,56)^2} = 0,26$$

$\mu_{lu} > \mu_u \Rightarrow$ il n'est pas nécessaire de prévoir des aciers comprimés.

$$\mu_u = 0,26 < \mu_{AB} = 0,186 \Rightarrow \text{pivot A}$$

$$\sigma_s = 348 \text{ MPa}$$

$$A_u = \frac{M_u}{\beta d \sigma_s}$$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,26}) = 0,38$$

$$\beta = 1 - 0,4 \times 0,38 = 0,85$$

$$A_u = \frac{0,23}{0,85 \times 0,56 \times 348} = 13,88 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0,23 b \cdot d \frac{f_{t28}}{f_e}$$

$$A_{min} = 1,35 \text{ cm}^2$$

$$A = A_u = 13,88 \text{ cm}^2 \Rightarrow 9 \text{ HA } 14 = 13,85 \text{ cm}^2$$

Calcul de l'effort tranchant

$$V_0 = \frac{Pl}{2} = \frac{5501,3 \times 6,1}{2} = 0,17 \text{ MN}$$

$$\tau_{u_0} = \frac{V_0}{b d} = \frac{0,17}{0,20 \times 0,56} = 1,52 \text{ MPa} < 3,25 \text{ MPa}$$

Nous avons des armatures droites $\Rightarrow \alpha = 90^\circ$

La fissuration est peu nuisible et il n'y a pas de reprise de bétonnage $\Rightarrow k = 1$

$$\frac{A_t}{b \cdot s_t} \geq \frac{\tau_{u_0} - 0,3 f_{t28}}{0,8 f_e}$$

$$\phi_t \leq \min \left\{ \frac{h}{35}; \phi_e; \frac{b_0}{10} \right\} = \min \{ 17, 14; 16; 20 \} = 16$$

On prend $\phi_t = 8 \text{ mm} \Rightarrow A_t = 2,01 \text{ cm}^2$

$$\bullet S_t \leq \frac{A_t}{b_0} \times \frac{0,8 f_e}{(\tau_{u_0} - 0,3 f_{t28})} = \frac{2,01 \cdot 10^{-4}}{0,20} \times \frac{0,8 \times 400}{(1,52 - 0,3 \times 2,1)} = 36,14 \text{ cm}$$

$$\bullet S_t \leq \bar{S}_t = \min(0,9 d; 40) = 40 \text{ cm}$$

$$\bullet S_t \leq \frac{A_t f_{et}}{0,4 b_0} = \frac{2,01 \times 10^{-4} \times 400}{0,4 \times 0,20} = 100 \text{ cm}$$

Nous allons retenir 22 cm comme écartement des armatures transversales.

Influence de l'effort tranchant au voisinage des appuis

$$a > \frac{V_u}{0,267 b f_{ct8}} = \frac{0,17}{0,267 \times 0,2 \times 25} = 0,13 \text{ m}$$

$$a = 0,13 \text{ m}$$

$$a + 3 + 2 = 18 \text{ cm} < 40 \text{ cm} \Rightarrow$$

le poteau est suffisamment large pour un bon ancrage

Influence de l'effort tranchant sur les armatures longitudinales inférieures

$$A \geq \frac{\delta_s V_u}{f_e} = \frac{1,15 \times 0,17}{400} = 4,88 \text{ cm}^2$$

$$A = 13,88 \text{ cm}^2 > 4,88 \text{ cm}^2. \text{ La condition est vérifiée}$$

Vérification des contraintes

$$b \cdot y_1^2 + 30A y_1 - 30Ad = 0$$

$$20 y_1^2 + 30 \times 13,88 y_1 - 30 \times 13,88 \times 56 = 0$$

$$20 y_1^2 + 416,4 y_1 - 23184 = 0$$

$$\Delta = B^2 - 4AC = (416,4)^2 - 4 \times 23184 \times 20$$

$$= 2028108,96$$

$$\sqrt{\Delta} = 1424,11$$

$$y_1 = \frac{-B + \sqrt{\Delta}}{2A} = \frac{-416,4 + 1424,11}{40}$$

$$y_1 = 25,19 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \cdot y_1^3}{3} + 15A (d - y_1)^2$$

$$I = \frac{20 \times (25,19)^3}{3} + 15 \times 13,88 \times (56 - 25,19)^2 = 303055 \text{ cm}^4$$

$$I = 0,0030 \text{ m}^4$$

$$\sigma_b = \frac{M_{ser} y_1}{I} = \frac{0,165 \times 25,19 \cdot 10^{-2}}{30 \cdot 10^{-4}} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_b = 0,6 f_{c28} = 0,6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 15 \sigma_b \times \frac{d-y_1}{y_1} = 15 \times 13,85 \times \frac{(56-25,19)}{25,19} = 254 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_b < \bar{\sigma}_b \\ \sigma_s < \bar{\sigma}_s \end{array} \right.$ donc la contrainte passe

