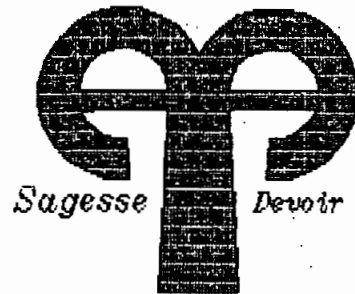


REPUBLIQUE DU SENEGAL



GC.0253

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

PROJET DE FIN D'ETUDES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

TITRE *POUR UNE MEILLEURE UTILISATION DU
BETON ARME EN CONSTRUCTION D'HABITAT
EN AFRIQUE*

AUTEUR GANDONOU DEDJI SEVERIN

DIRECTEUR THOMAS AQUIN

DATE JUIN 1988

A

-PAPA MAMAN ET MES SOEURS,

-TOUS MES AMIS,

-Madame JOSEPHINE ALAO FARY née AGBOTON,

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement tous ceux qui ont contribué a la réalisation de ce travail, et particulièrement:

-Notre directeur de projet, Mr THOMAS AQUIN, professeur de structures à l'E.P.T. pour sa collaboration et ses apports en matière de la documentation.

-Tous les ouvriers et maîtres-maçons contactés: ici à Thiès, à Dakar, au Bénin et ailleurs pour leur ouverture et explications.

-Tout le personnel du centre de calcul de l'E.P.T. pour leur assistance.

-Enfin, messieurs El-Hadji MAMADOU THIAM et ALIOU DIACK, professeurs de béton armé à l'E.P.T. et MAMOUDDU MOUSTAPHA SOULE directeur du centre national d'essais et de recherches en travaux publics (Bénin) pour leurs appréciables contributions.

SOMMAIRE

Cette étude vise l'amélioration de la prestation des maçons africains en matière de construction d'habitat. Elle comprend quatre parties :

-La première, introductive explique les raisons de l'étude; et fait un bref rappel des circonstances de naissance du corps des "maîtres-maçons" en Afrique.

-La deuxième partie est divisée en trois sous sections: une première explique les propriétés du matériau qu'est le béton armé. La deuxième traite des techniques de mise en oeuvre pour les principales étapes de la construction d'un bâtiment. Nous mentionnons chaque fois la pratique observée chez les maçons sur divers chantiers de construction que nous avons eu à visiter. Puis, en nous basant sur les propriétés du béton, nous faisons des recommandations dans le but d'une amélioration. Enfin, la troisième sous-section s'adresse à tous ceux qui envisagent de construire, afin de leur transmettre quelques suggestions.

-La troisième partie conclut l'étude tout en faisant des recommandations.

-Enfin, la quatrième partie présente des figures illustrant les explications de la partie (II). Nous avons réalisé les figures avec le logiciel "AUTOCAD".

TABLE DES MATIERES

	Pages
Remerciements.....	I
Sommaire.....	II
Table des matières.....	III

PREMIERE PARTIE

Introduction.....	1
Histhorique et genèse des maçons en Afrique.....	2

DEUXIEME PARTIE

<u>I- QUELQUES DONNEES SUR LE BETON ARME.....</u>	<u>3</u>
A- Le béton.....	3
B- Le béton armé.....	4
B-1 L'acier.....	5
B-2 Le recouvrement.....	5
<u>II LA TECHNIQUE DE MISE EN OEUVRE.....</u>	<u>6</u>
A- LE GACHAGE.....	6
A-1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons.....	6
A-2 Propositions pour amélioration.....	6
B- LA FABRICATION DES BRIQUES.....	8
B-1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons.....	8
B-2 Propositions pour amélioration.....	8
C- LA REALISATION DES FONDATIONS.....	10

C-1	Bref aperçu de la pratique chez les maçons.....	10
C-1.1	La semelle filante.....	10
C-1.2	La semelle isolée.....	10
C-2	Propositions pour amélioration.....	11
C-2.1	La semelle filante.....	11
C-2.2	La semelle isolée.....	12
	REMARQUES SUR LES "POCHES DE TERRAIN".....	12
D-	ELEVATION DES MURS.....	14
D-1	Bref aperçu de la pratique chez les maçons.....	14
D-2	Propositions pour amélioration.....	14
E-	LES POUTRES, LES POTEAUX ET LES CHAINAGES.....	16
E-1	Bref aperçu de la pratique chez les maçons.....	16
E-2	Propositions pour amélioration.....	17
E-2.1	Les poteaux.....	17
E-2.2	Les poutres.....	18
E-2.3	Les chaînages.....	18
F-	LES PLANCHERS (dalles).....	20
F-1	Bref aperçu de la pratique chez les maçons.....	20
F-2	Propositions pour amélioration.....	21
F-2.1	Les dalles pleines.....	21
F-2.2	Les dalles avec hourdis.....	22
F-2.3	Les encorbellements.....	22
	REMARQUES.....	23
G-	LES JOINTS.....	24
G-1	Les joints de désolidarisation.....	24
G-2	Les joints de contrôle.....	25
G-3	Les joints de construction.....	25

H- LES TRAVAUX DE FINITION.....	26
H-1 L'étanchéité du toit.....	26
H-1.1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons.	26
H-1.2 Propositions pour amélioration.....	26
H-2 Le crépissage.....	27
H-2.1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons.	27
H-2.2 Propositions pour amélioration.....	27
H-3 Les revêtements horizontaux.....	28
H-3.1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons.	39
H-3.2 Propositions pour amélioration.....	39
III <u>RESPONSABILITE DU PROPRIETAIRE</u>	30

TROISIEME PARTIE

<u>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</u>	32
--	----

QUATRIEME PARTIE

LISTE DES FIGURES

Fig. IA-1.....	33
Fig. IB-1.....	34
Fig. IB-2.....	35
Fig. IB-3.....	36
Fig. IB-4.....	37
Fig. IIA-1.....	38
Fig. IIA-2.....	39

Fig. IIA-3.....	40
Fig. IIB-1.....	41
Fig. IIB-2.....	42
Fig. IIC-1.....	43
Fig. IIC-2.....	44
Fig. IIC-3.....	45
Fig. IIC-4.....	46
Fig. IIC-5.....	47
Fig. IIC-6.....	48
Fig. IIC-7.....	49
Fig. IID-1.....	50
Fig. IID-2.....	51
Fig. IIE-1.....	52
Fig. IIE-2.....	53
Fig. IIE-3.....	54
Fig. IIE-4.....	55
Fig. IIE-5.....	56
Fig. IIE-6.....	57
Fig. IIE-7.....	58
Fig. IIE-8.....	59
Fig. IIF-1.....	60
Fig. IIF-2.....	61
Fig. IIF-3.....	62
Fig. IIF-4.....	63
Fig. IIF-5.....	64
Fig. IIF-6.....	65
Fig. IIF-7.....	66
Fig. IIF-8.....	67

Fig.IIG-1.....	68
Fig.IIG-2.....	69
Fig.IIH-1.....	70
Fig.IIH-2.....	71
Tableau indicatif pour le dosage.....	72

II <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	73
-------------------------------	----

PREMIERE PARTIE

INTRODUCTION

Posséder sa propre maison, telle est l'aspiration de tous. Malheureusement, dans les pays en voie de développement, les moyens d'acquisition ne sont accessibles qu'à une minorité.

En Afrique, on distingue deux types d'habitats: ceux utilisant les méthodes traditionnelles de mise en oeuvre et les matériaux locaux, et ceux de type moderne utilisant principalement le ciment Portland comme liant hydraulique. La mise en oeuvre de ces derniers est essentiellement assurée par des artisans appelés maçons. Ceci s'explique si on sait que les coûts de construction pratiqués par des entreprises agréées sont considérés (souvent à tort) par la population comme excessifs.

Cette tendance qui se développe porte malheureusement préjudice à la qualité, voire dans certaines circonstances au coût global de l'habitat. La situation s'aggrave d'autant que dans la plupart des pays, les maçons sont laissés à eux mêmes. Il serait cependant absurde d'envisager l'exclusion de ces derniers du marché de la construction.

Dans quelles mesures ces artisans peuvent-ils améliorer leurs prestations tout en visant un coût raisonnable?

Ce projet tentera de répondre à la question, et le rapport ci-après peut servir à la fois de guide pour le maçon et de référence pour le décideur (propriétaire).

HISTORIQUE ET GENESE DES MACONS EN AFRIQUE

Traditionnellement, la construction d'habitats est un travail communautaire. le propriétaire, aidé des membres de sa famille et des amis, met en place des matériaux puis réalise la construction.

Pendant la période coloniale, l'édification des locaux administratifs met l'africain en contact avec l'usage du ciment Portland dans la construction. Aides-ouvriers sur les chantiers, certains ont très vite su accumuler des connaissances pour servir par la suite comme ouvriers; puis, deviennent maîtres-maçons. Ils peuvent dès lors utiliser leurs aptitudes pour la construction en exécutant des travaux de construction des habitations individuelles et de certains bâtiments administratifs.

Parallèlement, en bons maîtres, ils réalisent le volet formation. Ainsi ils ont sous leurs autorités des apprentis qui suivent trois à six ans de formation professionnelle. Cette formation est évidemment axée sur la pratique.

Aujourd'hui, le nombre de maçon dans nos villes se chiffre par milliers. Et c'est la raison pour laquelle les techniciens et ingénieurs doivent s'intéresser à la prestation de ceux là qui, aujourd'hui ont presque le monopole de la construction en Afrique.

DEUXIEME PARTIE

I-QUELQUES DONNEES SUR LE BETON ARME

A-LE BETON

Le béton est un mélange de granulats (sable, graviers, gravillons...), du ciment et de l'eau. Le ciment et les granulats sont proportionnés suivant la résistance désirée pour l'ouvrage à réaliser. Le rôle de l'eau est d'abord de faciliter la maniabilité du béton. Cependant, nous verrons bientôt que l'usage d'une quantité excessive d'eau produit un béton de mauvaise qualité. Mais, plus que la maniabilité, le rôle principal de l'eau est d'assurer le mûrissement du béton. Le mûrissement se traduit par le durcissement du béton et est d'autant plus efficace qu'un pourcentage élevé du ciment contenu dans le béton est hydraté. Or l'hydratation est une réaction chimique conditionnée par la présence en quantité suffisante de l'eau et favorisée par la chaleur. Il est de ce fait nécessaire d'empêcher l'évaporation de l'eau contenue dans le béton. Cet objectif est atteint en recouvrant l'ouvrage d'une couverture "étanche" et/ou en maintenant le béton humide par arrosage pendant les sept (7) premiers jours suivant la mise en oeuvre. Cette période suffit au béton pour atteindre 70% environ de sa résistance en compression (fig. IA-1).

Lorsqu'une telle opération n'est pas réalisée, il y a perte par évaporation d'une grande quantité d'eau. En conséquence, l'évaporation de l'eau excédentaire laisse des vides qui auront tendance à se resserrer. Ce phénomène est appelé "le retrait du béton".

Par ailleurs la perte d'eau inhibe l'hydratation, diminuant ainsi la résistance du béton. Comme on le voit, il ne sert à rien d'utiliser une grande quantité de ciment si le mûrissement n'est pas assuré.

B-LE BETON ARME

Le béton est dit armé lorsqu'il contient des armatures qui, généralement sont des barres d'acier communément appelées "fer à béton".

Mais quel est le rôle de l'acier dans le béton? la réponse à cette question nous éclairera sur les dispositions à respecter pour la mise en oeuvre. Rappelons que le béton est un matériau qui présente des propriétés très intéressantes: rigidité, facilité pour la mise en oeuvre, résistance en compression très élevée... Malheureusement, la résistance en traction est à peine le 1/10 de celle en compression. Et c'est dans le souci d'exploiter les multiples avantages du béton que ce défaut est comblé par introduction des aciers dans les zones tendues d'un élément en béton; l'ensemble porte le nom de "béton armé".

Pour mieux comprendre l'utilité de l'acier, examinons la déformée d'une poutre en béton (fig.IB-1) chargée en travée par une force P. La déformée de cette poutre, telle qu'on la voit exagérée est semblable à celle d'une planche en bois reposant sur deux fûts distants et sur la quelle se trouve un homme (fig.IB-2).

On remarque que la partie tendue de la poutre est vers le bas et c'est justement dans cette zone que doit se situer l'acier.

Toutefois, l'acier ne pourra reprendre l'intégralité des efforts de traction qui lui sont destinés que lorsque le béton lui adhère parfaitement. En d'autres termes, le béton armé doit donner un élément monolithique. On augmente l'adhérence béton-armature en utilisant des barres crénelées, c'est à dire présentant des rugosités de surface ou protubérance.

B-1 L'acier: quantité et qualité

La quantité d'acier est déterminée par les efforts auxquels l'élément est soumis et en fonction des dimensions de ce dernier. Elle est généralement exprimée en pourcentage d'acier $\rho = A_a/A_b$ (A_a = section d'acier et A_b = section du béton).

Lorsqu'il y a amplement d'espace pour disposer les aciers, on préfère (pour une même section d'acier) utiliser plusieurs barres de faible diamètre à quelques grosses barres. En effet, les petites barres présentent pour une section donnée un périmètre supérieure et de ce fait donnent une meilleure adhérence (fig.IB-3). Pour des raisons pratiques, l'utilisation de l'acier n'est pas limitée aux zones en traction; c'est ainsi qu'on trouve des aciers (en quantité restreinte) dans les zones comprimées. Ces aciers jouent divers rôles dont notamment la reprise des efforts dûs aux variations de température, au retrait éventuel, à la torsion...etc. Il diminuent également le fléchissement à long terme causé par le fluage du béton.

Pour ce qui est de la qualité, la préférence est donnée aux aciers crénelés pour la meilleure adhérence qu'ils offrent (fig.IB-3).

B-2 Le recouvrement

Dans le commerce, les aciers sont généralement livrés en longueur de 6 ou de 12m. L'épissure des barres est de ce fait nécessaire pour obtenir la continuité sur une longueur plus grande. La longueur commune l_d (fig.IB-3) est appelée longueur de recouvrement.

- l_d est supérieure ou égal à 300mm -Norme canadienne.

-Eviter de réaliser les épissures dans les zones critiques (fig.IIE-2);

-Alterner l'épissure sur une même section (fig.IB-4).

II -LES TECHNIQUES DE MISE EN OEUVRE

A-LE GACHAGE

La mise en oeuvre du mortier met en jeu deux principaux éléments: les composants et la technique de gâchage.

A-1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons

Les composants les plus utilisés sont:

- le ciment Portland de type C.P.A.
- les granulats fins: sable de dune, sable marin, sable de ruissellement.
- les gros granulats: graviers, morceaux de brique ou de béton reconstitué, pierres, coquillages.
- les eaux: eau de ruissellement, eau de puits...

Le gâchage est généralement fait à même le sol et le dosage au jugé.

A-2 Propositions pour amélioration

Les composants

-Les granulats doivent être propres de toutes saletés: brindilles, feuilles végétales, mottes de terre

-Le diamètre maximal des gros granulats dépend de l'usage auquel le béton est destiné (fig.IIA-1)

-L'usage de béton reconstitué comme granulats est justifié lorsque le béton à fabriquer a un dosage en ciment inférieur à celui du béton reconstitué. Il faut alors s'assurer que le granulats a une résistance

supérieure à celle désirée chez le béton.

-L'eau boueuse n'est pas convenable pour le gâchage. Les argiles et les silts en suspension modifient notablement le dosage. Ces eaux doivent être décantées au préalable.

-Eviter l'usage des eaux contenant du sel (eau de mer) pour le béton armé à cause de l'attaque éventuelle de l'acier par le sel.

Technique de mise en oeuvre

-A une utilisation du béton correspond un dosage donné. Pour éviter des erreurs découlant du dosage au jugé, on peut procéder, au début des travaux, au calibrage des outils usuels ou des récipients tels que seau, panier, pelle...etc. Ainsi, on peut déterminer le nombre de pelletées dans une brouettée de sable (Fig.IIA-2).

-A défaut du malaxeur mécanique (bétonnière), faire le mélange granulats-ciment à un endroit aménagée de préférence à l'ombre (fig.IIA-3).

-Afin d'éviter une prise anticipée, il ne faut ajouter de l'eau que lorsque le béton est prêt à l'usage. Un mortier ne devrait jamais être utilisé plus d'une heure après l'addition de l'eau au mélange et le malaxage.

-Relativement aux conditions d'emploi du béton, rechercher le mélange le plus raide possible (rapport eau/ciment petit) dans le but d'atteindre une meilleure résistance.

-Si les agrégats (sables, graviers...) sont secs, il faut les saturer avec de l'eau quelques instants avant d'effectuer le mélange avec le ciment et l'eau requise à son hydratation, sinon les agrégats agiront comme un papier buvard pour absorber l'eau du ciment nécessaire à l'hydratation.

B-FABRICATION DES BRIQUES

B-1 Bref aperçu de la pratique

On distingue deux modes de fabrication: le premier fait intervenir des briquetiers qui fabriquent divers types de briques et les vendent par unité dans un entrepôt. Dans le deuxième cas, le propriétaire achète les matériaux et fait fabriquer les briques par un briquetier. Ce dernier est payé à l'unité de brique ou de sac de ciment.

Dans l'un ou l'autre cas, la fabrication est artisanale à l'aide des moules souvent métalliques confectionnés par des soudeurs. Les briques, démoulées à même le sol sont exposées au soleil. Certains pratiquent un arrosage matinal et/ou vespéral.

Quelquefois, les briques sont utilisées par les maçons 24 heures seulement après le démoulage.

B-2 Propositions pour amélioration

De la qualité des briques dépendra celle de la structure. Une attention particulière doit être portée à leur mise en oeuvre.

-D'abord, il est préférable d'utiliser du sable grossier (module de finesse élevé). En plus d'être économique, ceci améliore la rugosité à la surface des briques facilitant ultérieurement le crépissage des murs.

-Le dosage au jugé est à proscrire. A cet effet, un calibrage doit être fait sur les instruments disponibles. Le tableau de (Fig.IIB-1) donne les différentes proportions requises suivant la résistance.

-Le mûrissage à l'humidité pendant les sept (7) premiers jours au moins

est nécessaire. Il s'agit d'éviter l'assèchement des briques. Pour un mûrissage adéquat, nous suggérons la procédure suivante:

- Démouler les briques sur une surface aplanie et de préférence à l'ombre;
- Regrouper les briques dès le lendemain et les disposer à chant ou inclinées (fig.IIB-2) sur une feuille de plastique ou toile cirée ou dans une chambre à l'abri du vent et du soleil.

- Arroser les briques tous les matins et les recouvrir de feuilles de plastique ou de bâche de façon à créer artificiellement une atmosphère humide; ceci pendant sept(7) jours au moins. Durant ce temps, le béton aura atteint 70% environ de sa résistance en compression.

Pour les vendeurs de brique, la construction d'une chambre étanche à proximité de l'entrepôt serait la solution économique.

L'exposition à l'air avec arrosage matins et soirs comme le font certains est à proscrire car les cycles de mouillage et de séchage induisent des contraintes à l'intérieur des briques sans toutefois améliorer l'hydratation.

C-REALISATION DES FONDATIONS

Servant de support, les fondations d'un bâtiment transmettent aussi les charges au sol. L'équilibre général de la structure dépend essentiellement des soins portés à la mise en oeuvre des fondations.

C-1 Bref aperçu de la pratique

Pour les bâtiments simples, la fondation est généralement limitée à des semelles filantes. Ces dernières sont complétées par des semelles isolées supportant des colonnes dans le cas des bâtiments multi-étagés ou à toit en béton armé.

C-1.1 La semelle filante

Elle est généralement constituée d'un béton de propreté coulé en pleine fouille et pilonné. L'épaisseur de ce béton est de 200 mm ou plus (fig.IIC-1). dans la plupart des cas, le béton est surmonté d'un mur en maçonnerie de 150 ou 200 mm d'épaisseur jusqu'au niveau du soubassement. Dans d'autres, l'épaisseur du mur (100 , 120 ou 150mm) est identique à partir du béton de propreté jusqu'à la hauteur finale du mur. C'est la tendance actuelle au Bénin.

Suivant la topographie du site, la hauteur du soubassement au dessus du terrain naturel varie de 200 à 1000 mm (fig.IIC-1).

C-1.2 La semelle isolée

C'est généralement un carré de 300*300 mm² à 500*500 mm² suivant l'importance de la structure. les armatures sont constituées des aciers de 8mm de diamètre.

C-2 Propositions pour amélioration

C-2.1 Semelle filante

Notons d'abord que la capacité portante de la semelle est d'autant plus améliorée que la profondeur H_t de la fouille et l'épaisseur h_1 du béton sont grandes (fig.IIC-2). Cette méthode de construction est dans le cas général appliquée par les artisans.