IX- DESCENTE DE CHARGE SUR POTEAU EN ARC

	G	Q
<u>Charges permanentes</u>		
. acrotère : $(1,11 \times 0,16 \times 2,4) \times 2 \ 500 + 30(2,4 \times 1,11)$	1146	
. forme de pente : $154 \left(\frac{6,5}{2} \times 4,4 + \frac{0,4}{4} \times \pi + \frac{3,3}{2} \times 0,4 \right)$	2215	
. dalle : $400 \times \left(\frac{6,5}{2} \times 4,4 + \frac{0,4}{4} \times \pi + 3,3 \times 0,4 \right)$	5753	
. étanchéité : $30 \times \left(\frac{6,5}{2} \times 4,4 \right)$	858	
<u>planchers</u>		
. dalle : $5 \times 400 \times \left(\frac{6,5}{2} \times 4,4 \right)$	28600	
. chape adhérente : $80 \times 5 \times \left(\frac{6,5}{2} \times 4,4 \right)$	5720	
. cloisons légères : $5 \times 75 \times \left(\frac{6,5}{2} + 4,4 \right)$	5362	
<u>Poutres</u>		
. $6 \times 300 (3,05 + 3,3/2)$	8460	
<u>Maçonnerie</u>		
$5 \times 310 \times (3,05 + 3,3/2) \times 2,4$	17840	
<u>Longrine</u>		
$300 \times (2,2 + 3,3 / 2)$	1155	
<u>poids propre du poteau</u>		
471×19	8949	
<u>charges d'exploitation</u>		
$100 \times \left(\frac{6,5}{2} \times 4,4 + \frac{0,4^2}{2} \times \pi + \frac{3,3}{2} \times 0,4 \right)$		1521
$150 \times 5 \left(\frac{6,5}{2} \times 4,4 \right)$		10725
	86058	12246

G = 86058 daN

Q = 12246 daN

Ferraillage poteau en arc

• $N_u = 1,35 G + 1,5 Q = 134547 \text{ daN} \approx 1,35 \text{ MN}$

• $B_1 = \frac{2\pi \times 0,58}{4} \times 0,18 = 0,164$

• $\lambda = \frac{3,46 \times l_f}{a} = \frac{3,46 \times 0,7 \times 4,2}{0,6} = 16,95$

$\lambda = 16,95 < 50 \Rightarrow \beta = 1 + 0,2 \left(\frac{16,95}{35} \right)^2 = 1,04$

plus de la moitié des charges sont appliquées entre 28 et 90

jours $\Rightarrow \beta = 1,1 \times 1,04 = 1,14$

$A = \frac{1}{f_e} \left(1,35 \beta N_u - 0,85 B_1 f_{c28} \right)$

$A = \frac{1}{400} \left(1,35 \times 1,14 \times 1,35 - 0,85 \times 0,164 \times 25 \right) = -0,0035 \text{ cm}^2$

$A = -35,18 \text{ cm}^2$

• $A_{\min} = \sup \left(\frac{0,2B}{100}; 4U \right) = (3,7 \text{ cm}^2; 9,6 \text{ cm}^2) = 9,6 \text{ cm}^2$

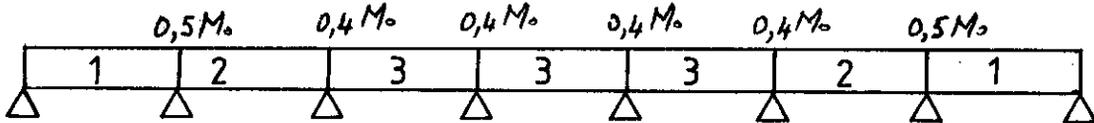
A calculé = $-35,18 \text{ cm}^2 < 0 \Rightarrow A_{\text{réel}} = A_{\min} = 9,6 \text{ cm}^2$

$A = 9,6 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA } 14 + 4 \text{ HA } 12 = 10,68 \text{ cm}^2$

X - LONGRINES (intérieures)

Les longrines portent un mur de 2,80 de hauteur.

Nous aurons 7 travées de portées égales à 4,20 m



Calcul des moments de comparaison

Conditions d'application de la méthode forfaitaire

- 1°) la longrine est à charge modérée.
- 2°) La longrine a une section constante d'où un moment d'inertie constant.
- 3°) $\frac{l_i}{l_{i+1}} = 1$ car les portées sont égales et $0,8 < 1 < 1,25$
- 4°) La fissuration est peu nuisible.