Cependant l'équilibre général du soubassement n'est pas toujours évident comme l'illustre la (fig.IIC-2). En effet la force F_a est nettement supérieure à F_p ; la rupture du mur de soubassement (mur de cave) est empêchée si:

- les briques ont une résistance suffisante;
 - la liaison au niveau des joints est bien solide. Ceci requiert l'utilisation des briques épaisses et un mortier de jointoiement de bonne qualité. C'est la combinaison de ces effets qui permettra la reprise du moment de renversement et de la force de cisaillement au niveau des joints.
- Cet équilibre n'est généralement pas obtenu et on observe souvent des fissures à la base du bâtiment avant la fin des travaux. Ces dernières constituent malheureusement l'amorce de fissures béantes à la longue. C'est pour cela que nous recommandons au niveau du soubassement:

- l'utilisation pour les murs de soubassement des briques d'une épaisseur minimale de 150 mm quelle que soit l'épaisseur prévue pour le mur en élévation (100 , 120 , 150 mm);

- l'utilisation des briques et de mortier de résistance élevée (300 Kg de ciment par mètre-cube de béton au moins);

- la ségrégation entre niveaux de linteau pour différents appartements en cas de fondation sur terrain accidenté. C'est la fondation en gradins ou en paliers (fig.IIC-3 et IIC-4).

- l'utilisation de pilastres au niveau du soubassement (fig.IIC-4) ou d'un

chaînage avant le mur hors-cave lorsque la hauteur du mur de soubassement au dessus du sol Hs est supérieure à 400 mm.

Il convient de préciser que contrairement à la tendance actuelle, il est nécessaire de porter les murs hors-cave à la hauteur du linteau au moins, avant de procéder au remblayage des appartements. En effet, au niveau du soubassement, le poids P (fig.IIC-2) est encore petit et une rupture au niveau du mur de cave est possible.

Par ailleurs le béton de propreté doit être bien pilonné (damé) et la pose de la première rangée de briques doit nécessairement se faire le jour de la mise en place du béton afin d'obtenir une bonne adhérence.

C-2.2 Semelles isolées

Le problème est beaucoup plus délicat car l'utilisation des semelles isolées est relative aux constructions multi-étagées ou à toit en béton armé. Les calculs sont nécessaires pour déterminer les charges transmises par les poteaux aux semelles ainsi que les dimensions de ces dernières en fonction de la capacité portante du sol. Toutefois les semelles carrées sont d'utilisation générale et économiques. Les armatures sont disposées en treillis (fig.IIC-5).

REMARQUE sur les "POCHES DE TERRAIN"

Elles constituent souvent la cause des fissures béantes à long terme par le biais de tassement différentiel. Ces poches de terrain ont généralement pour origine l'existence d'un trou ou excavation exécuté antérieurement sur le site du bâtiment, et déjà rempli avec de la terre d'emprunt ou sous l'effet des intempéries (pluie, vent...), ou encore une souche d'un gros arbre (baobab, manguiers....). Voir (fig.IIC-6).

Au cours de la construction, ces poches doivent être évitées autant que possible. Mais lorsqu'on n'a pas le choix, on doit:

- faire la fouille jusqu'au fond du trou ou désoucher et déraciner totalement l'arbre;

- exécuter la fondation à partir du fond du trou en utilisant par exemple une combinaison de poutres et colonnes qui doivent être judicieusement armées (fig.IIC-7);

Comme on le voit, une enquête préliminaire est indispensable afin de s'enquérir auprès des autochtones de l'état antérieur du site du bâtiment.

D- ELEVATION DES MURS

Il est considéré comme le travail élémentaire en maçonnerie. La plupart des maçons nous assure pouvoir le faire sans difficultés. Pourtant des critiques à ce niveau ne sont pas les moindres.

D-1 Bref aperçu de la pratique

Les murs hors-cave sont en briques creuses ou pleines de 150, 120 ou 100 mm d'épaisseur sur 400 * 200 mm². Le montage est fait par assises réglées horizontalement à joints croisés. Généralement ces briques sont montées à sec. Certains maçons procèdent à l'arrosage après réglage et avant la fermeture des joints avec le mortier.

D-2 Propositions pour amélioration

Précisons d'abord que le mortier des joints est soumis à des conditions de mûrissage très défavorables. C'est pourquoi le dosage en ciment de ce mortier doit être supérieur à celui servant à la fabrication des briques. De ce fait les joints de grande épaisseur (plus de 20mm) ne sont pas économiques. Nous recommandons:

-de mouiller chaque brique juste avant le montage. La présence d'eau inhibe l'absorption de celle contenue dans le mortier des joints par les briques, évitant ainsi le retrait du mortier des joints. C'est le non-respect de cette règle qui explique l'apparition des fissures au niveau des joints quelques heures seulement après le montage du mur.

-de respecter une épaisseur maximale de 20 mm pour les joints (fig.IID-1).

-de nettoyer à la brosse ou avec tout autre matériel, la face de la brique restée au contact du sol lorsque cette dernière est fabriquée à même le sol.

Par ailleurs l'alternance des joints verticaux exige l'utilisation des morceaux de brique de 200 mm de longueur. Ces derniers sont obtenus au besoin par les maçons en divisant les briques de dimensions réelles à l'aide de la truelle ou du coupe-coupe. Le taux de bris est souvent très élevé. A cette fin, nous suggérons l'utilisation de moules spéciaux (fig.IID-2) pour la fabrication de telles briques.

E-LES POUTRES, LES POTEAUX ET LES CHAINAGES

-Disposées généralement suivant l'horizontale, les poutres transmettent des charges verticales aux appuis. Ces charges les font fléchir dans le plan vertical. Le moment de flexion ainsi développé engendre des contraintes de tension à la partie convexe et de compression à la partie concave de la poutre (fig.IIE-1).

Lorsque les appuis sont rigides, les efforts sont inversés à leur niveau et la disposition des armatures doit en tenir compte (fig.IIE-2).

-Les colonnes communément appelés poteaux sont par contre disposées verticalement pour transmettre des charges à la partie inférieure de la construction. Elles sont de ce fait soumises à la compression, mais l'excentricité des charges occasionne des moments de flexion.

E-1 Bref aperçu de la pratique chez les artisans

Pour les poutres et les poteaux les malfaçons sont essentiellement au niveau du ferrailage et des dimensions. Nous n'irons pas ici dans le détail mais nous essaierons de faire des recommandations.

Les chaînages sont souvent des chaînages-linteaux pour les bâtiments simples. Mais pour des bâtiments multi-étagés ou à toit en béton armé, on rencontre généralement trois chaînages tous réalisés de la même façon. Le premier est situé au dessus du soubassement, le second au niveau du linteau et enfin le troisième juste avant la dalle et dans laquelle cette dernière est encastrée.

E-2 Proposition pour amélioration

E-2.1 Les poteaux

Comme mentionné ci-haut, les poteaux sont soumis à deux types de sollicitation: la compression et/ou la flexion. Deux modes de rupture peuvent advenir:

-Rupture en compression par écrasement du béton lorsque la résistance en compression f_c du béton est atteinte. Cette rupture est préférée à la seconde et survient quand le poteau est "court" (fig.IIE-3).

-Dans le cas contraire, la colonne dite "élancée" se courbe, fendille et rompt par flambage avant que le béton n'atteigne sa limite de rupture en compression. Pour éviter une telle rupture qui n'est pas économique, on rend le poteau "court" en augmentant les dimensions de la section ou en diminuant la longueur L_0 .

Le ferrailage des poteaux comprend:

-Des armatures longitudinales (4 au minimum) dont la section est en rapport avec la grandeur des efforts transmis. Leur disposition dépend de la géométrie de la section du poteau. Cette disposition doit toutefois respecter l'enrobage minimal et maximal (fig.IIE-4 et 5).

-Des armatures transversales de frettage tels que les ligatures et/ou les épingles.

Les jonctions aux noeuds du poteau se font en bas par ancrage dans la semelle ou dans le poteau inférieur et en haut par ancrage dans la poutre ou le plancher (fig.IIE-6).

E-2.2 Les poutres

Pour la section de la poutre, les dimensions (hauteur, largeur) sont d'autant plus grandes que la portée est longue. Un rapport portée/profondeur inférieur à 16 permet de limiter la flèche. Les efforts sont repris par des armatures longitudinales et les étriers. Il est important de noter que:

- La nature des appuis est déterminante dans le dimensionnement de la poutre.
- Les armatures longitudinales sont nombreuses dans les zones tendues; c'est à dire dans les parties basses de la poutre en travée (entre appuis) et partie haute au niveau des appuis lorsque la poutre est encastree dans ces derniers (fig.IIE-2).

- Les armatures de cisaillement (étriers) doivent être très rapprochées au niveau des appuis qu'en travée (fig.IIE-1).

- L'enrobage des armatures doit respecter le minima et le maxima recommandés. Un faible enrobage engendre facilement des fissures et un grand enrobage est moins économique du fait de la déformation partielle des aciers. L'enrobage constant peut être obtenu en plaçant sur la paroi inférieure du coffrage des briquettes sur lesquelles reposent les armatures (fig.IIE-7).

E-2.3 Les chaînages

Ils jouent un rôle de ceinture pour le bâtiment et résistent aux efforts horizontaux. Toutefois ce rôle ne peut être bien joué que si les éléments liaisonnés (murs, poteaux...) sont réalisés avec soin. C'est le cas au niveau du soubassement où à cause de la mauvaise réalisation de la fondation, des fissures apparaissent malgré la présence du chaînage. En fait pour une fondation bien réalisée, le chaînage du soubassement n'est pas nécessaire pour des bâtiments d'habitation.

Par contre le chaînage au dessus des portes s'impose en lieu et place des linteaux lorsque le bâtiment possède plusieurs ouvertures. . Précisons que lorsqu'on choisit d'utiliser des linteaux pour certaines ouvertures ces dernières peuvent être armées latéralement. Ces armatures serviront d'appuis dans lequel le linteau sera encastré (fig.IIE-8). Enfin le chaînage d'encastrement de la dalle est superflu car souvent il est mal dimensionné. En effet ce chaînage est sollicité en flexion, en cisaillement mais aussi en torsion. Il doit être dimensionné en conséquence. Autrement la rupture est inévitable. Dans le cas général, ce chaînage se détache du mur donnant naissance aux fissures horizontales à la partie supérieure du mur.

F-LES PLANCHERS (dalles)

Les planchers délimitent les différents niveaux d'un bâtiment et jouent le rôle de "couvercle" pour le dernier niveau (toit). Ils sont dimensionnés pour supporter des charges verticales que sont: leur poids propre et les charges de service ainsi que des charges dues aux intempéries (la pluie, le vent...). Le calcul et la disposition des armatures respectent ceux des poutres.

F-1 Bref aperçu de la pratique

-Depuis deux décennies déjà, la tendance est à l'usage des préfabriqués (hourdis) pour les dalles. Cette pratique se justifie dans nos pays car elle présente les avantages suivants:

- Moins de bois de coffrage et d'étais;
- Facilité pour le crépissage du plafond inférieur;
- Facilité pour l'installation des conduites d'assainissement et d'éclairage;
- Meilleure insonorisation à l'intérieur du bâtiment;
- Meilleure étanchéité du plancher;

Mais on rencontre encore certaines constructions de plancher avec des dalles pleines.

- Les étais sont en bois et quelquefois métalliques.

-Le mélange du béton, souvent manuel est réalisé au sol et son transport en gravité est fait en chaîne par des manoeuvres. A cause de cette procédure très pénible, le béton du plancher est coulé par tranches et quelquefois pendant plusieurs jours.

F-2 Propositions pour amélioration

Pour les dalles pleines, il est généralement économique d'avoir la dalle porter dans deux directions. Rappelons qu'une dalle est dite "portée dans deux directions" lorsque sa déformée est semblable à celle en bas de (fig.IIF-1)

F-2.1 Les dalles pleines

L'épaisseur de la dalle et les armatures sont déterminées en fonction des sollicitations, de la portée ainsi que des conditions d'appui. La disposition des armatures respecte celle des poutres à la différence que ces armatures sont placées suivant deux directions. Les aciers dits "porteurs" sont les plus "gros" et sont placés dans le sens de la petite portée tandis que les aciers de "répartition" moins nombreux sont placés perpendiculairement au dessus des aciers "porteurs" (fig.IIF-2).

Remarquer la présence de ces aciers porteurs dans les parties critiques de la dalle. En travée, les aciers sont placés au bas de la dalle, et en haut au niveau des appuis rigides. Enfin, dans le cas des "planchers toits", il faut des armatures dites "anneaux d'angle" constituées d'un tréillis de barre. Ces tréillis sont placés à chaque angle de la dalle lorsque cette dernière repose directement sur les murs (appui simple) voir fig.IIF-3. En effet, il se développe à chaque coin de la dalle une force verticale de soulèvement. Cette force est reprise par le tréillis au risque de fissures entre la dalle et le mur.

F-2.2 Les dalles avec hourdis

On distingue deux modes de réalisation. La première utilise des poutrelles préfabriquées (fig.IIF-4) tandis que pour la deuxième les poutrelles sont coulées en place au même moment que la dalle (fig.IIF-5). Dans l'un ou l'autre cas, la disposition des armatures doit respecter celle des poutres c'est à dire beaucoup plus d'aciers à la partie inférieure en travée et à la partie supérieure de la dalle au niveau des appuis. Les poutrelles doivent être disposées suivant la petite portée du plancher.

-Afin d'avoir un enrobage pour les aciers inférieurs de la poutrelle, on doit utiliser des cales (briquettes) lorsqu'on utilise la méthode des poutrelles coulées sur place (fig.IIF-5).

-On doit également utiliser des cales pour assurer l'enrobage des aciers de couture formant le tréillis au dessus des hourdis (fig.IIF-5).

-L'épaisseur de la dalle de répartition au dessus des hourdis est de à 50 mm.

F-2.3 Les encorbellements

On parlera d'encorbellement lorsqu'une partie de la dalle est appuyée sur un côté et libre sur les trois autres. Les balcons en sont une illustration et constituent la forme d'encorbellement la plus utilisée au niveau des bâtiments.

Dans le cas général, ces balcons sont prévus pour augmenter la surface d'utilisation au niveau du plancher supérieur et/ou pour empêcher la déviation d'eau de pluie à travers les ouvertures. Souvent, cette augmentation en "escalier" de la superficie du terrain ne respecte pas les règles de la mitoyenneté (Fig.IIF-6). Mais nous n'aborderons ici que les exigences techniques de leur réalisation.

En sollicitation, c'est la partie basse de la dalle qui est en compression et la partie supérieure en tension (fig.IIF-7). En conséquence, les armatures principales seront placées à la partie supérieure et le reste en bas. Cette inversion d'armatures doit être respectée au niveau des poutres et poutrelles. A cause des dispositions constructives que cela requiert, il est beaucoup plus pratique de faire des balcons en dalles pleines même si le reste du plancher est construit avec les préfabriqués (hourdis).

Afin d'éviter l'écrasement du mur sur lequel le balcon prend appuis, un chaînage dimensionné en conséquence est nécessaire au dessus du mur. Les armatures du balcon seront encastrées dans la dalle adjacente (fig.IIF-8).

REMARQUES

-Avant de couler la dalle, une contre-flèche doit être obtenue en remontant légèrement les étais au milieu du plancher. Cette cambrure servira à compenser l'effet du poids propre de la dalle.

-Il est préférable de couler tout le béton de la dalle le même jour. Mais lorsque les moyens sont limités, on doit réaliser à chaque interruption, des joints de construction (voir chapitre sur les joints). Par ailleurs, le béton doit être coulé dans la direction des aciers porteurs.

-Le coffrage de la dalle doit rester en place pendant trois semaines au moins pour favoriser le mûrissement du béton.

G- LES JOINTS

L'usage des joints est ignoré chez plusieurs maçons.

G-1 Les joints de désolidarisation

L'interdépendance est recherchée pour les différents éléments d'un bâtiment afin d'obtenir une rigidité. Cela devient cependant dangereux lorsque les dimensions du bâtiment sont grandes, à cause des effets néfastes des mouvements différentiels horizontaux (exemple de dilatation par augmentation de la température) et verticaux (tassement par exemple). Dès lors, il est impérieux de désolidariser certaines parties de l'ouvrage, évitant ainsi les grosses fissures. En conséquence:

-Un long bâtiment doit être décomposé en des unités de 12 à 15m séparées par des joints. Ces joints partent de la fondation jusqu'à la hauteur finale du bâtiment (fig.IIG-1).

-Une nouvelle construction doit être séparée d'une ancienne adjacente. En effet le tassement inévitable de la nouvelle construction présente du retard sur celui de l'ancienne (fig.IIG-1).

-Deux constructions adjacentes et en matériaux de résistances différentes (une construction en brique de ciment à côté de celle en géobéton ou en banco

par exemple) doivent être séparées par un joint.

G-2 Les joints de contrôle.

Leur rôle est de limiter les fissures dues à la contraction (retrait) éventuelle du béton ou à la variation brusque de la température à la surface du béton. Ils sont indispensables dans le cas des dalles coulées sur le sol (exemple du sol de la cour d'une maison) voir (fig.IIG-2).

G-3 Les joints de construction

C'est le plan d'arrêt au cours du processus de mise en oeuvre du béton. Ainsi entre un béton durci et un béton frais, un joint est nécessaire pour assurer la continuité des deux bétons (fig.IIG-2).

H- LES TRAVAUX DE FINITION

H-1 L'Étanchéité du toit

H-1.1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons

On rencontre deux genres d'étanchement: le plancher toit et les toits en tôles d'acier galvanisé. L'étanchéité n'est malheureusement pas parfaite dans la plupart des cas surtout pour les planchers-toits.

H-2.2 Propositions pour amélioration

Il s'agit de viser l'évacuation immédiate et rapide de l'eau tombée sur le toit.

-Pour les murs-pignons (cas de toit en tôles par exemple) une pente minimale de 30% est recommandée (fig.IIH-1).

-Pour le plancher toit, l'étanchement est réalisé par les matériaux spéciaux: bitume, feuilles imperméables... Ce procédé très efficace est malheureusement assez coûteux. On peut néanmoins avoir une bonne étanchéité en donnant une pente et un fini approprié à la surface du plancher: une pente de 1% environ est réalisée suivant la figure (fig.IIH-2). Les eaux sont drainées vers les conduites d'évacuation pluviales en suivant l'itinéraire le plus court. Ces conduites doivent être en nombre suffisant pour évacuer au plus vite l'eau d'une averse afin d'éviter l'accumulation sur le plancher; elles ont un diamètre de 100 à 120mm et sont noyées dans le mur au niveau des

poteaux. Le fini de surface est une opération délicate qui requiert une main d'oeuvre efficace. L'opération est effectuée à la suite du bétonnage de la dalle. A cet effet, on utilisera un mortier composé de granulats fins, de ciment et de la SIKALITE (un sachet de sikalite c'est à dire 1Kg pour un sac de ciment et 2 brouettées de sable). La teneur en eau de ce mélange doit être assez faible pour éviter le ressuage (remontée d'eau à la surface du mortier). Après l'obtention de la pente requise, un simple aplanissement à la taloche est suffisant. Les bordures de la dalle sont protégées par une pose d'une à deux rangées de briques (fig.IIG-1).

H-2 Le crépissage

L'enduit est une mince couche de mortier appliquée sur la surface d'une maçonnerie en élévation ou d'un plafond en béton. Son rôle est décoratif mais il assure également l'étanchéité et l'isolation phonique.

Pour favoriser l'adhérence, la surface d'application de l'enduit doit être rugueuse, propre et humide.

H-2-1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons

L'épaisseur varie suivant les exécutants. Par exemple chez la plupart des maçons au Bénin, l'enduit est à couche unique et l'épaisseur est de 10mm environ. Au Sénégal, il est réalisé souvent en plusieurs couches et l'épaisseur dépasse 20mm. Le fini est obtenu après talochage et chiffonnage.

H-2-2 Propositions pour amélioration

Précisons d'abord quelques raisons expliquant l'épaisseur trop grande de l'enduit:

-La recherche d'une bonne imperméabilité pour les murs extérieurs.

-La non-rugosité de la surface d'application. Elle est due au manque de soins lors du montage du mur et souvent à la granulométrie du sable (trop fin au Sénégal). D'une part, avec le sable fin, la surface des briques est lisse d'où la nécessité d'appliquer une première couche avant le fini. D'autre part avec le sable fin, il y a risque d'apparition de petites fissures à la surface de l'enduit lorsque l'épaisseur d'une couche est grande. L'enduit à grande épaisseur est long à réaliser et nécessite beaucoup de mortiers. En fait, même pour les murs extérieurs, un enduit de 8 à 15mm est économique et peut être bien étanche lorsqu'il est exécuté avec soins. Pour cela, il faut:

- Utiliser un sable grossier pour la fabrication des briques.