$$M_{0u} = \frac{P_u l^2}{8} = \frac{1442 \times 4,2^2}{8} = 31796 \text{ N.m} \approx 0,032 \text{ MN.m}$$

$$M_{0ser} = \frac{P_{ser} l^2}{8} = 23549 \text{ N.m} \approx 0,024 \text{ MN.m}$$

$$\alpha = \frac{Q_B}{Q_B + G} = \frac{0}{G} = 0 \Rightarrow 1 + 0,3\alpha = 1 < 1,05$$

on prend $1 + 0,3\alpha = 1,05$

travée de rive ①

$$\begin{cases} M_t \geq 0,6 M_0 \\ M_t \geq 0,8 M_0 \end{cases} \Rightarrow M_t = 0,8 M_0$$

travée intermédiaire ②

$$\begin{cases} M_t \geq 0,5 M_0 \\ M_t \geq 0,6 M_0 \end{cases} \Rightarrow M_t = 0,6 M_0$$

travée intermédiaire ③

$$\begin{cases} M_t \geq 0,5 M_0 \\ M_t \geq 0,65 M_0 \end{cases} \Rightarrow M_t = 0,65 M_0$$

Calcul à l'E.LU

• travée ①

$$M_u = 0,8 M_{0u} = 0,8 \times 0,032 = 0,0256 \text{ MN.m}$$

$$M_{su} = 0,8 M_{0su} = 0,8 \times 0,024 = 0,0192 \text{ MN.m}$$

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{su}} = 1,33 \Rightarrow \beta_{lu} = 0,341 \times \gamma - 0,1776 = 0,275$$

$$\mu_u = \frac{M_u}{\sigma_{bc} \times b \times d^2} = \frac{0,0256}{14,17 \times 0,2 \times (0,37)^2} = 0,066$$

$$\mu_u = 0,066 < \beta_{lu} = 0,275 \Rightarrow \text{pas d'aciers comprimés}$$

$$\mu_u = 0,066 < \mu_{AB} = 0,186 \Rightarrow \text{pivot A et } \sigma_s = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,066}) = 0,085$$

$$\beta = 1 - 0,4 \alpha = 1 - 0,4 \times 0,085 = 0,97$$

$$A_u = \frac{M_u}{\beta \times \sigma_s} = \frac{0,0256}{0,97 \times 0,37 \times 348} = 2,05 \text{ cm}^2$$

$$A_{u\min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = \frac{0,23 \times 0,2 \times 0,37 \times 2,1}{400} = 0,89 \text{ cm}^2$$

$$A_{u\min} < A_u \Rightarrow A = 2,05 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA } 8 = 2,01 \text{ cm}^2$$

• travée ②

$$M_u = 0,6 \times 0,032 = 0,0192 \text{ MN.m}$$

$$M_{su} = 0,6 \times 0,024 = 0,0144 \text{ MN.m}$$

$$\gamma = 1,33 \Rightarrow \beta_{lu} = 0,275$$

$$\mu_u = \frac{0,0192}{14,17 \times 0,2 \times (0,37)^2} = 0,05$$

$$\mu_u < \beta_{lu} \Rightarrow \text{pas d'aciers comprimés}$$

$$\mu_u < \mu_{AB} \Rightarrow \text{pivot A et } \sigma_s = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,05}) = 0,064$$

$$\beta = 1 - 0,4 \times 0,064 = 0,94$$

$$A_u = \frac{0,0192}{0,94 \times 348 \times 0,37} = 1,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 0,89 \text{ cm}^2$$

$$\text{donc } A = 1,54 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3 \text{ HA8} = 1,51 \text{ cm}^2$$

travée ③

$$M_u = 0,65 \times 0,032 = 0,021 \text{ MN.m}$$

$$M_{su} = 0,65 \times 0,024 = 0,016 \text{ MN.m}$$

$$\gamma = 1,33 \Rightarrow \mu_{su} = 0,275$$

$$\mu_u = \frac{0,021}{14,17 \times 0,2 \times 0,37^2} = 0,054$$

$$\mu_u < \mu_{su} \Rightarrow \text{pas d'aciers comprimés}$$

$$\mu_u < \mu_{AB} = 0,186 \Rightarrow \text{pivot A et } \sigma_s = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,054}) = 0,07$$

$$\beta = 1 - 0,4 \times 0,07 = 0,97$$

$$A_u = \frac{0,021}{0,97 \times 0,37 \times 348} = 1,68 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 0,89 \text{ cm}^2 < A_u = 1,68 \text{ cm}^2$$

$$A = 1,68 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA8} = 2,01 \text{ cm}^2$$

Appui ①

$$M_u = 0,5 M_{0,u} = 0,5 \times 0,032 = 0,016 \text{ MN.m}$$

$$M_{su} = 0,5 M_{0,su} = 0,5 \times 0,024 = 0,012 \text{ MN.m}$$

$$\gamma = 1,33$$

$$\mu_{lu} = 0,275$$

$$\mu_u = \frac{0,016}{14,17 \times 0,2 \times (0,37)^2} = 0,041$$

$\mu_u < \mu_{lu} \Rightarrow$ pas d'aciers comprimés

$$\mu_u < \mu_{AB} = 0,186$$

\Rightarrow pivot A et $\sigma_s = 348 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,041}) = 0,052$$

$$\beta = 1 - 0,4 \times 0,052 = 0,98$$

$$A_u = \frac{0,016}{0,98 \times 0,37 \times 348} = 1,26 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0,89 \text{ cm}^2 < A_u$$

$$A = 1,26 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3 \text{ HA}8 = 1,51 \text{ cm}^2$$

Appui ②

$$M_u = 0,4 M_{0,u} = 0,013 \text{ MN.m}$$

$$M_{su} = 0,4 M_{0,su} = 0,0096 \text{ MN.m}$$

$$\gamma = 1,33 \Rightarrow \mu_{lu} = 0,275$$

$$\mu_u = \frac{0,013}{14,17 \times 0,2 \times (0,37)^2} = 0,033$$

$\mu_u < \mu_{lu} \Rightarrow$ pas d'aciers comprimés

$\mu_u < \mu_{AB} = 0,186 \Rightarrow$ pivot A et $\sigma_s = 348 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,033}) = 0,042$$

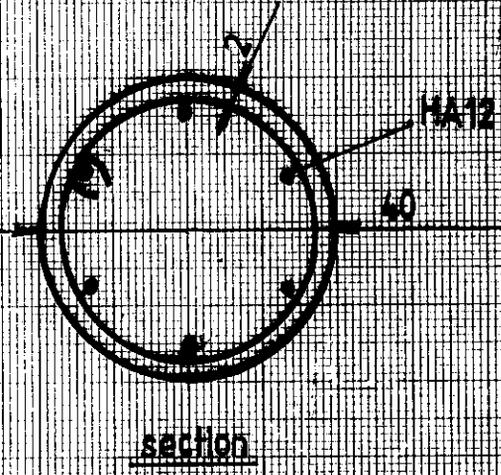
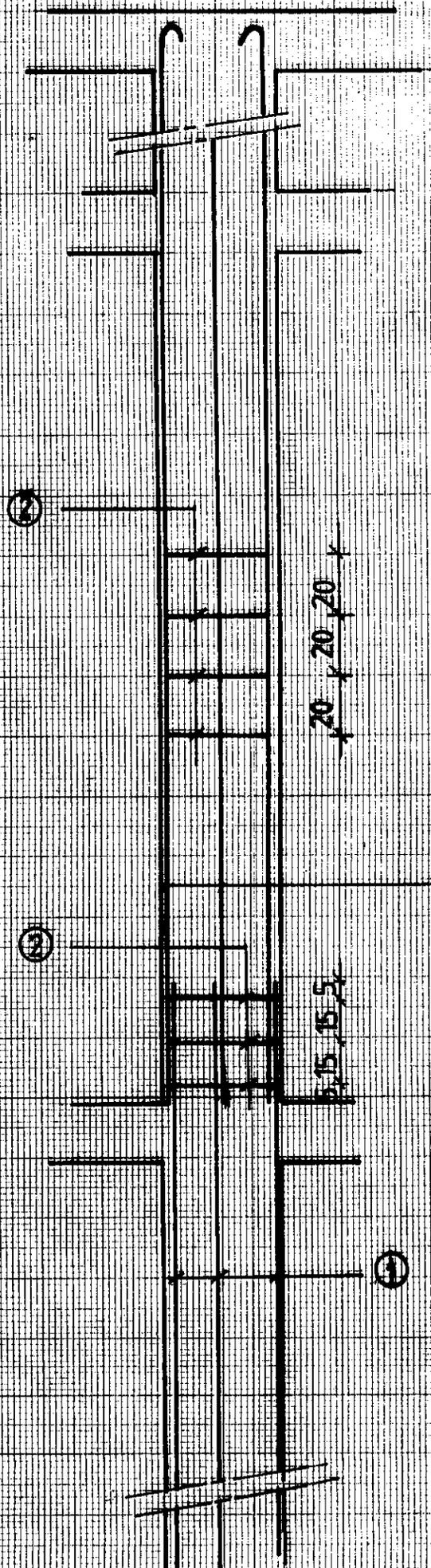
$$\beta = 1 - 0,4 \times 0,042 = 0,98$$

$$A_u = \frac{0,013}{0,98 \times 0,37 \times 348} = 1,03 \text{ cm}^2$$

$$A = 1,03 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4 \text{ HA}6 = 1,13 \text{ cm}^2$$