- Que le maçon utilise une taloche pour l'ajustement des briques lors du montage des murs.

- Utiliser pour la confection du mortier de l'enduit, des produits hydrofuges (chaux , plâtre...) avec le ciment.

- Humidifier suffisamment le mur ou le plafond et attendre qu'il finisse de dégouliner avant de commencer à projeter le mortier de l'enduit.

- Toute opération de crépissage au niveau du bâtiment doit s'effectuer après que ce dernier ait été recouvert de la toiture.

- Talocher sans passer l'éponge à la surface lorsqu'il s'agit des murs exposés à la pluie (exemple du mur pignon).

- Réaliser les enduits des parties extérieures exposées au soleil en fin de journée.

- L'enduit extérieur doit se faire jusqu'à une profondeur de 200 à 400mm au niveau des murs de cave.

H-3 Les revêtements horizontaux

Le but visé est l'obtention d'une aire d'utilisation bien rigide,

confortable et esthétique. L'esthétique est obtenu en utilisant divers revêtements de finition: barbotine de ciment de couleur désirée, carrelage en grès de cérame, granito...

Nous insisterons sur la rigidité du sol supportant la dalle, condition essentielle de durabilité.

H-3-1 Bref aperçu de la pratique chez les maçons

Une chape en béton (quelquefois armé d'un treillis) est exécutée sur un remblai et sert de support pour le revêtement de finition.

H-3.2 propositions pour amélioration

Il est préférable de réaliser le remblai avec du sable ou avec un sable silteux (exemple de la "terre jaune" pour le sud du Bénin). On peut également utiliser de la latérite.

Le remblai doit être arrosé sans ressuer et fortement pilonné (damé). Après cette opération, on met en place le mortier qui est à son tour damé et dressé à la règle de manière à avoir une épaisseur finale uniforme de 50mm au minimum. L'ouvrier doit veiller au drainage en donnant une pente de 0.5% environ vers la sortie (porte) du local.

Précisons que l'usage de sol caillouteux ou de pierres pour le remblai n'est pas conseillé car le volume de vide à remplir par le mortier de finition se trouve augmenté. La meilleure assurance de rigidité est le pilonnage du remblai et du mortier.

III RESPONSABILITE DU PROPRIETAIRE

Il y a plusieurs possibilité pour devenir propriétaire d'une maison: location vente, achat au comptant auprès d'une société immobilière, négociation gré a gré entre entreprise de construction et le propriétaire ou entre ce dernier et un maître-maçon. L'élément décisionnel du propriétaire est avant tout le coût de la construction, et peut-être l'esthétique. Dans le chapitre précédent, nous avons vu qu'au delà de l'esthétique il y a surtout le soin apporté à chaque élément qui détermine la qualité du bâtiment. C'est pourquoi le propriétaire, pour des raisons diverses, avant de confier l'exécution de son ouvrage à un maître-maçon, doit observer la procédure suivante.

- Exprimer clairement les besoins qui motivent la décision de construire;

- Solliciter les services d'un achitechte pour traduire sur un plan ces besoins;

- solliciter également les services d'un ingénieur pour les calculs de structure en cas des bâtiments de grande envergure (bâtiments à étages

- Choisir un maître-maçon en considérant les éléments suivants:

- Montant des honoraires,

- Equipement en matériel,

- solvabilité,

L'équipement en matériel est un point généralement négligé par le propriétaire. Or il est d'une grande importance car la qualité en dépend. Pour exemple, nous prendrons le cas de la finition des sols avec la barbotine de ciment. La barbotine est le lait obtenu par dissolution du ciment dans l'eau. Elle est utilisée comme revêtement de finition et lissée à la truelle avant la passe d'un rouleau (boucharde) qui laisse des empreintes dont le rôle est de conférer à la surface une rugosité diminuant ainsi le risque de glissement. Elle camoufle également certains défauts de surface. La boucharde coûte environ dix mille francs (10000F CFA). Certains maçons, parce qu'ils n'en possèdent pas, déconseillent injustement la passe du rouleau au propriétaire et sans donner de raisons valables.

Par ailleurs il appartient au propriétaire de comprendre qu'un maçon possédant par exemple un vibreur et/ou une bétonnière mécanique présente des avantages par rapport à son collègue qui n'en possède pas et de ce fait ses honoraires peuvent être supérieurs.

Il y a tant d'autres exemples qui montrent que le propriétaire doit prendre ses responsabilités et choisir le maçon qui dispose des moyens techniques mais aussi matériels nécessaires pour satisfaire les besoins préalablement exprimés.

TROISIEME PARTIE

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Depuis plusieurs décennies, les maçons ne cessent de démontrer au public leur aptitude à la construction. La connaissance et la maîtrise de certaines règles régissant l'usage du béton armé améliorera leur pratique. C'était le but visé par ce projet. Et notre conviction est qu'on ne peut rechercher une meilleure qualité de l'habitat en Afrique sans s'intéresser au travail des maçons.

Toutefois, la qualité recherchée pour les bâtiments d'habitation n'est pas une tâche isolée à confier uniquement aux techniciens ou aux maçons. La réussite de l'objectif requiert la contribution de tous, à commencer par le propriétaire.

Nous sollicitons par ailleurs le concours des responsables régionaux au locaux chargés de la construction, pour qu'ils s'intéressent aux maçons dont le nombre ne cesse de croître.

Il s'agira:

-d'organiser périodiquement des visites de chantiers dont le but sera de donner des explications et conseils.

-d'organiser des séminaires en français et surtout en langues locales développant des termes techniques divers et les règles élémentaires de la gestion...

Les maçons de leur côté doivent comprendre que pour obtenir un produit fini de bonne qualité, les données scientifiques doivent être associées aux règles de l'art dont ils ont la connaissance. C'est pourquoi ils doivent prendre au sérieux les explications émanant de l'ingénieur.

Quant au propriétaire, nous recommandons l'établissement d'une fiche (cahier) de spécifications techniques exprimant clairement et dans les détails les dimensions ainsi que les qualités requises pour chaque élément du bâtiment avant de négocier le marché avec un constructeur. Et les deux parties (propriétaire et constructeur) doivent respecter durant l'exécution, les dites spécifications.

Les éléments de mise en oeuvre dont il a été question dans la partie II ne sont cependant pas suffisants pour avoir un bâtiment prêt à l'emploi. C'est pourquoi nous recommandons la poursuite du projet par un futur élève de 5e mécanique pour étudier la réalisation des installations d'éclairage et sanitaires, et un élève de 5e civil pour la menuiserie, la peinture et l'assainissement individuel (fosses septiques).

QUATRIEME PARTIE

Pourcentage de la résistance en compression en fonction de celle d'un béton traité à l'humidité pendant 28 jours

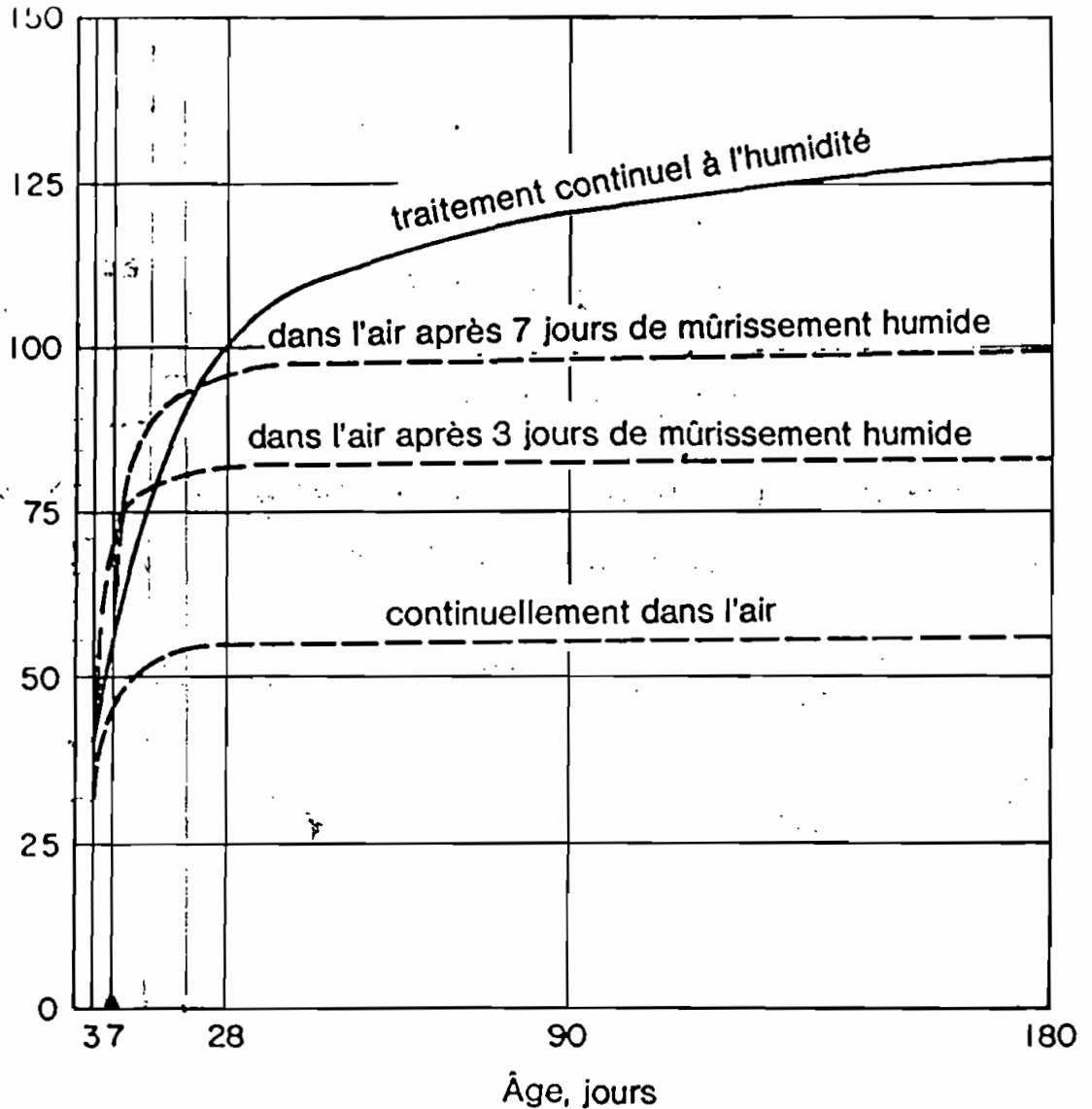
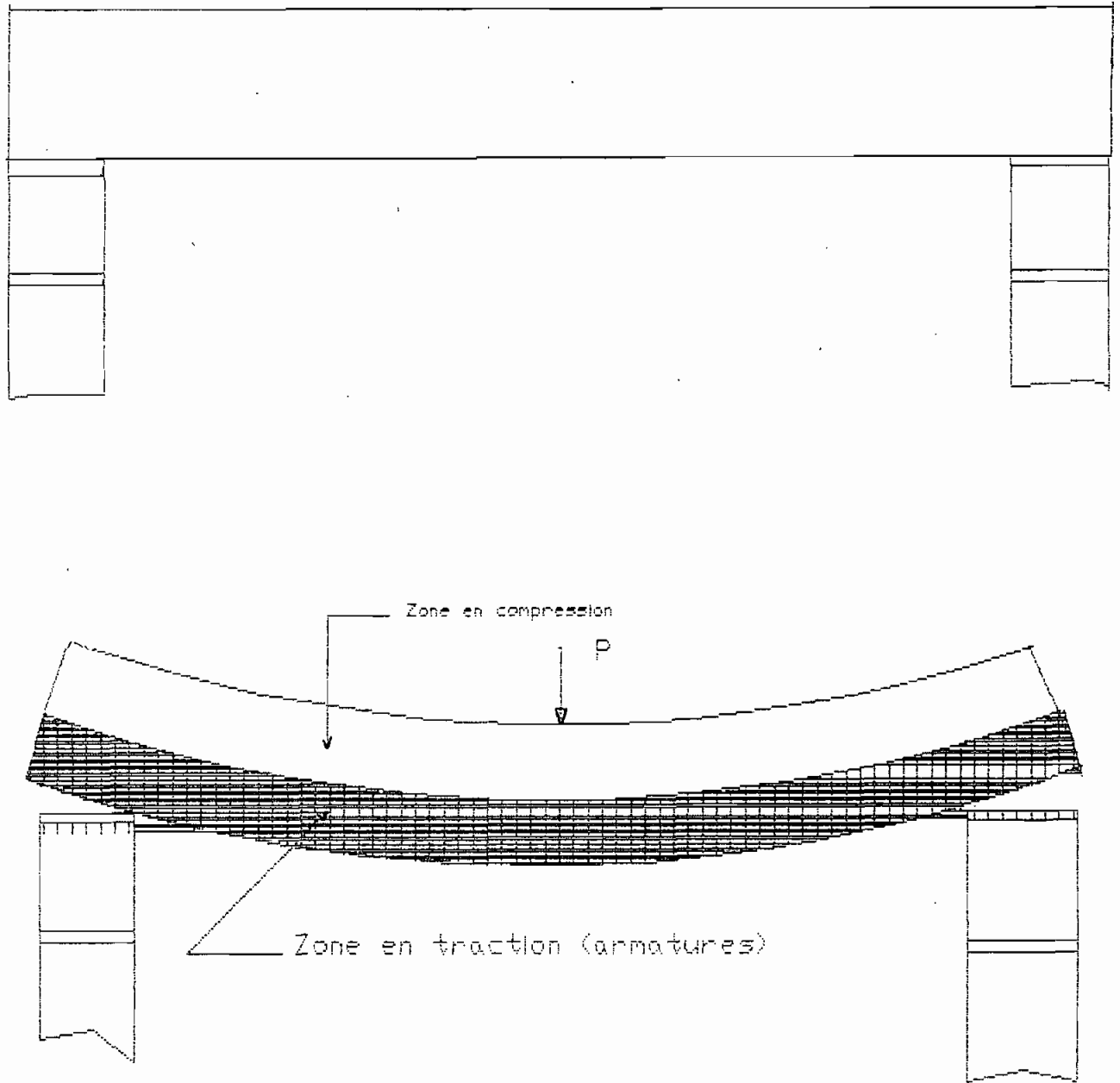
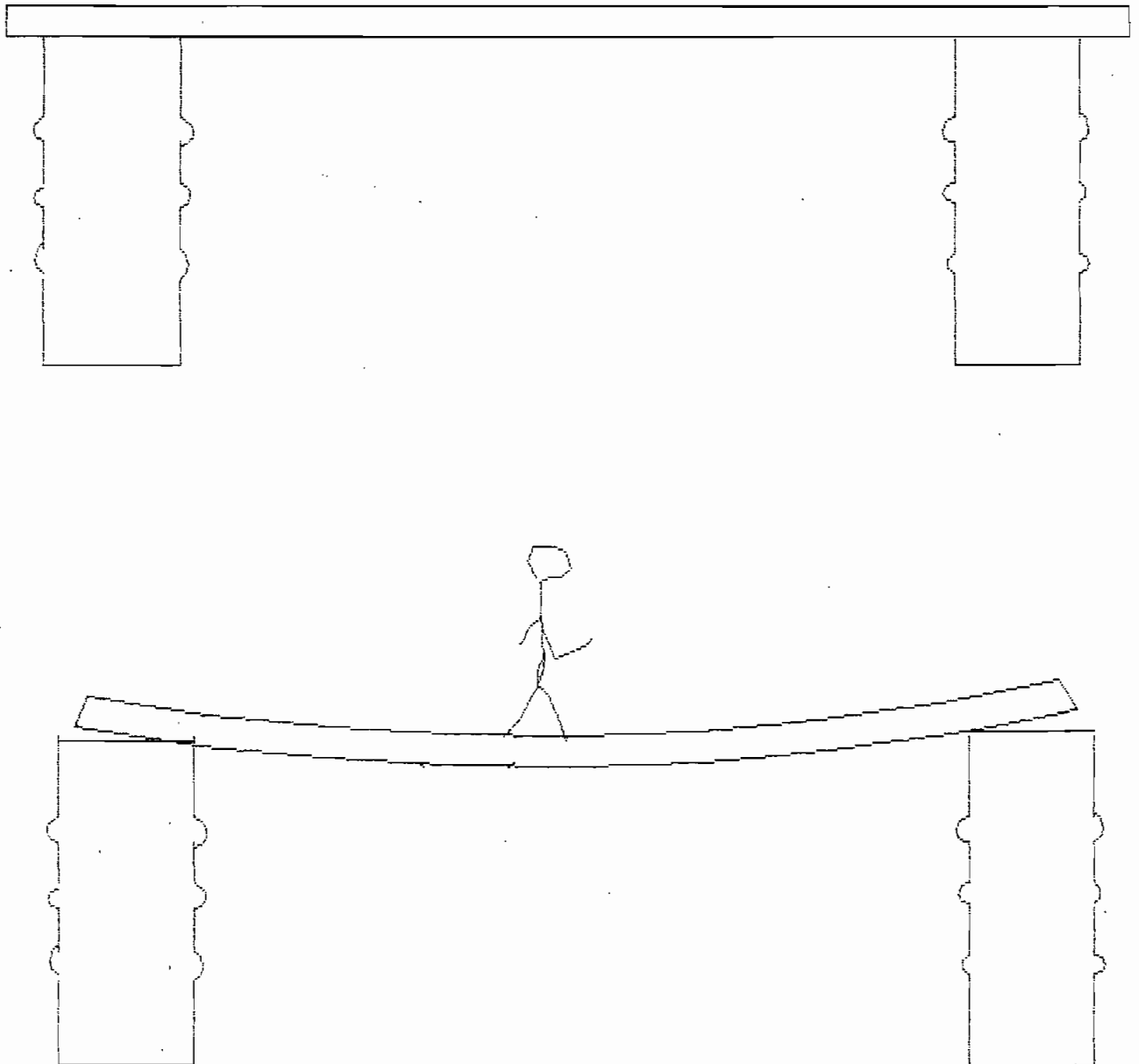


Fig. 1
La résistance du béton continue d'augmenter tant qu'il y a de l'eau pour hydrater le ciment et que la température du béton est convenable.