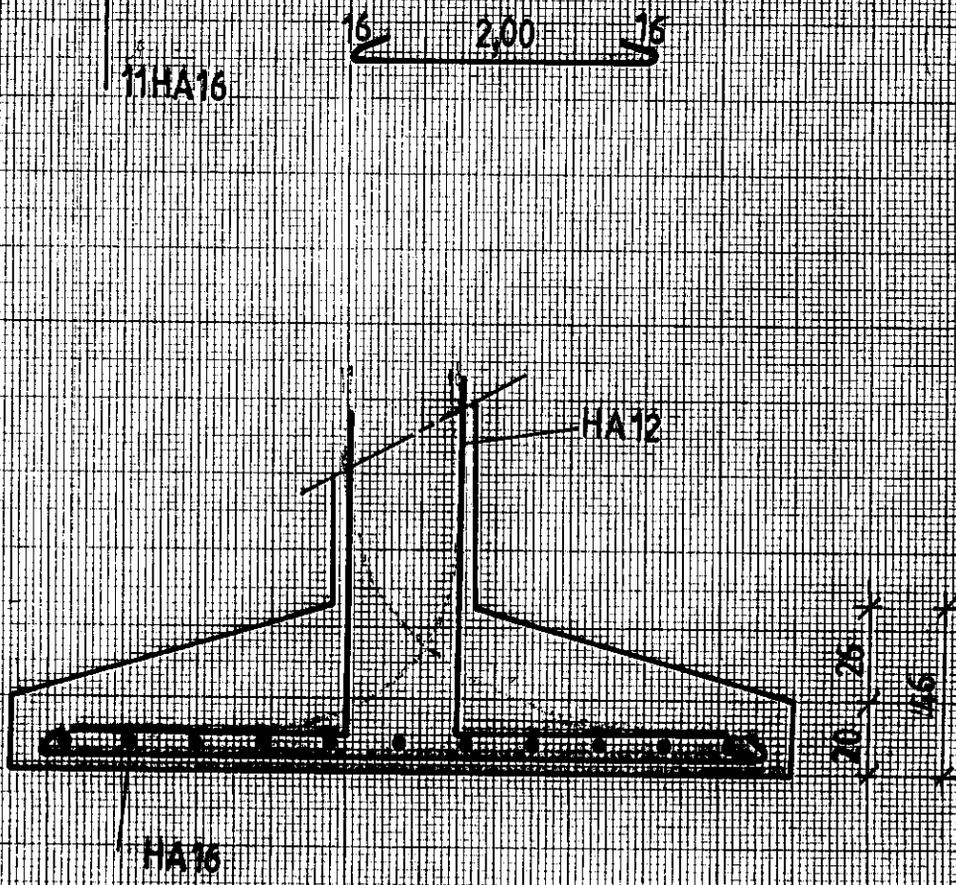
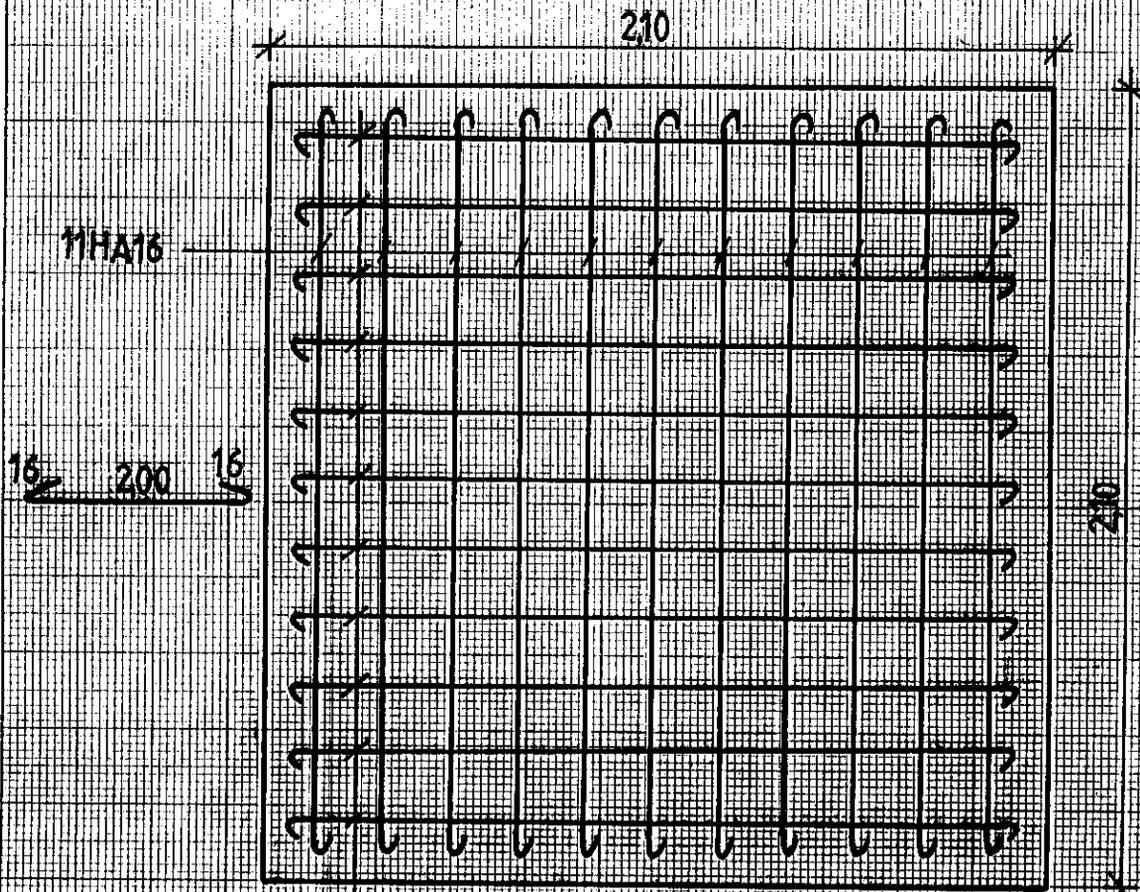
) LAN DE FERRAILLAGE

POTEAU D=40



- ① 6 HA12 | 3,40
- ② HA6 | 1,8
- e=20cm

PLAN DE FERRAILLAGE SEMELLE POTEAU CIRCULAIRE



CONCLUSION

Ce travail ne peut en aucun cas se substituer à un travail ~~de~~ de professionnel. Néanmoins il a permis de ressortir certains aspects des problèmes auxquels sont confrontés les entreprises dans la réalisation de leur chantier. En effet l'organisation des chantiers bien qu'il soit souvent compliqué est un moyen très efficace pour optimiser le rendement des entreprises. Pour résoudre donc ces difficultés, les entreprises doivent rechercher tout d'abord une organisation interne notamment le recrutement de cadres compétents, l'acquisition de matériels performants et adéquats etc... Dans le cas contraire l'utilisation rationnelle des moyens de bord s'avèrera intéressant.

B I B L I O G R A P H I E

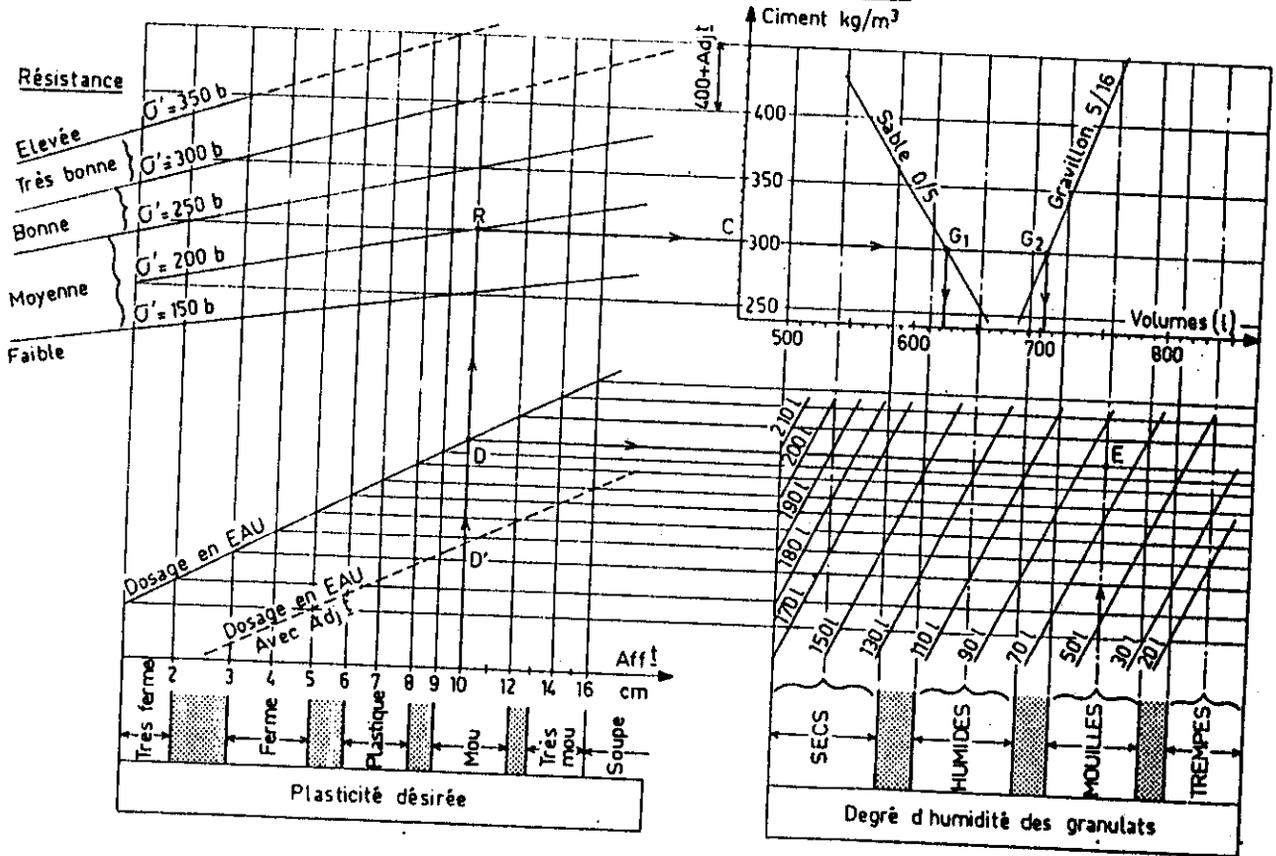
- conduire son chantier : La direction et la coordination des travaux (Jacques Armand et Yves Raffestin)