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES	<u>TITRE</u> Comparaison de
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	conditions de mûrissement
<u>ELEVE INGENIEUR</u>	Numero de la FIGURE
GANDONDU SEVERIN Mle. 561	Fig. IA-1



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	TITRE Deformée d'une poutre chargée
<u>ELEVE INGENIEUR</u> GANDONOU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IB-1



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

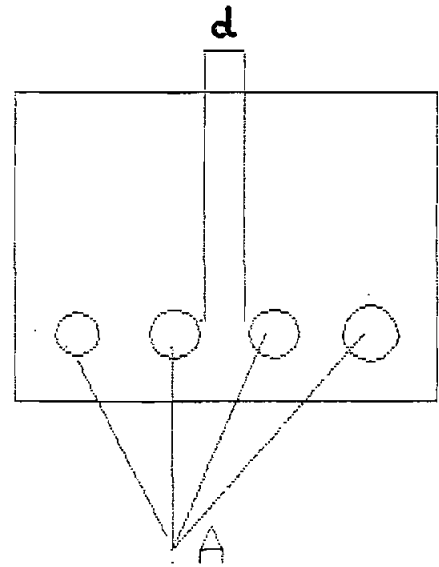
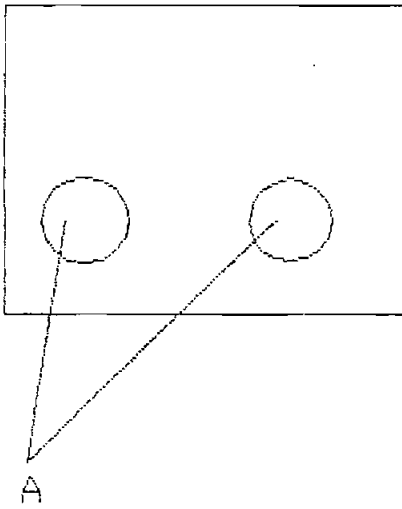
ELEVE INGENIEUR
GANDONOU SEVERIN Me. 561

TITRE:
Deformation d'une planche chargee

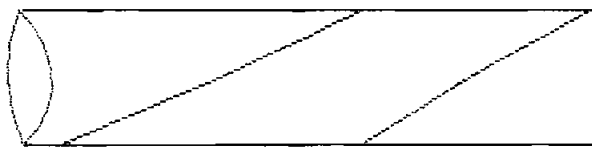
Numero de la FIGURE

Fig.IB-2

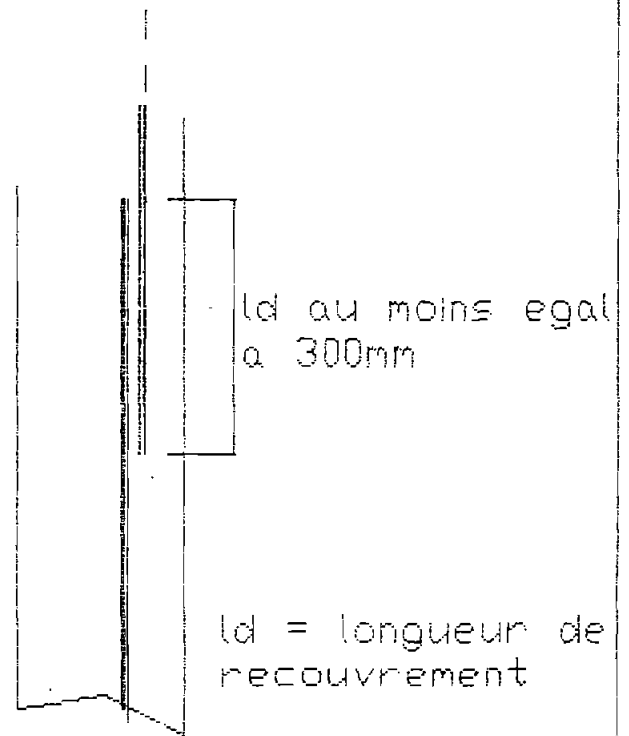
A = section totale d'acier
 d = écartement entre aciers successifs
 d est au moins égal au diamètre de chaque barre



La disposition de droite est la meilleure



Acier crenele

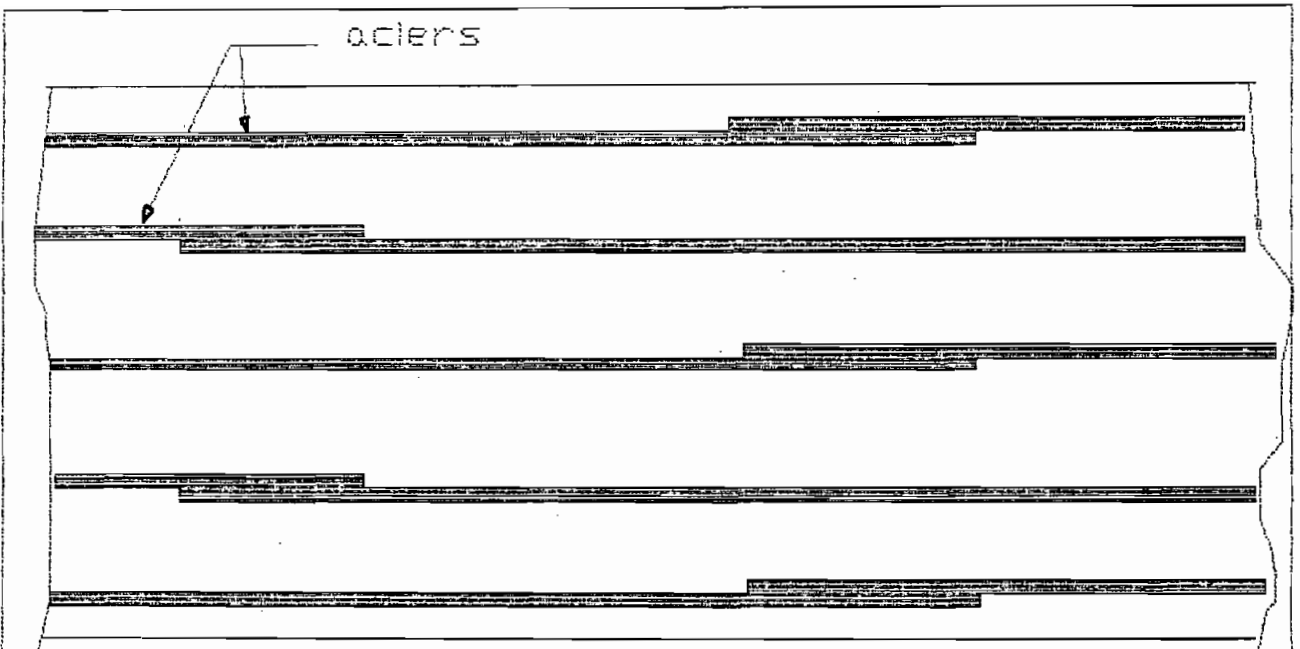


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

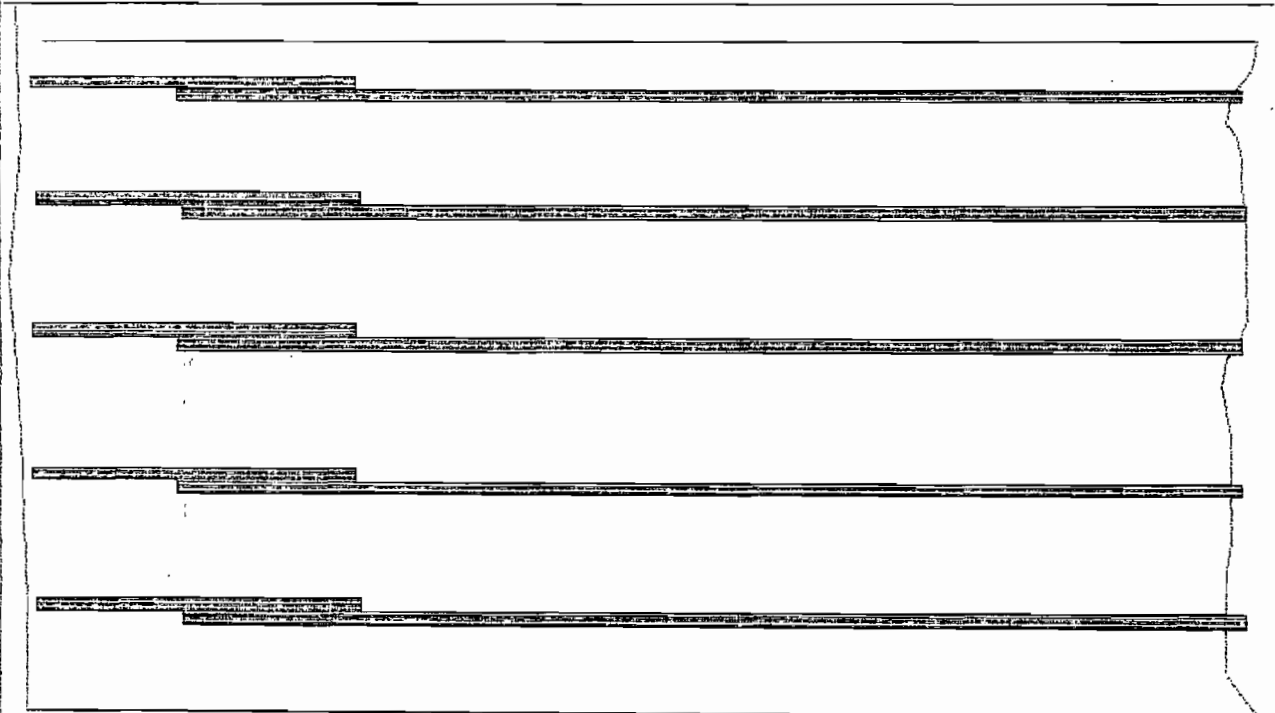
TITRE:

ELEVE INGENIEUR
 GANDONOU SEVERIN Mle. 561

Numero de la FIGURE
 Fig. IB-3

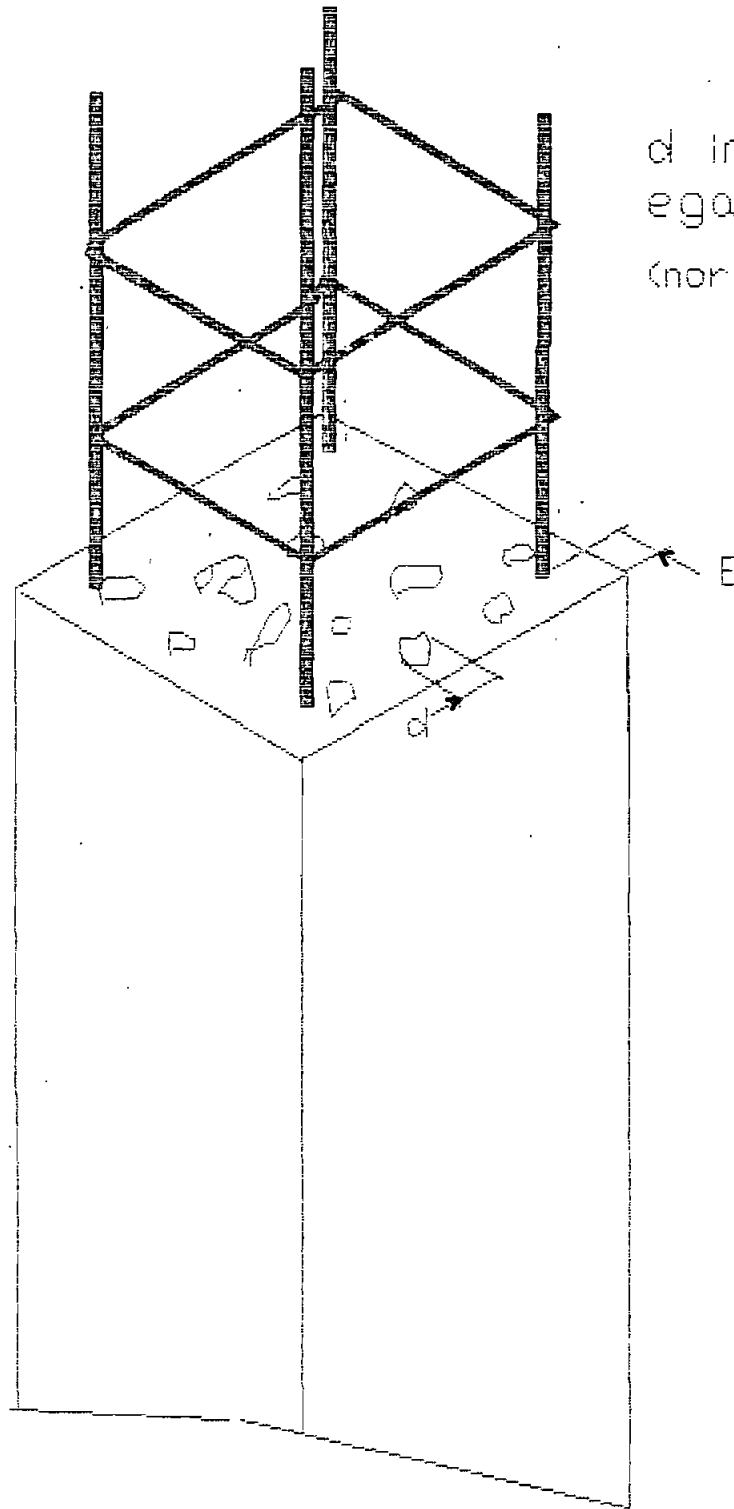


Recouvrement (correct)



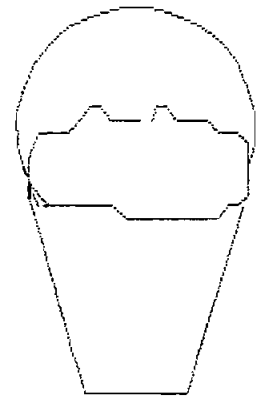
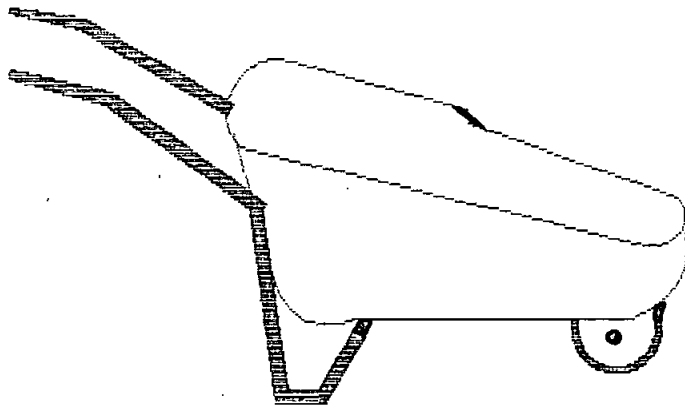
Inconnect (il faut alterner)

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	<u>TITRE</u> Recouvrement des aciers
<u>ELEVE INGENIEUR</u> GANDONDU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IB-4

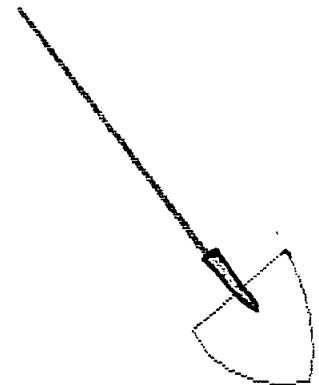
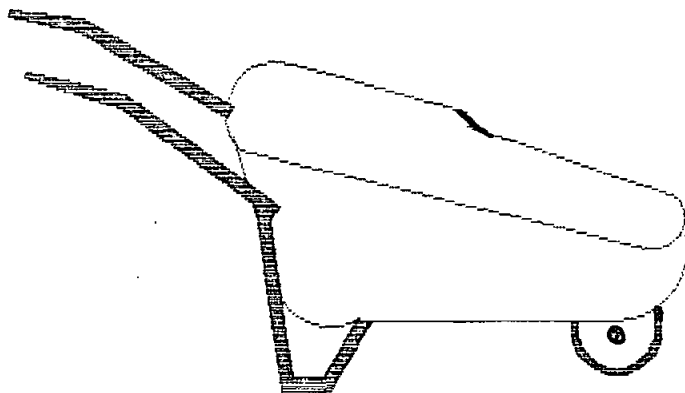



d inférieur ou
 égal à 0.75E
 (norme canadienne)

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	TITRE: Diametre maximal du gros granulat
<u>ELEVE INGENIEUR</u> GANDONOU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIA-1



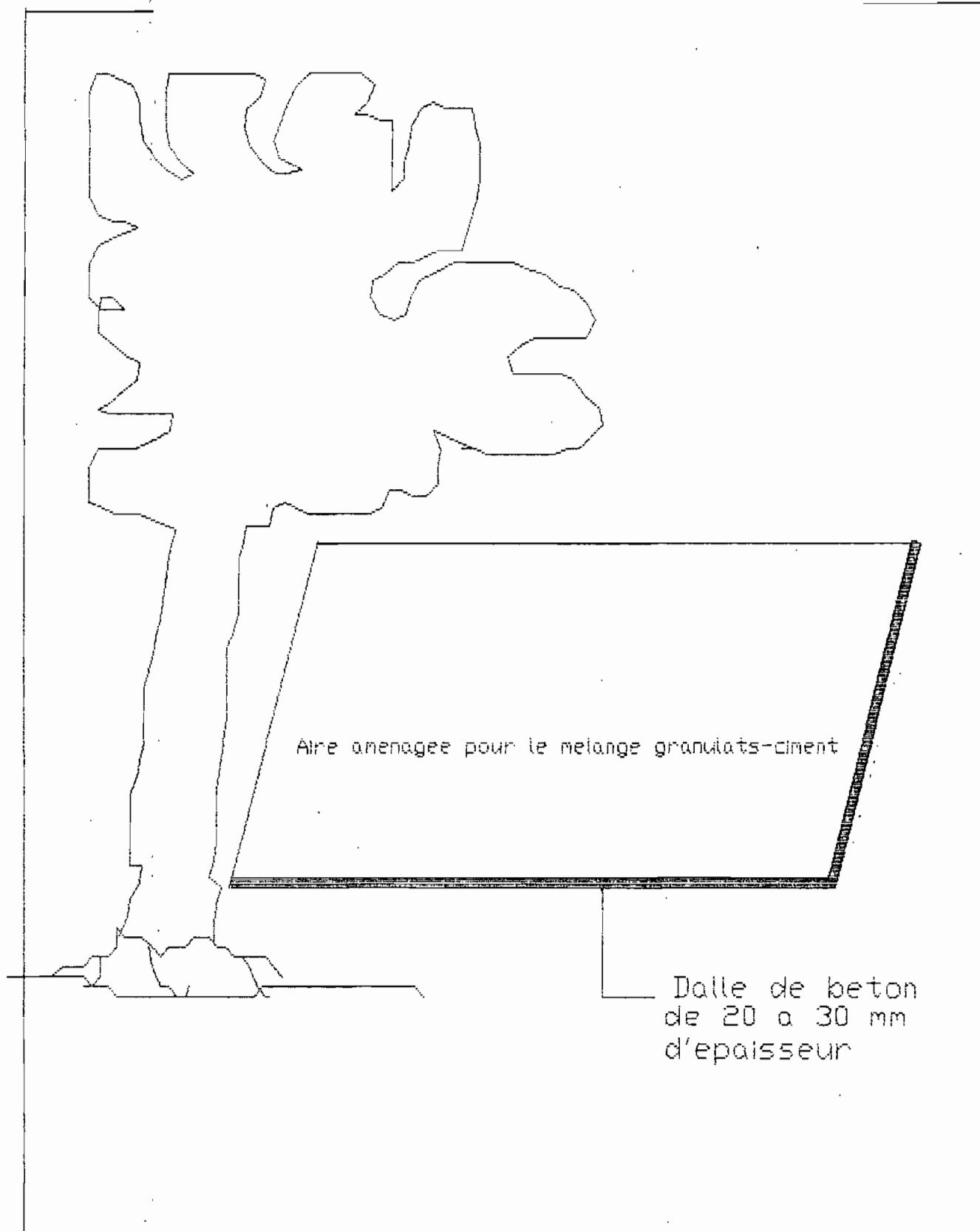
1 brouette de 60 litres  7 seaux de 8.5 litres



1 brouette de 60 litres  10 pellees (pelle neuve)

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88
ELEVE INGENIEUR
GANDONDU SEVERIN Mle. 561

TITRE: Calibrage des outils usuels
Numero de la FIGURE
Fig. IIA-2



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

ELEVE INGENIEUR
 GANDONDU SEVERIN Mle. 561

TITRE:

Endroit approprié pour le mélange

Numero de la FIGURE
 Fig. IIA-3

DOSAGE THEORIQUE POUR MORTIER AU SABLE-CIMENT

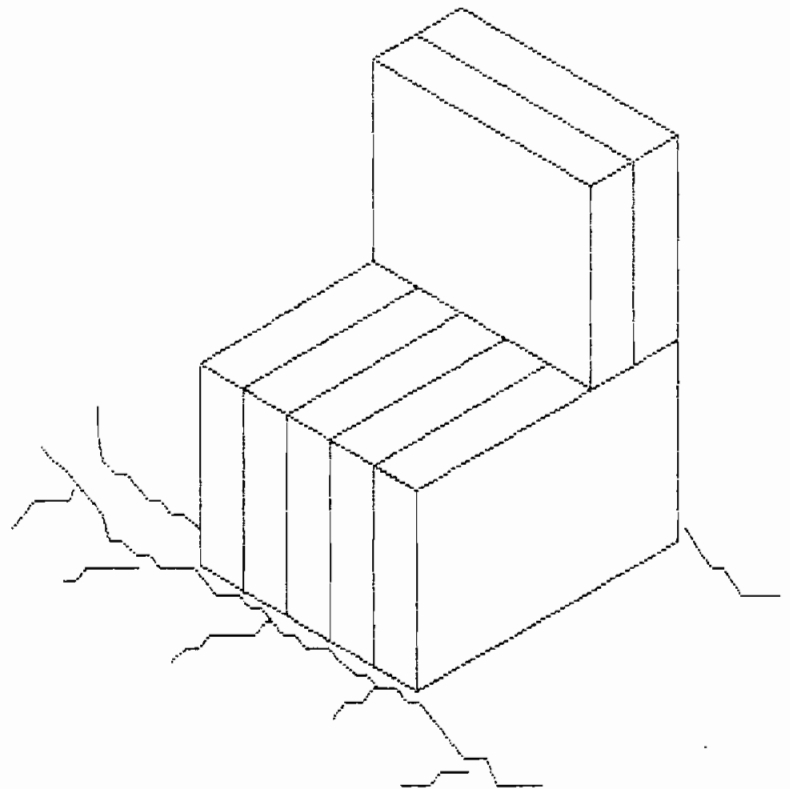
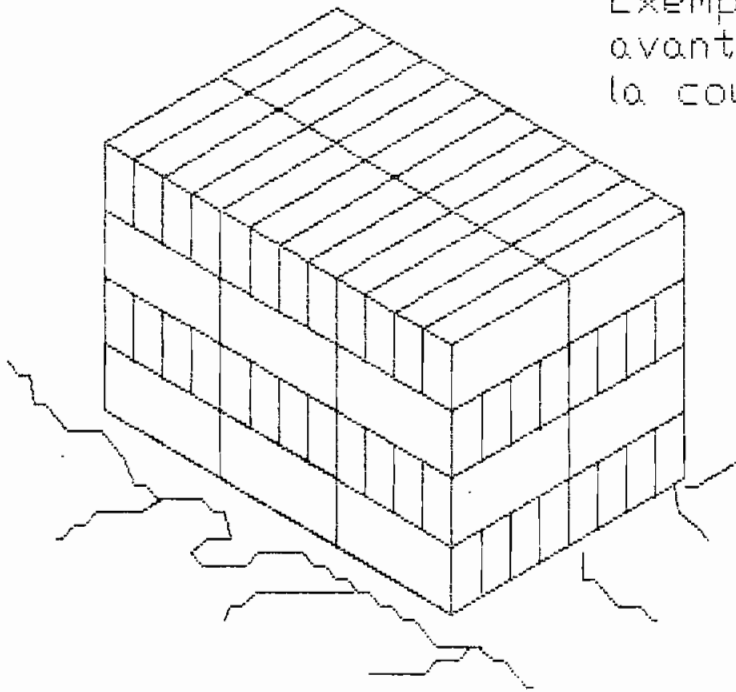
(Sable de dune : = 1550 Kg/m³; module de Finesse * 1)

%POIDS ----- ciment ----- sable	DOSAGE EN VOLUME (En vrac) c = ciment s = sable	DOSAGE EN VOLUME Kg ciment ----- m sable	DOSAGE Kg ciment ----- m mortier	E/C Eau ----- Ciment (poids)	DOSAGE Brouette 60l ----- Sas de ciment (50Kg)	BRIQUES CREUSES (9.25 l) 15*20*40 PAR SAC DE CIMENT (Bien damées)	HASSE VOLUMIQUE HUMIDE (Kg/m ³)	RESISTANCE PREVUE CYLINDRE CONDITION LABO (MPa)
76	1c/1s	1130	745	0.38	2/3 (42 l)	7	2010	28.7
38	1c/2s	590	500	0.49	1 1/3 (85 l)	10	2050	18.3
25.5	1c/3s	395	370	0.63	2 (127 l)	14	2180	12.2
19.4	1c/4s	300	295	0.80	2 5/8 (170 l)	18	2120	8.6
15.5	1c/5s	240	240	0.97	3 1/2 (212 l)	22	2090	6.4
12.9	1c/6s	200	200	1.15	4 1/4 (254 l)	26	2060	4.9
11.0	1c/7s	170	170	1.36	5 (297 l)	30	2050	3.8
9.7	1c/8s	150	150	1.65	5 2/3 (340 l)	35	2050	3.0
8.4	1c/9s	130	130	1.90	6 1/3 (381 l)	39	2050	2.4
7.7	1c/10s	120	120	2.25	7 (424 l)	44	2050	2.0
7.1	1c/11s	110	110	2.65	7 3/4 (466 l)	48	2050	1.6
6.5	1c/12s	100	100	3.30	8 1/2 (509 l)	52	2050	1.2
5.9	1c/13s	90	90	4.30	9 (550 l)	57	2050	0.9

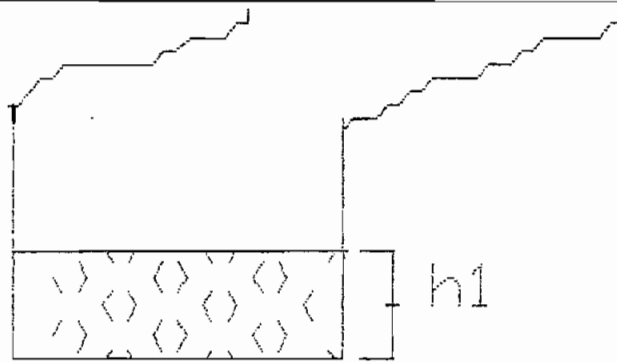
D'après les essais effectués au laboratoire de l'EPT

Fig. IIB-1

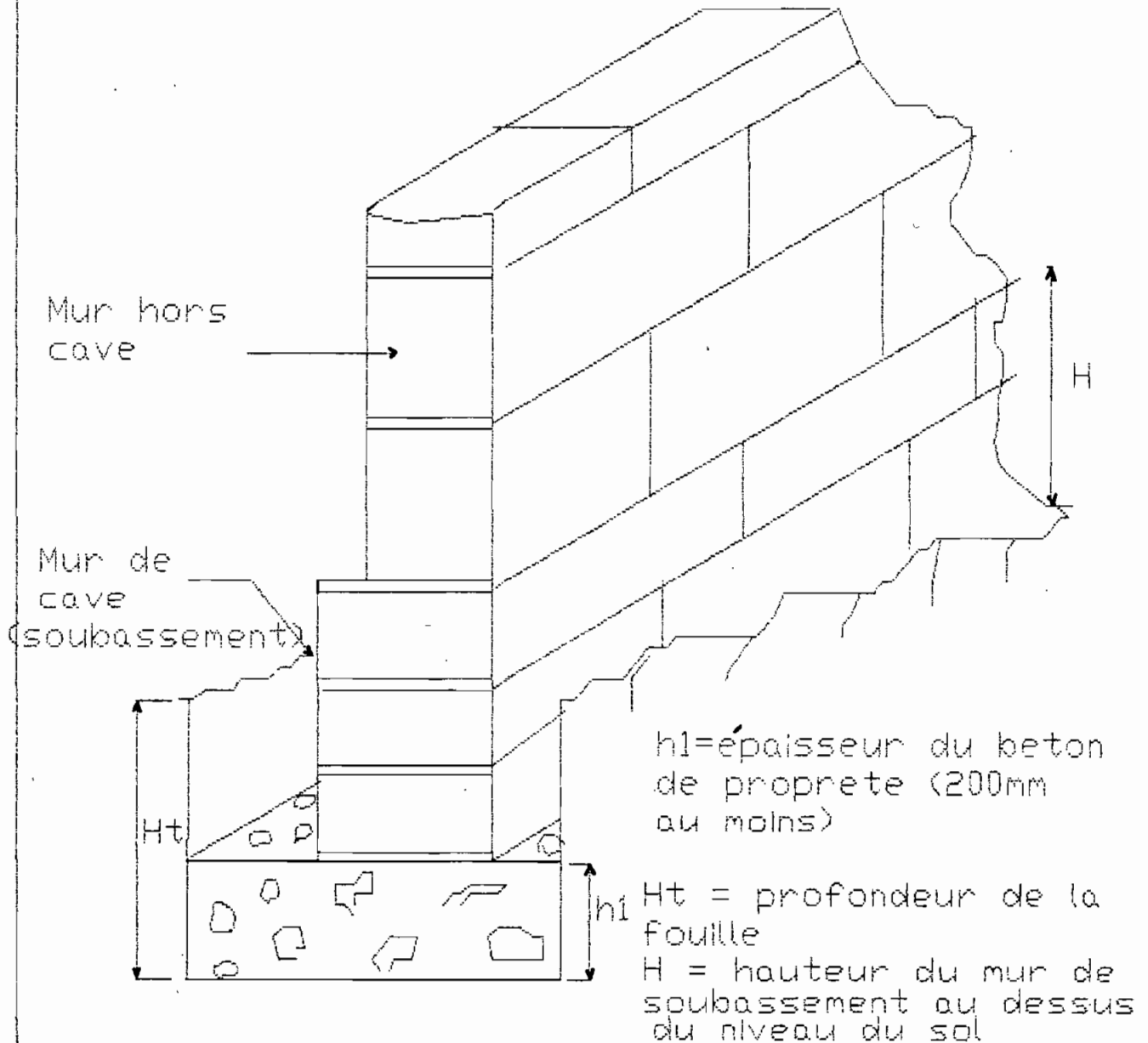
Exemple de disposition a chant
avant l'arrosage et
la couverture



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	<u>TITRE:</u> Disposition des briques pour le murissage
<u>ELEVE INGENIEUR</u> GANDONOU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIB-2



beton de propreté coulé en pleine fouille

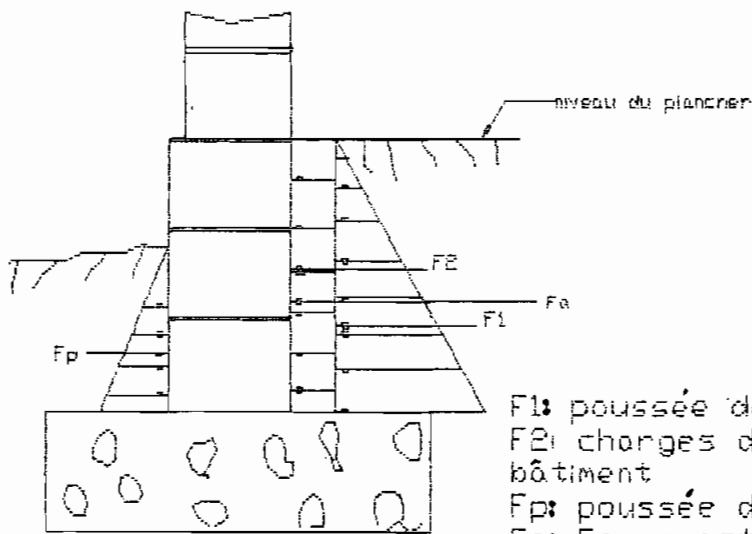


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

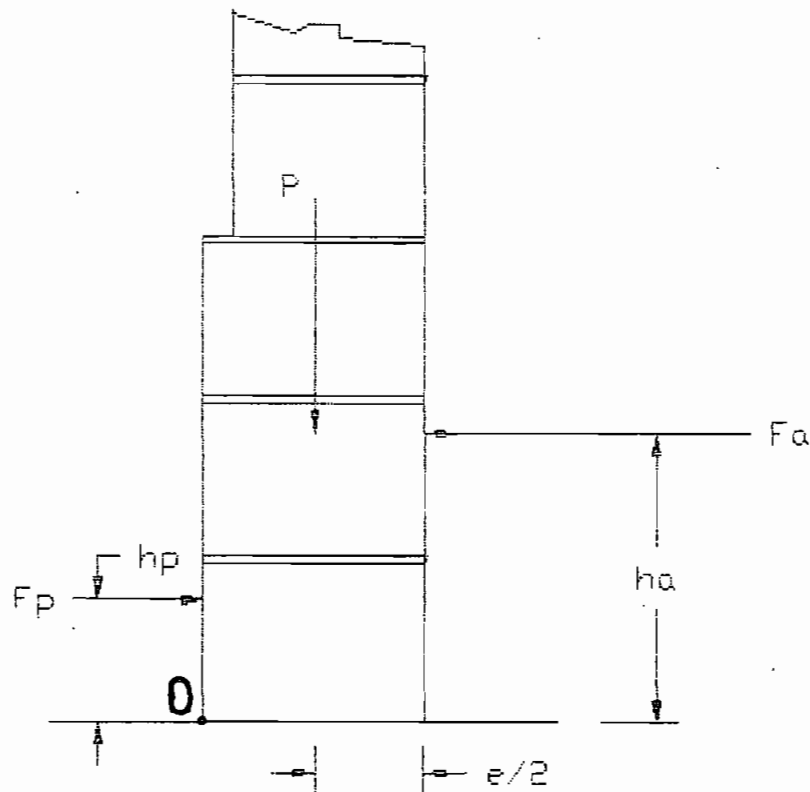
TITRE: Detail du soubassement sur une semelle filante

ELEVE INGENIEUR
GANDONDU SEVERIN Mle. 561

Numero de la FIGURE
Fig. IIC-1



F1: poussée des terres du remblai
 F2: charges d'utilisation à l'intérieur du bâtiment
 Fp: poussée des terres extérieures (butée)
 Fa: Force active totale
 P: poids du mur
 e: épaisseur du mur



Condition d'équilibre pour le mur

Moment par rapport à 0 = 0

$$P * e / 2 + F_p * h_p - F_a * h_a = 0$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

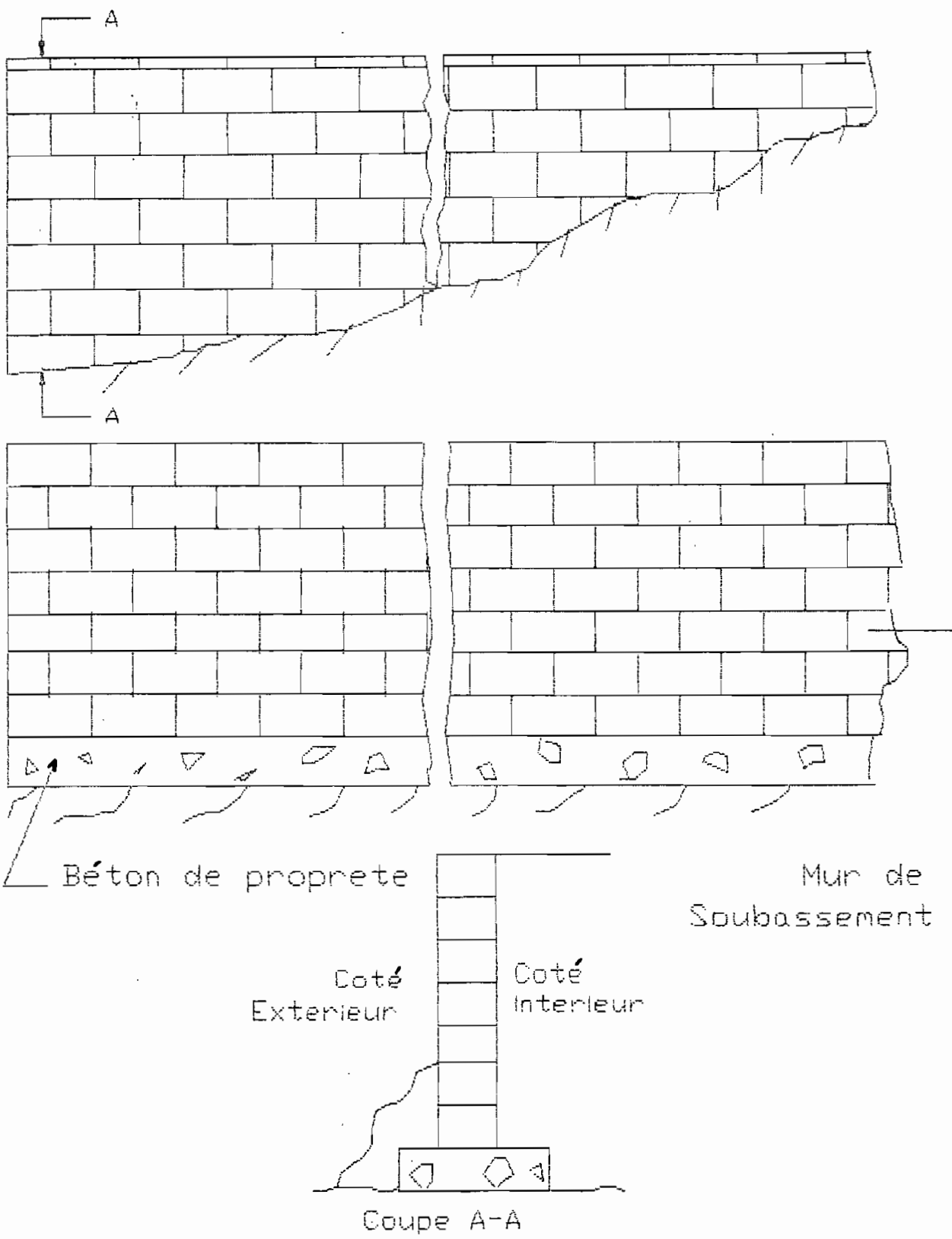
TITRE:

Equilibre du mur de soubassement

ELEVE INGENIEUR

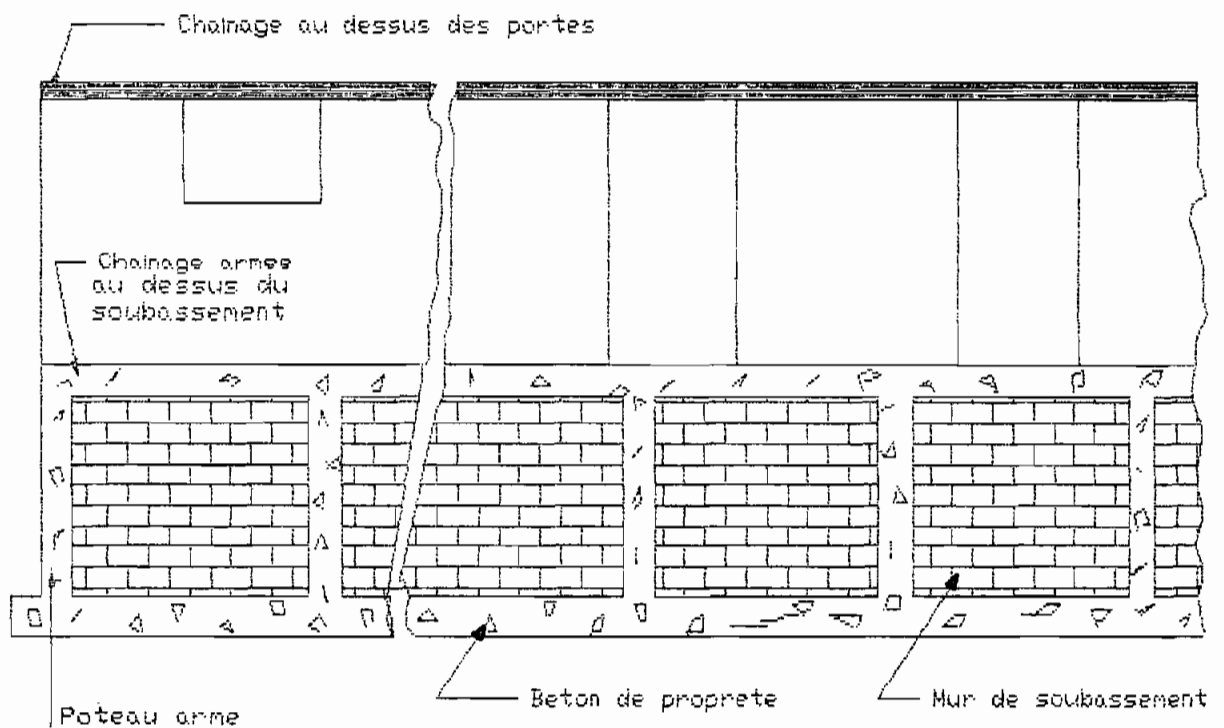
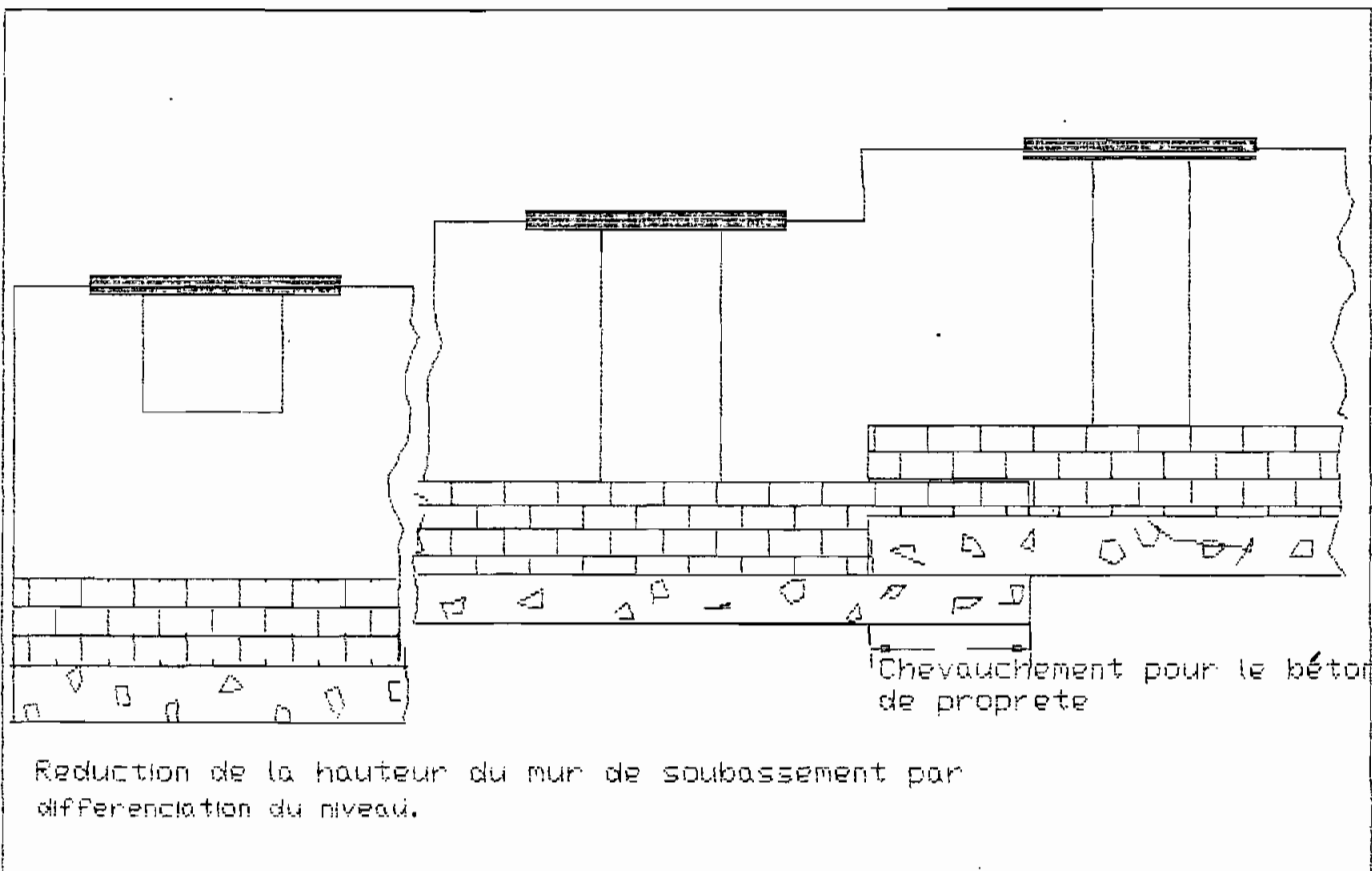
GANDONOU SEVERIN Mle. 561