- Calcul des ouvrages en béton armé suivant les règles B.A.E.L. 83 : Théorie et application
(Pierre Charon)

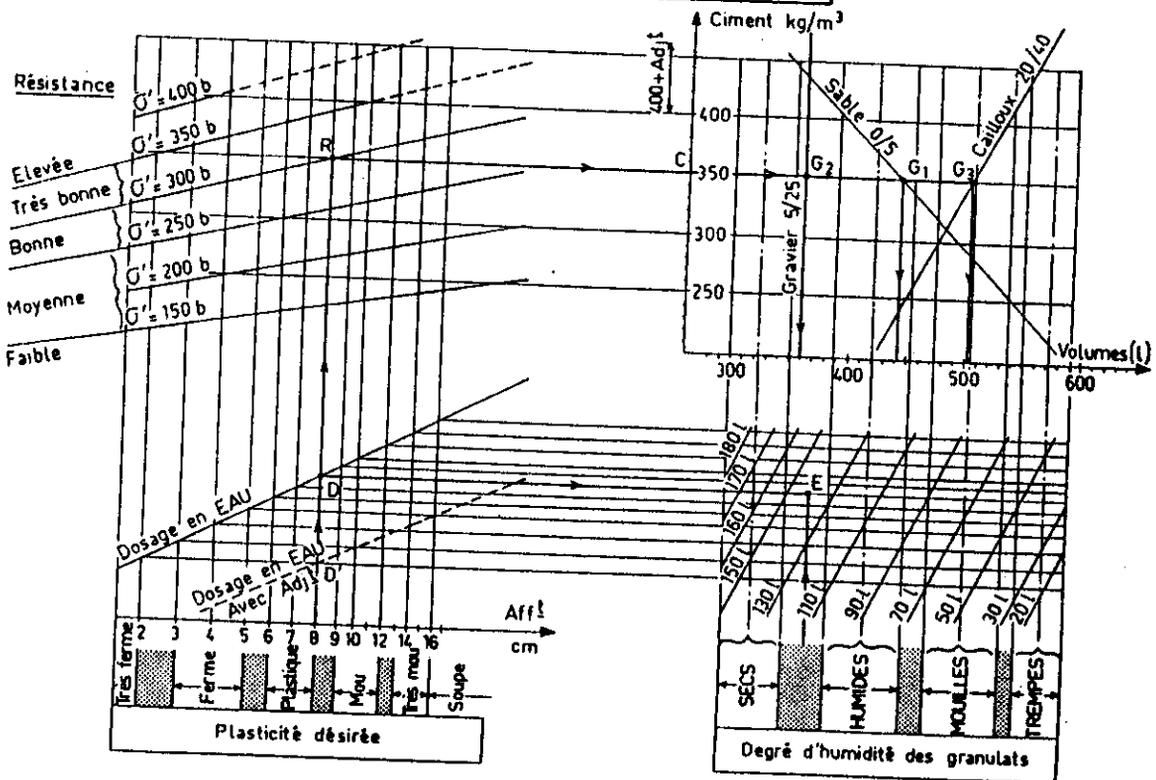
- Préparation d'un chantier de travaux publics
(Yves Balazard)