Numero de la FIGURE
 Fig. IIC-2



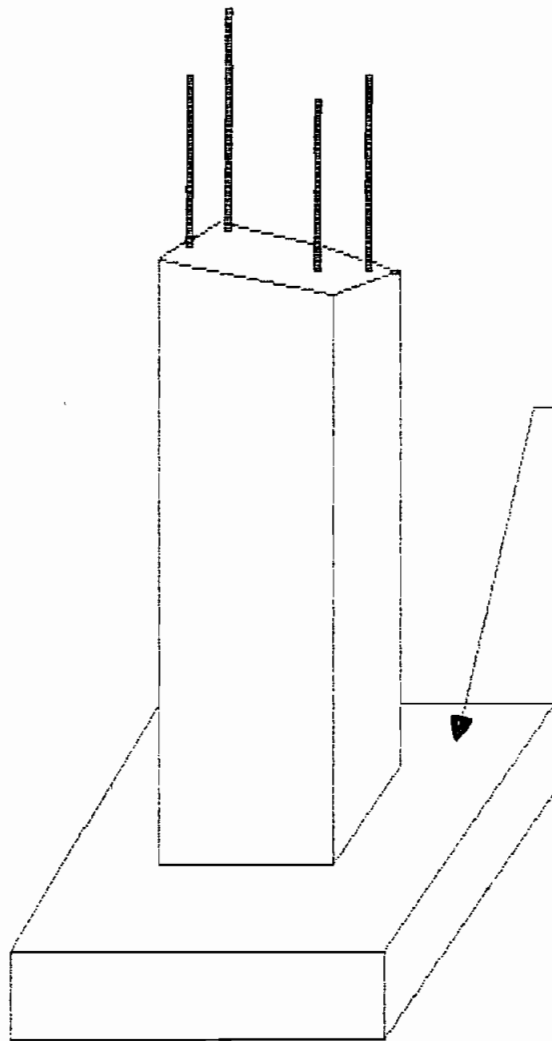
La meilleure solution est a la Fig IIC-4

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	TITRE: Cas de soubassement trop haut sur terrain accidenté
ELEVE INGENIEUR GANDONOU SEVERIN Me. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIC-3

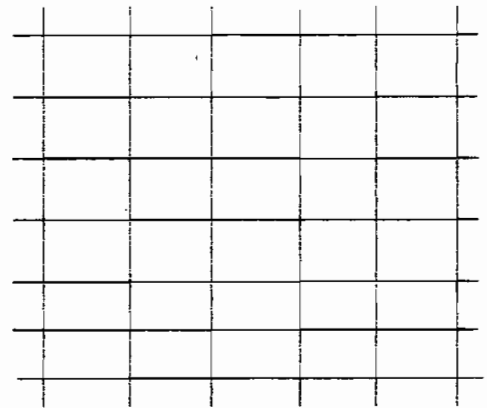


Une autre manière de fonder le bâtiment en cas de terrains accidenté

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	TITRE: Fondations sur terrain accidenté
ELEVE INGENIEUR GANDONDU SEVERIN Me. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIC-4



semelle isolée



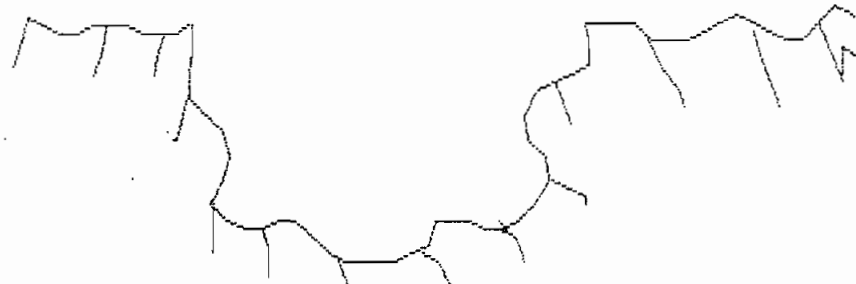
Armature de la semelle
(treillis)

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

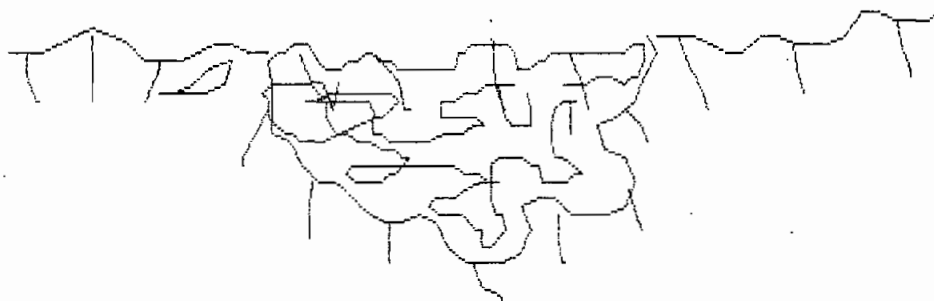
ELEVE INGENIEUR
GANDONOU SEVERIN Mle. 561

TITRE: Semelle isolée

Numero de la FIGURE
Fig. IIC-5

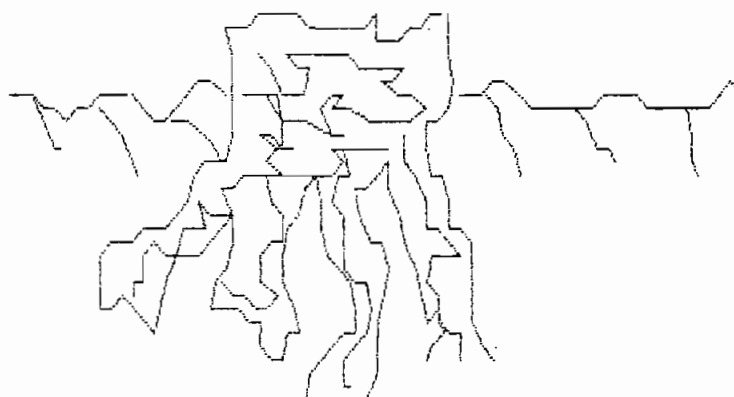


Un trou est antérieurement exécuté sur le site du bâtiment pour raisons diverses (recuperation de la laterite pour une construction en banco par exemple).



Le trou a eu le temps de se remplir d'humus ou du sable avant la construction.

"Poche de terrain"
cas d'une escavation anterieure



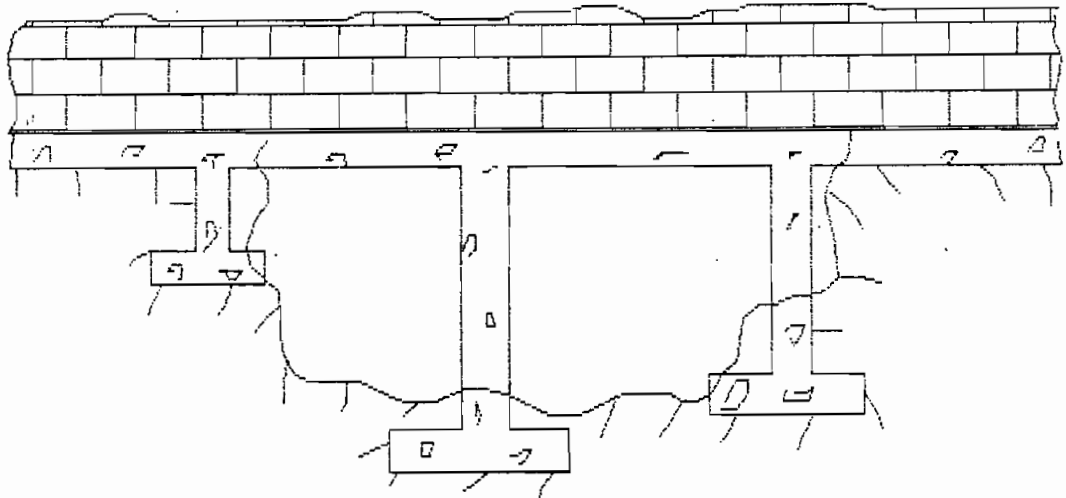
"Poche de terrain"
due a la souche d'un gros arbre

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

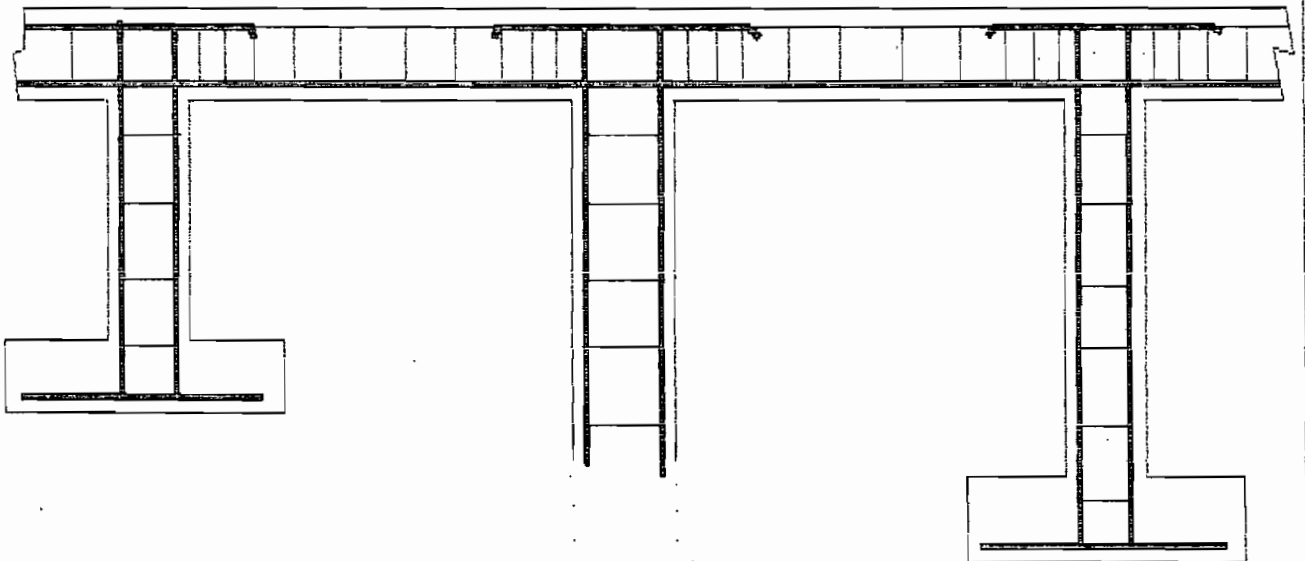
TITRE
"Poche de terrain"

ELEVE INGENIEUR
GANDONDU SEVERIN Mle. 561

Numero de la FIGURE
Fig. IIC-6



Renforcement du soubassement du bâtiment a cause de la "poche de terrain"



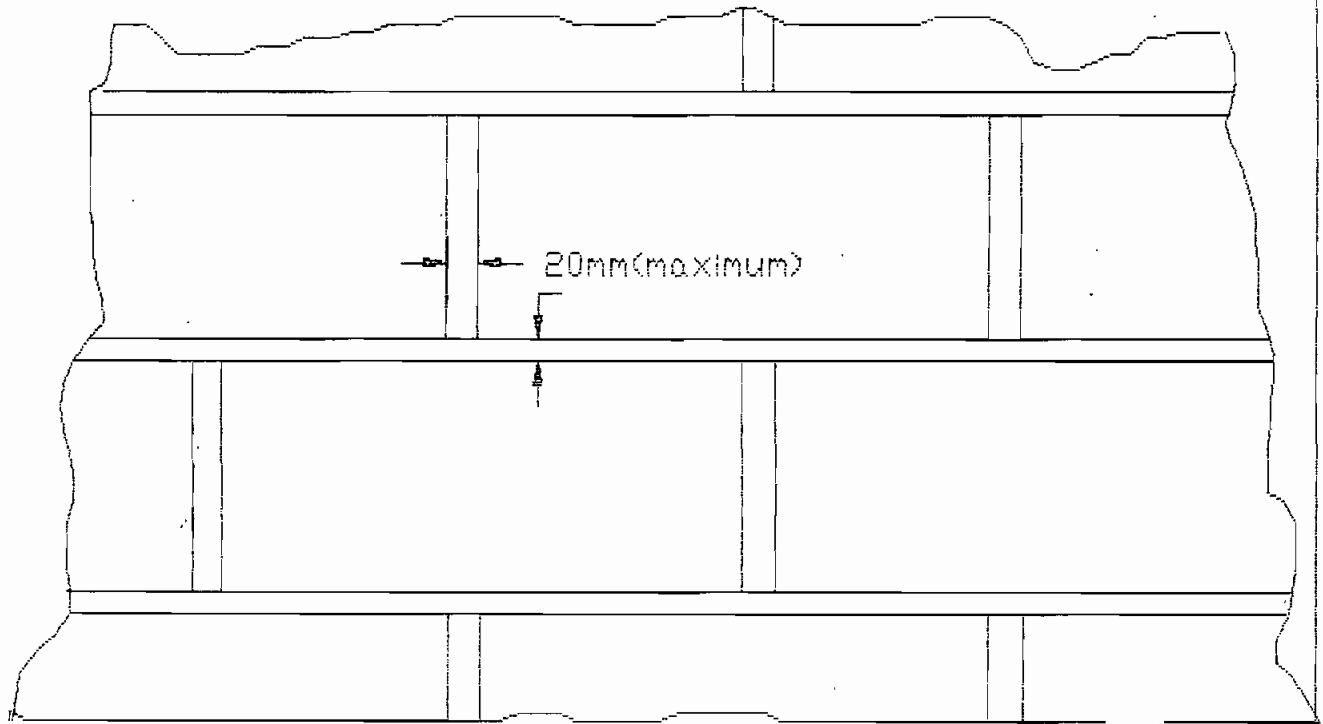
Detail des armatures pour la poutre et les poteaux

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

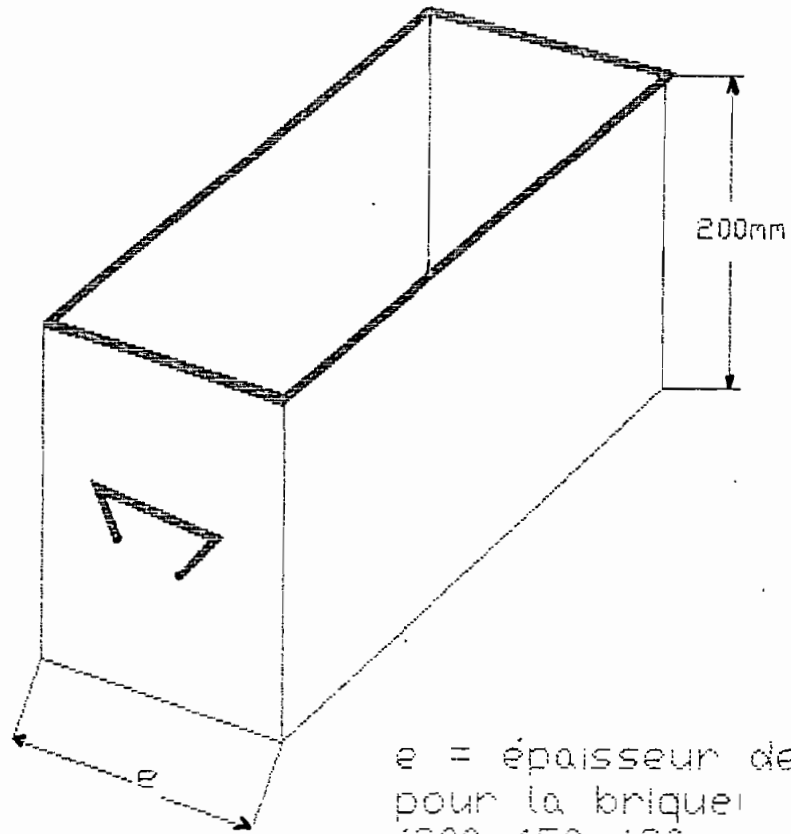
ELEVE INGENIEUR
GANDONOU SEVERIN Mle 561

TITRE:
"Poche de terrain" (suite)

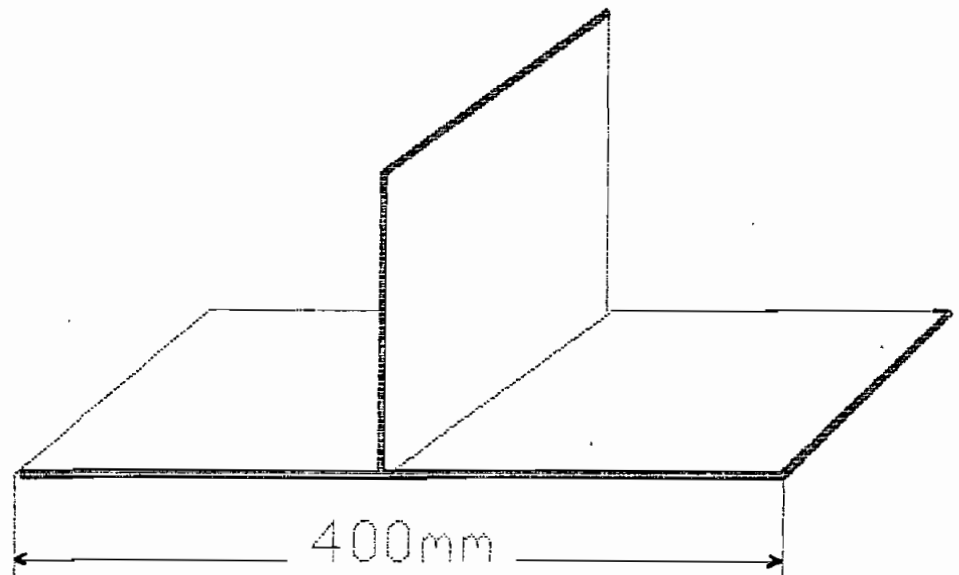
Numero de la FIGURE
Fig IIC-7



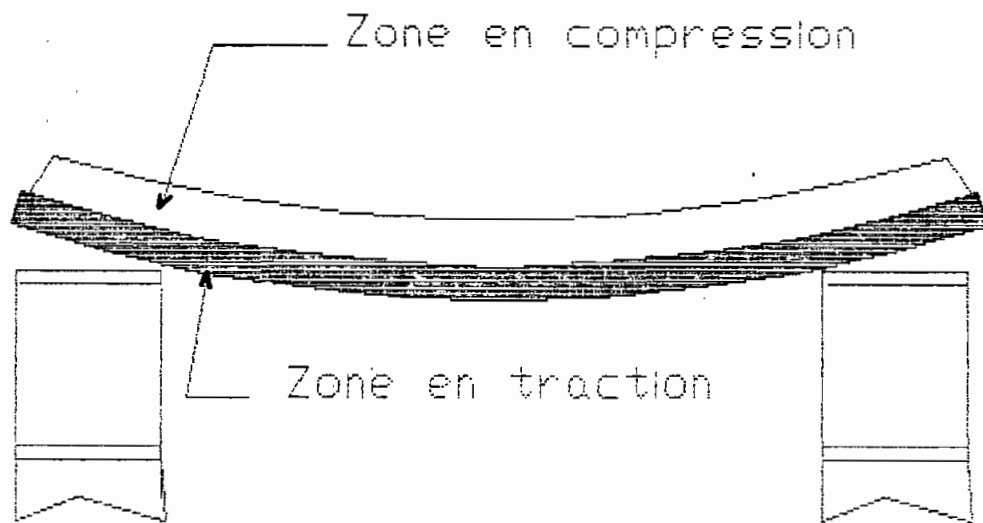
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	TITRE: Epaisseur maximale pour les joints
ELEVE INGENIEUR GANDONOU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IID-1



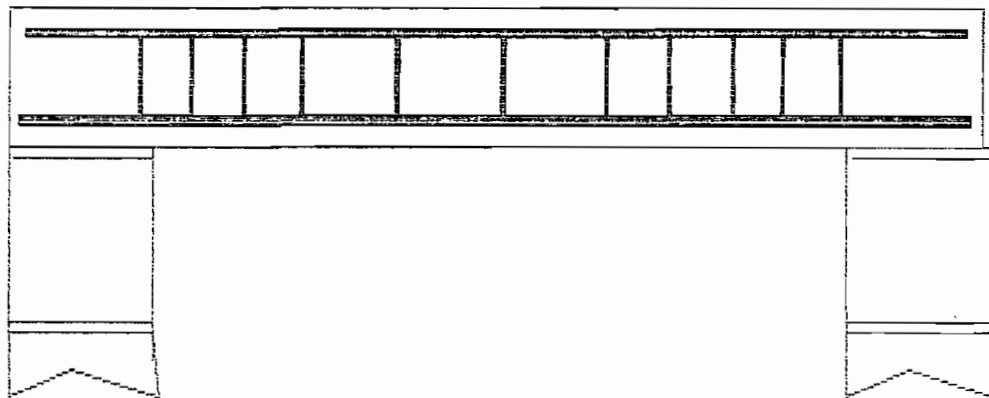
e = épaisseur désirée
pour la brique
(200, 150, 120 ou 100mm)



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	<u>TITRE</u> : Exemple de moule pour morceaux de briques
<u>ELEVE INGENIEUR</u> GANDONOU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IID-2



Deformée d'une poutre sur appuis simples



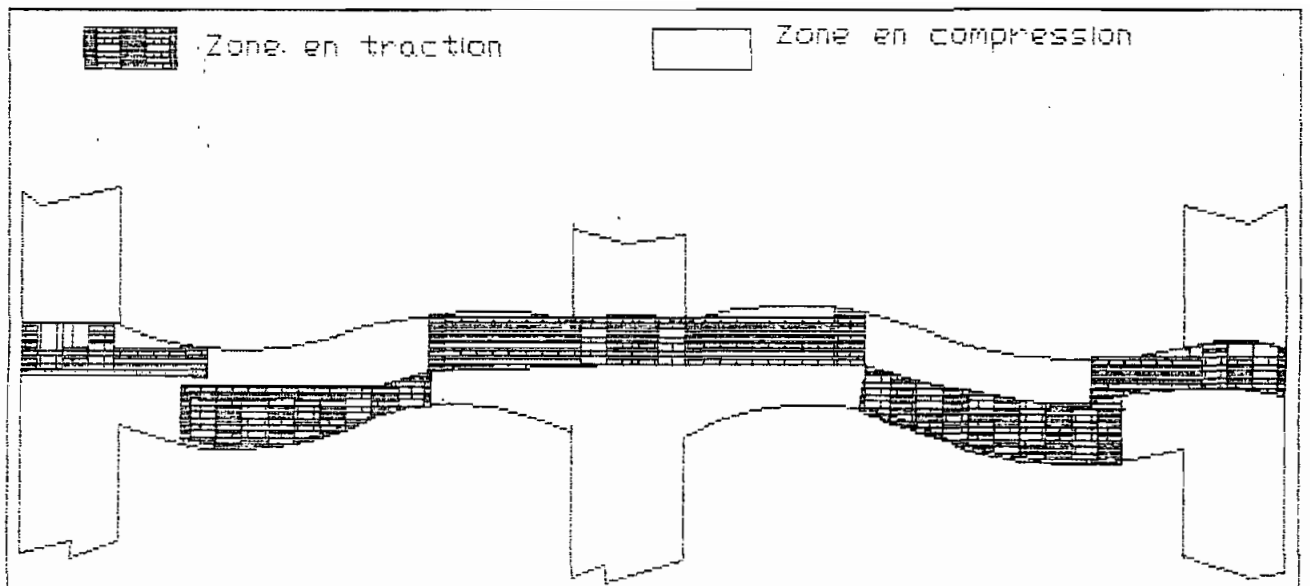
Disposition des armatures pour la poutre
 noter la réduction de l'écartement des étriers
 au niveau des appuis.

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

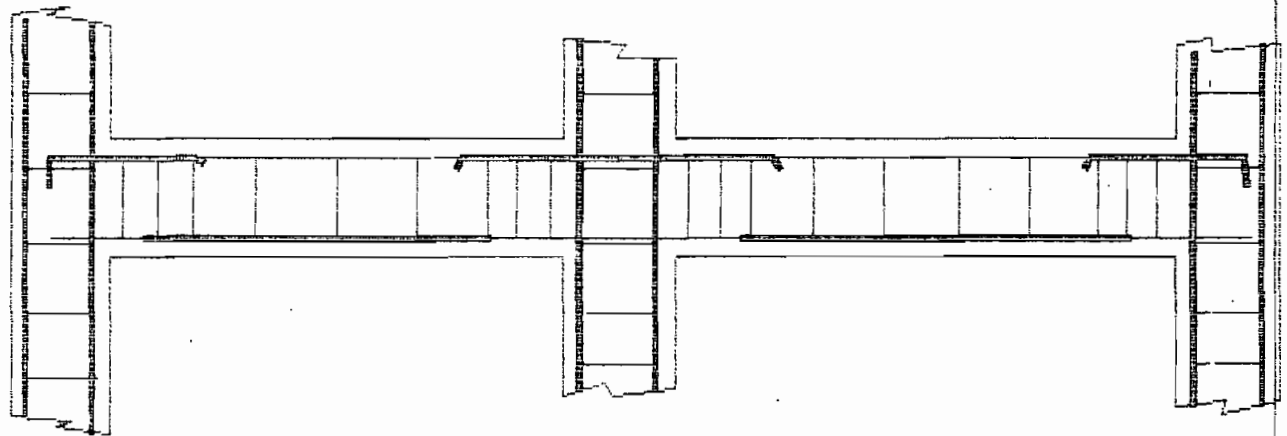
ELEVE INGENIEUR
 GANDONQU SEVERIN Mle. 561

TITRE: Poutre sur appuis
 simples

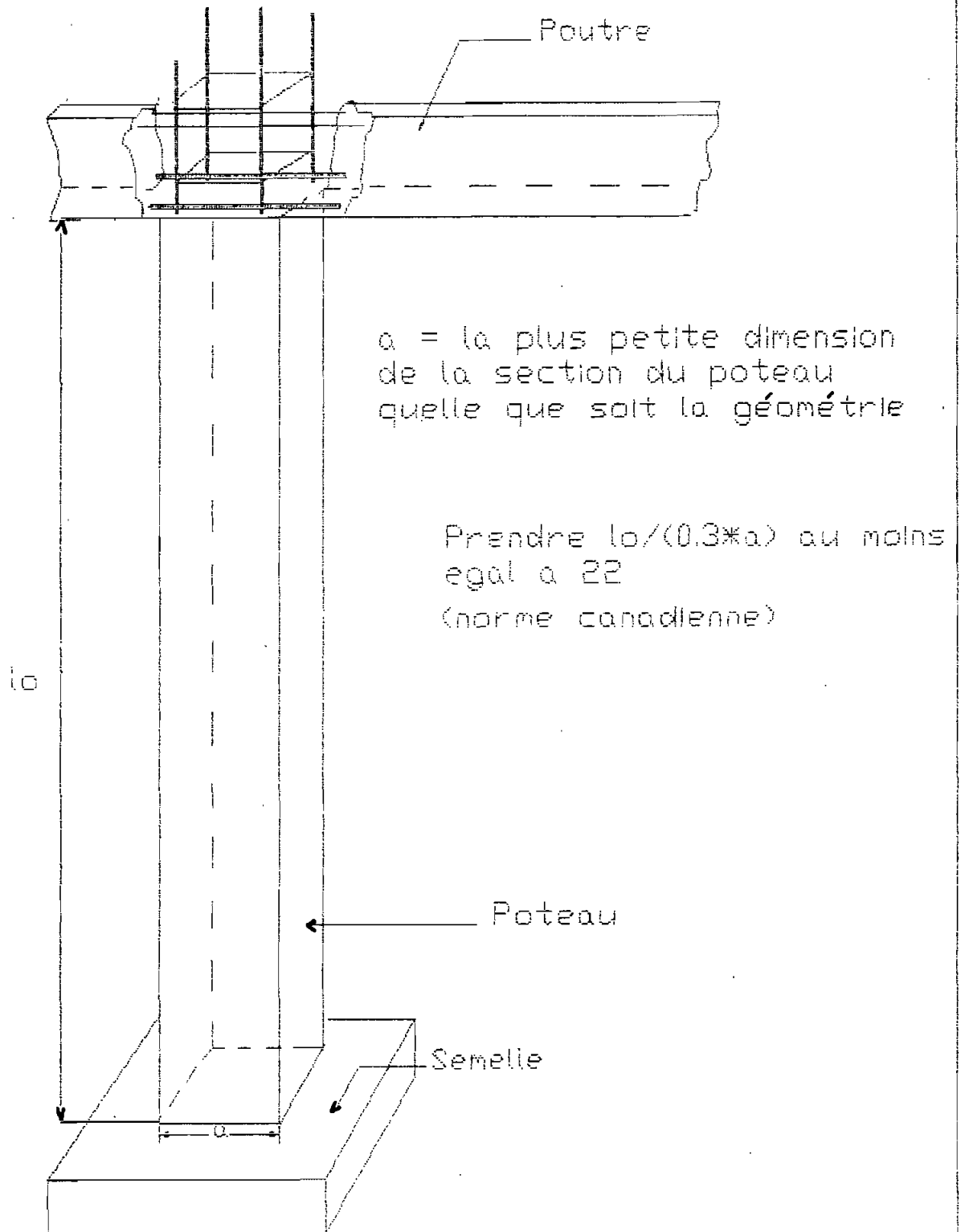
Numero de la FIGURE
 Fig. IIE-1



Déformée d'une poutre sur appuis rigides



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	TITRE: Poutre sur appuis rigides
ELEVE INGENIEUR GANDONDU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIE-2

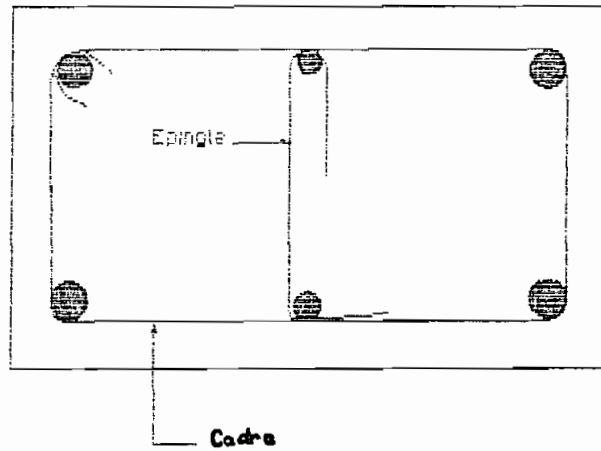
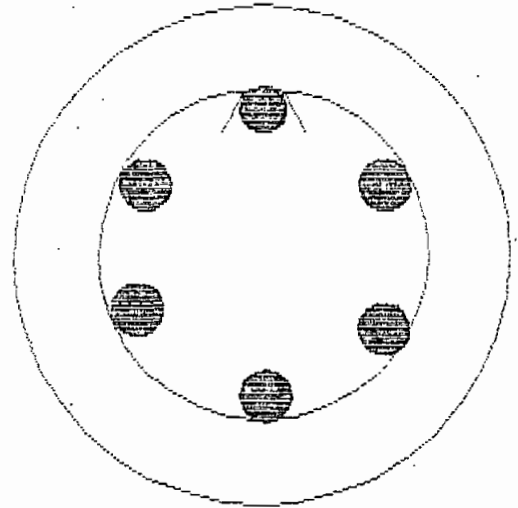
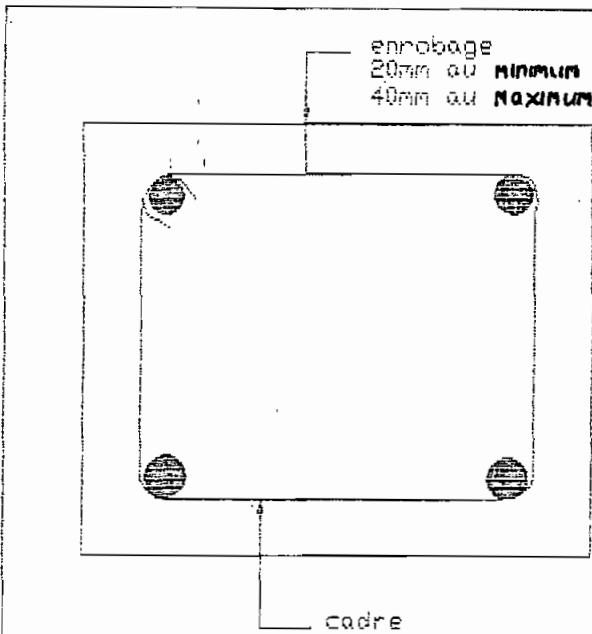


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

ELEVE INGENIEUR
 GANDONOU SEVERIN Me. 561

IIIRE Elancement d'un poteau

Numero de la FIGURE
 Fig. IIE-3

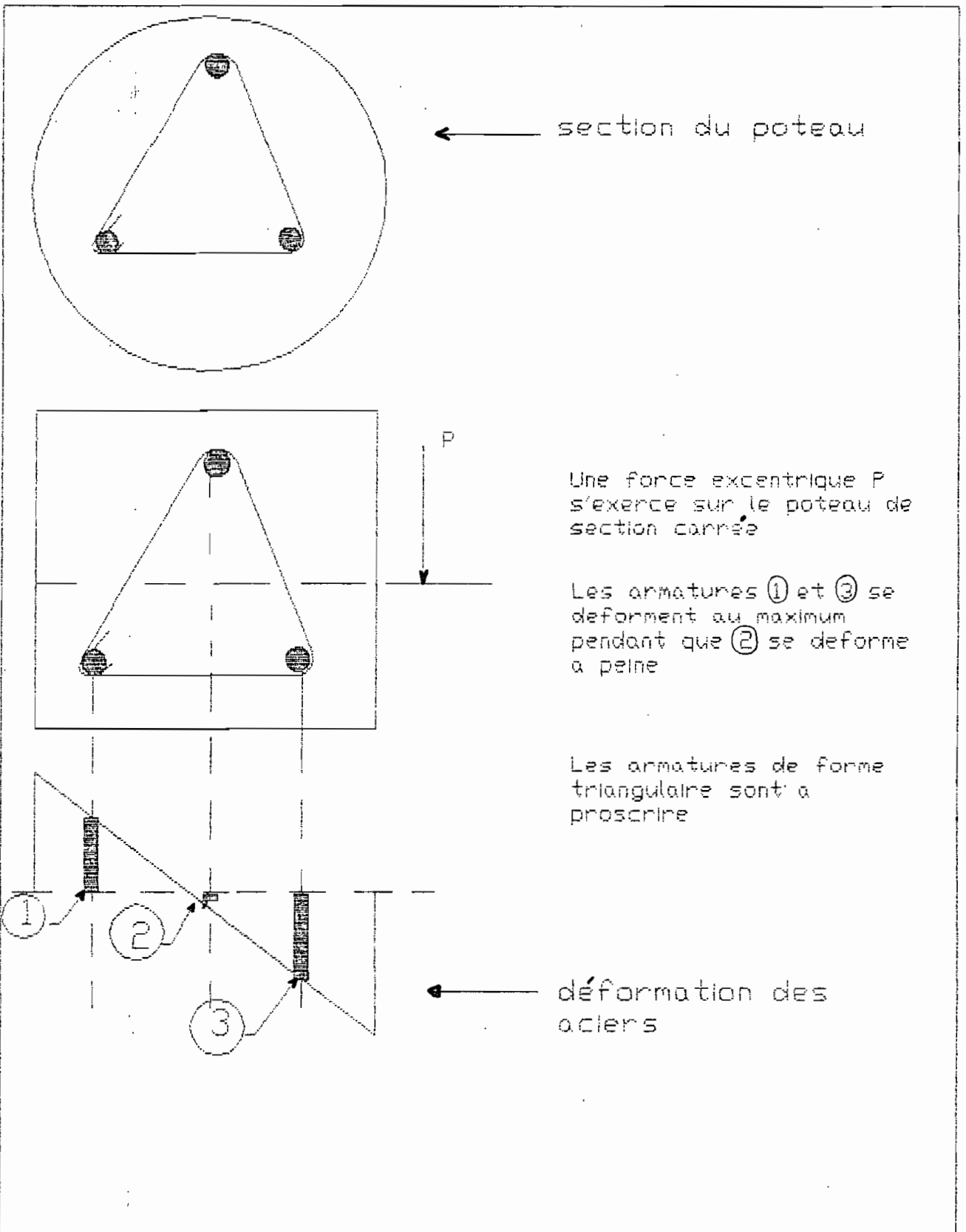


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

ELEVE INGENIEUR
GANDONOU SEVERIN Mle. 561

TITRE: Exemples de sections de poteaux
avec dispositions d'armatures
recommandées

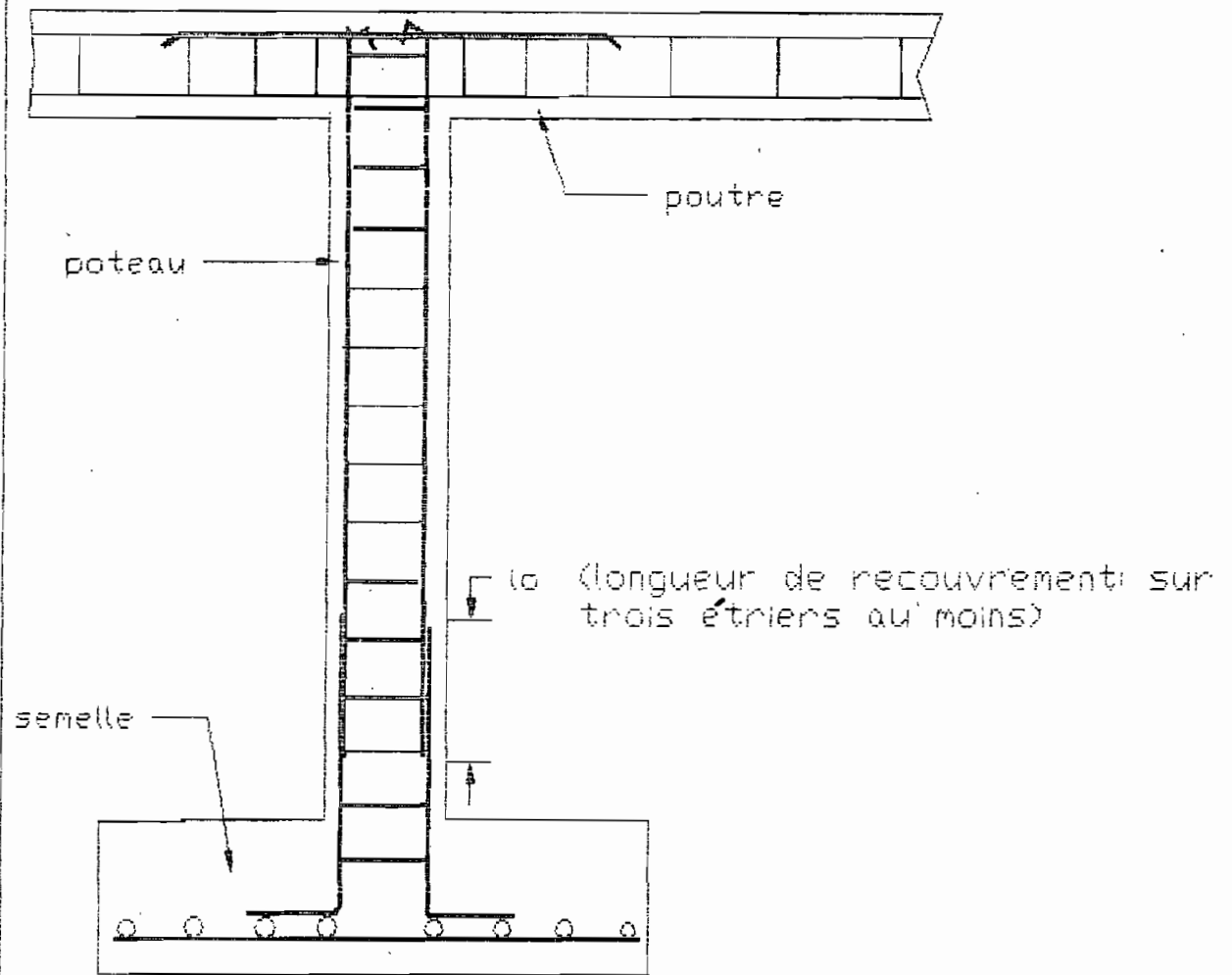
Numero de la FIGURE
Fig. IIE-4



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88
 ELEVE INGENIEUR
 GANDONOU SEVERIN Mle. 561