ANNEXES

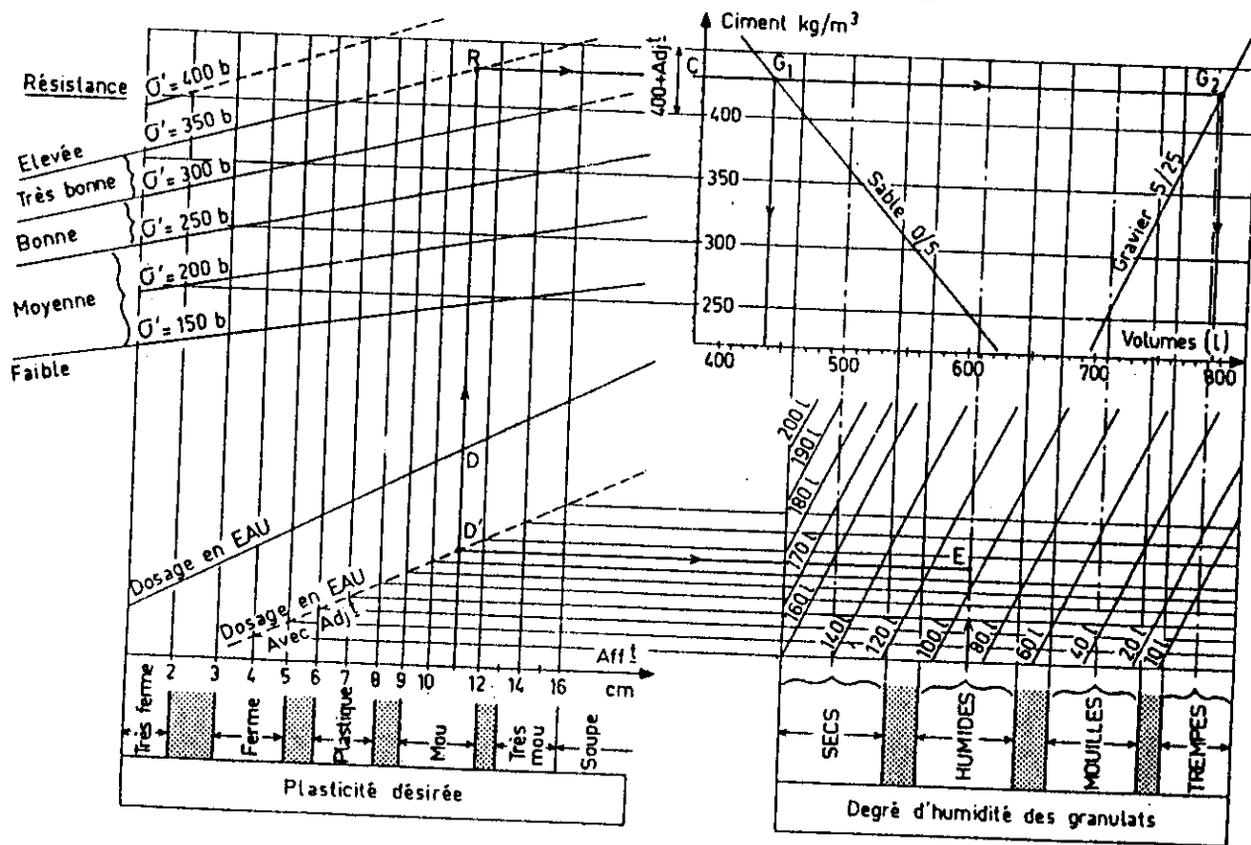
ABAQUE n°1 - BETON FIN D = 16 mm



ABAQUE n°3 - GROS BETON D = 40 mm



ABAQUE n° 2 - BETON NORMAL D = 25 mm



■ Choix des barres en fonction des sollicitations

L'abaque ci-joint permet

■ pour une sollicitation donnée, de déterminer le nombre et le diamètre des ronds lisses Fe E 22 ou des barres en acier TOR pouvant supporter cette sollicitation.

Exemple : une sollicitation de 45 t peut être supportée

— soit par 10 ronds lisses Fe E 22 de \varnothing 20 mm (section 3142 mm² - voir tableau)

— soit par 8 barres TOR de \varnothing 16 mm (section 1608 mm² - voir tableau)

■ de rechercher des combinaisons équivalentes à une combinaison donnée, par exemple 10 ronds lisses Fe E 22 de \varnothing 12 mm (section 1131 mm²). Par le point correspondant à ces coordonnées on trace une oblique parallèle aux lignes de sollicitation constante. Tous les points qui sont sur cette ligne ou un peu en dessous conviennent. Dans le cas présent, on pourra substituer aux ronds lisses l'une des combinaisons

3 T 16 (section 603 mm², voir tableau)

4 T 14 (section 616 mm², voir tableau)

2 T 20 (section 628 mm², voir tableau)

8 T 10 (section 628 mm², voir tableau)

L'emploi de cet abaque n'implique donc pas nécessairement la connaissance des sollicitations. On peut s'en servir pour trouver des systèmes d'armatures équivalents entre eux du point de vue résistance.

sections nominales (en mm²) pour un nombre de barres compris entre 1 et 10

Diamètre nominal (mm)	5	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40
1 barre	20	28	50	79	113	154	201	314	491	804	1257
2 barres	39	57	101	157	226	308	402	628	982	1608	2513
3 barres	59	85	151	236	339	462	603	942	1473	2413	3770
4 barres	79	113	201	314	452	616	804	1257	1963	3217	5027
5 barres	98	141	251	393	565	770	1005	1571	2454	4021	6283
6 barres	118	170	302	471	679	924	1206	1885	2945	4825	7540
7 barres	137	198	352	550	792	1078	1407	2199	3436	5630	8796
8 barres	157	226	402	628	905	1231	1608	2513	3927	6434	10053
9 barres	177	254	452	707	1018	1385	1810	2827	4418	7233	11310
10 barres	196	283	503	785	1131	1539	2011	3142	4909	8042	12566