TITRE: Disposition non recommandée pour les armatures

Numero de la FIGURE
 Fig. IIE-5

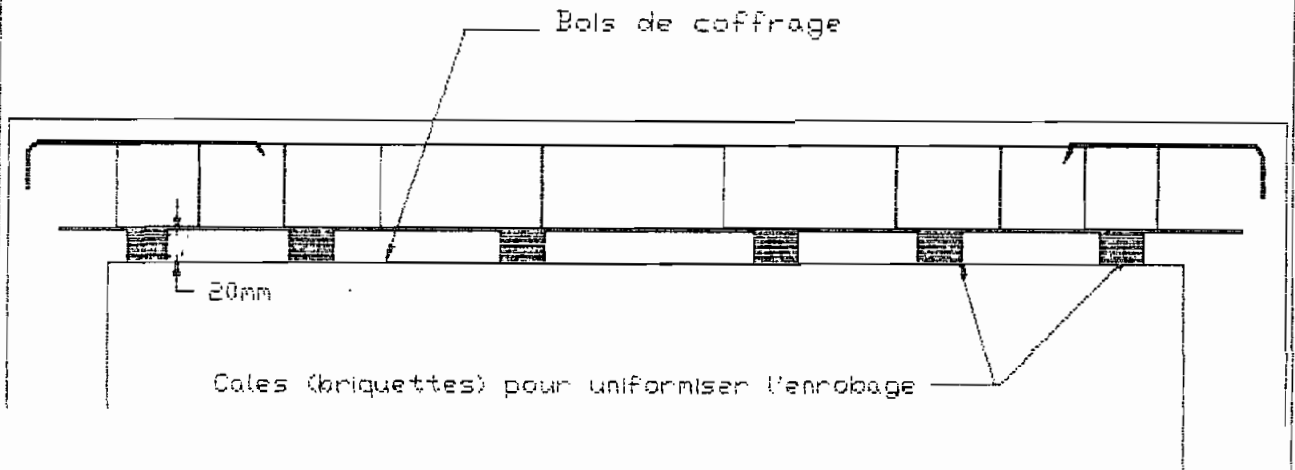


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

TITRE: Ancrage d'un poteau

ELEVE INGENIEUR
 GANDONDU SEVERIN Mle. 561

Numero de la FIGURE
 Fig. IIE-6

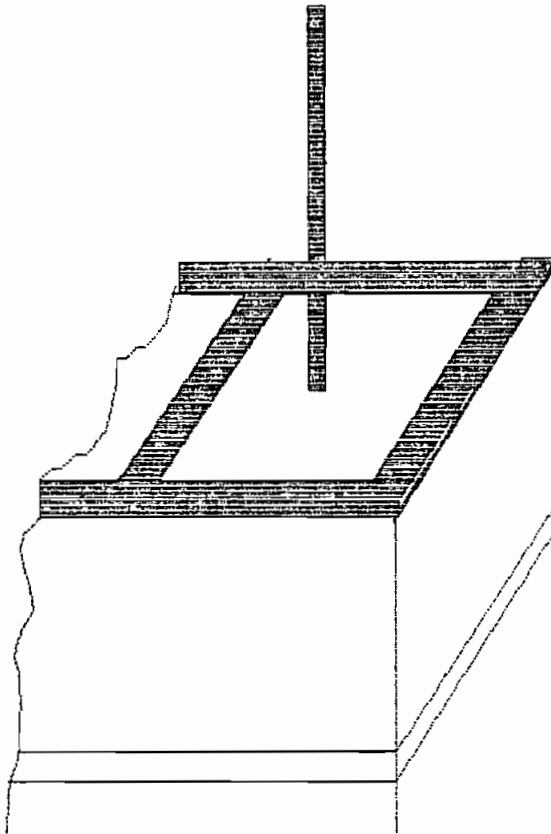
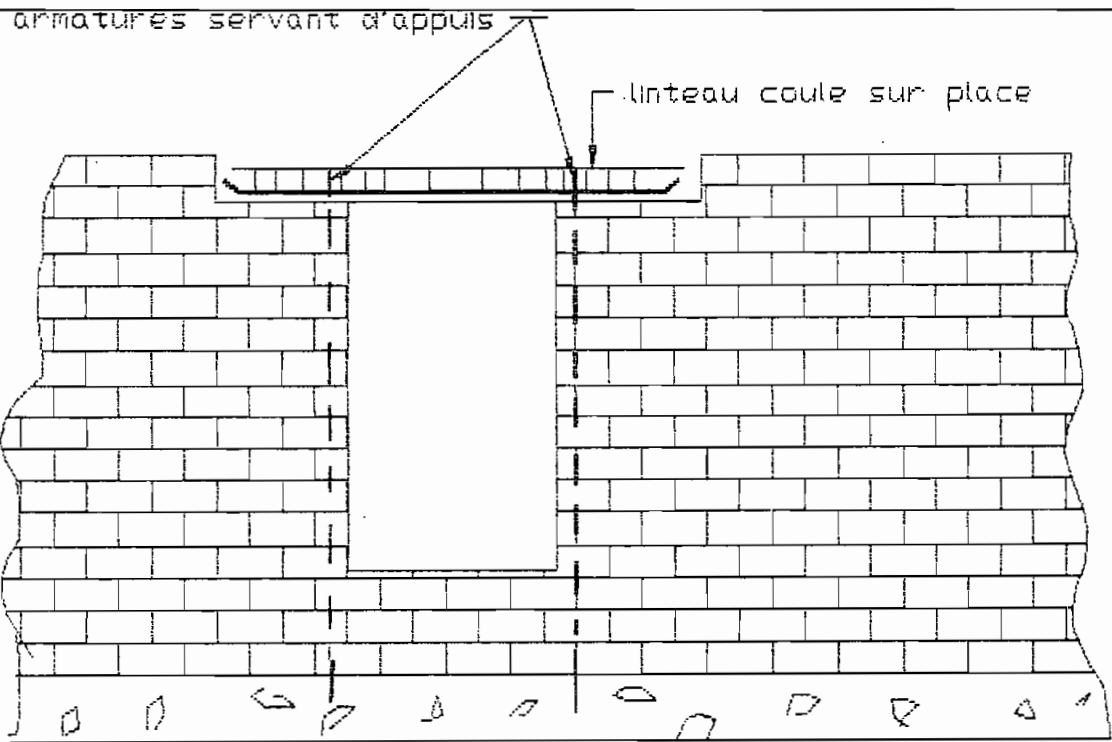


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

ELEVE INGENIEUR
 GANDONDU SEVERIN Mle. 561

TITRE: Cales pour enrobage
 constant

Numero de la FIGURE
 Fig. IIE-7



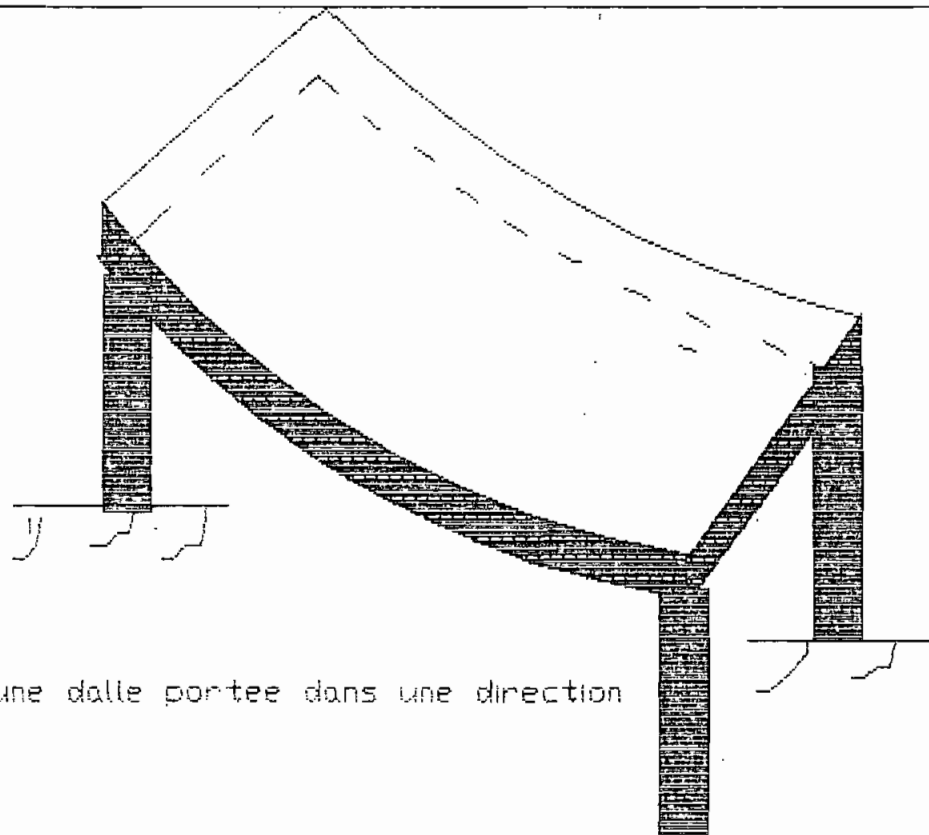
Briques avec alveoles donnant ouverture au dessus et en dessous. A chaque montage, l'alveole traversée par l'acier est remplie de mortier

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

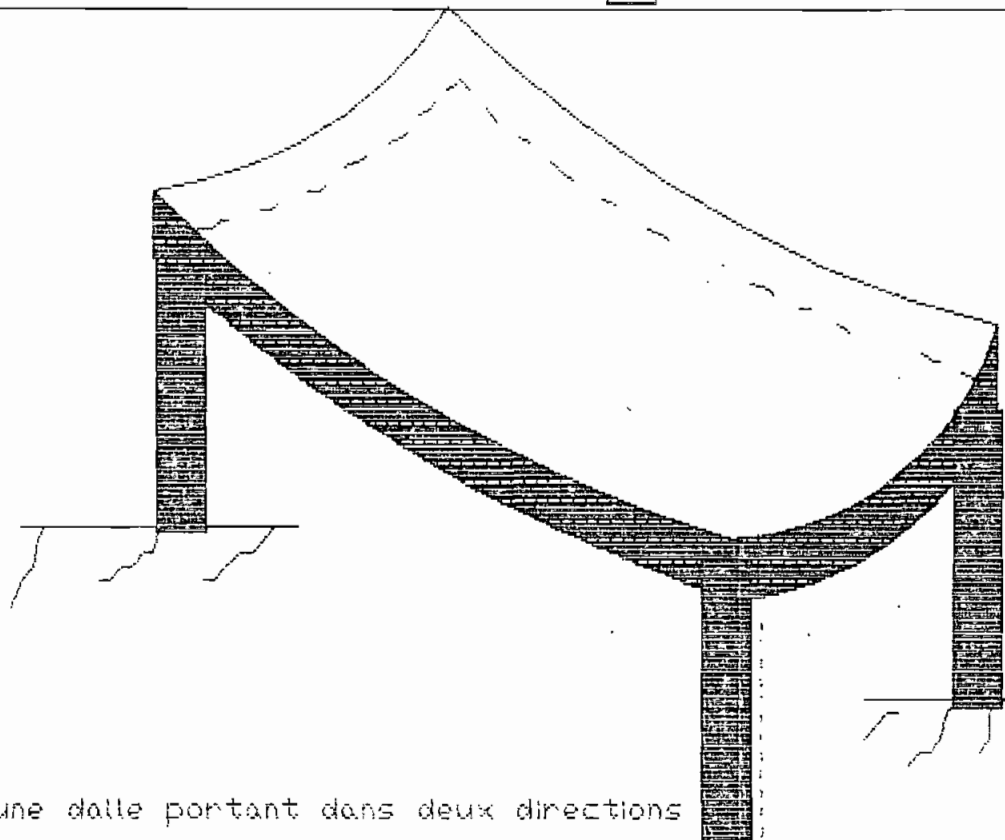
ÉLÈVE INGÉNIEUR
GANDONOU SEVERIN Me. 561

TITRE Renforcement lateral
des portes

Numero de la FIGURE
Fig. IIE-8



Déformée d'une dalle portée dans une direction



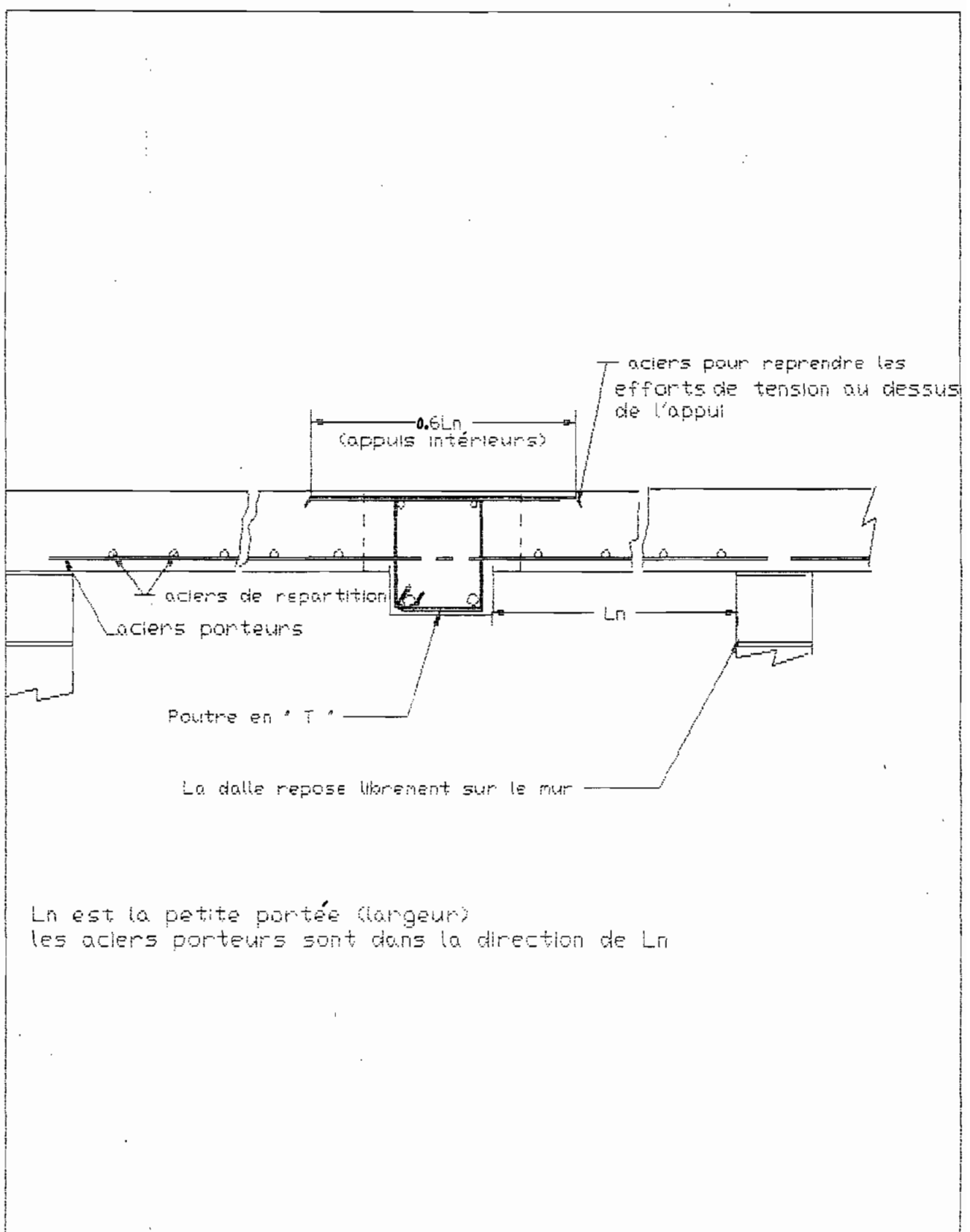
Déformée d'une dalle portant dans deux directions

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

TITRE:
 Deformation de dalles

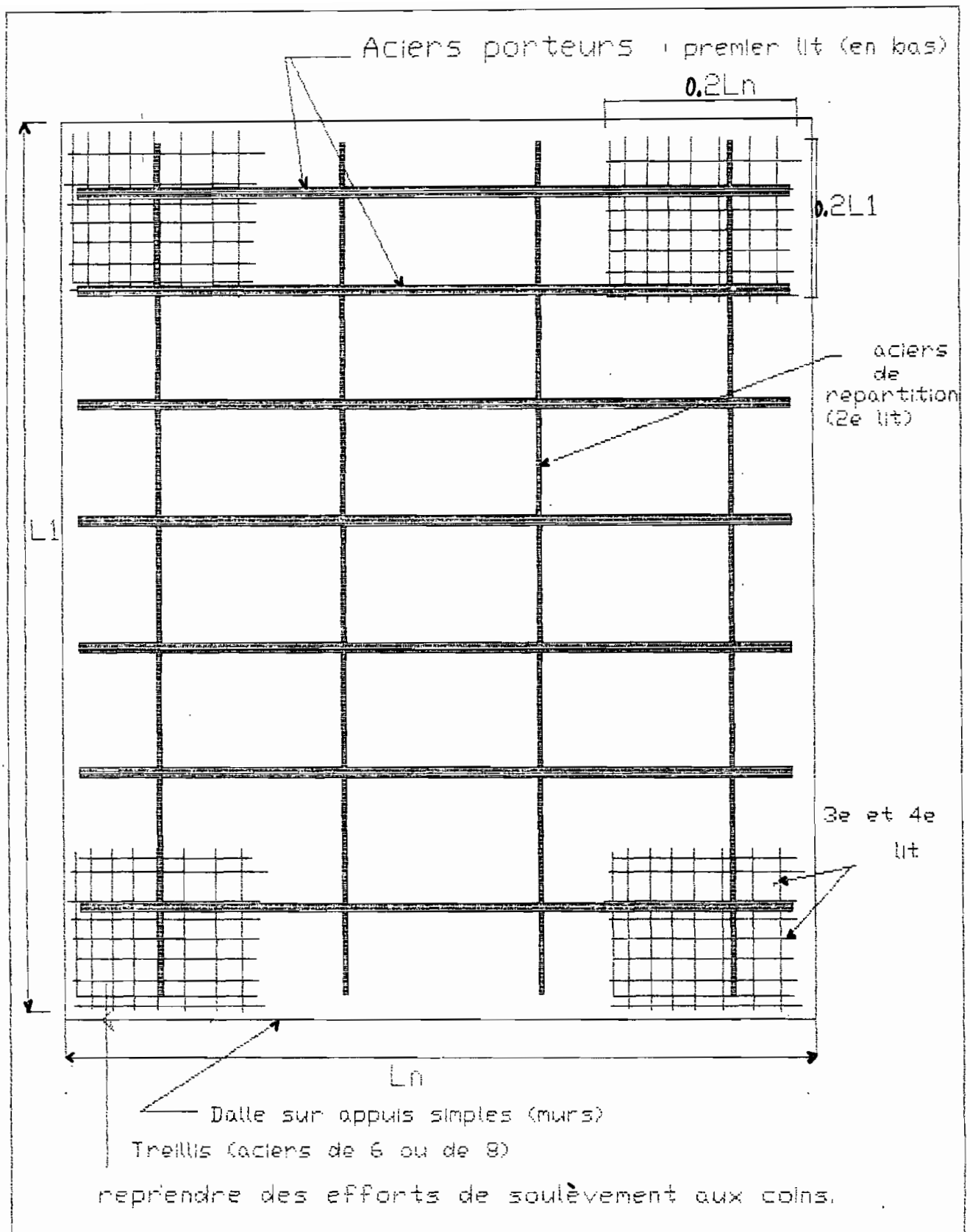
ELEVE INGENIEUR
 GANDONDU SEVERIN Mle. 561

Numero de la FIGURE
 Fig. IIF-1



Ln est la petite portée (longueur)
 les aciers porteurs sont dans la direction de Ln

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	<u>TITRE:</u> Disposition d'acier pour dalle pleine portée dans une direction
<u>ELEVE INGENIEUR</u> GANDONDU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIF-2

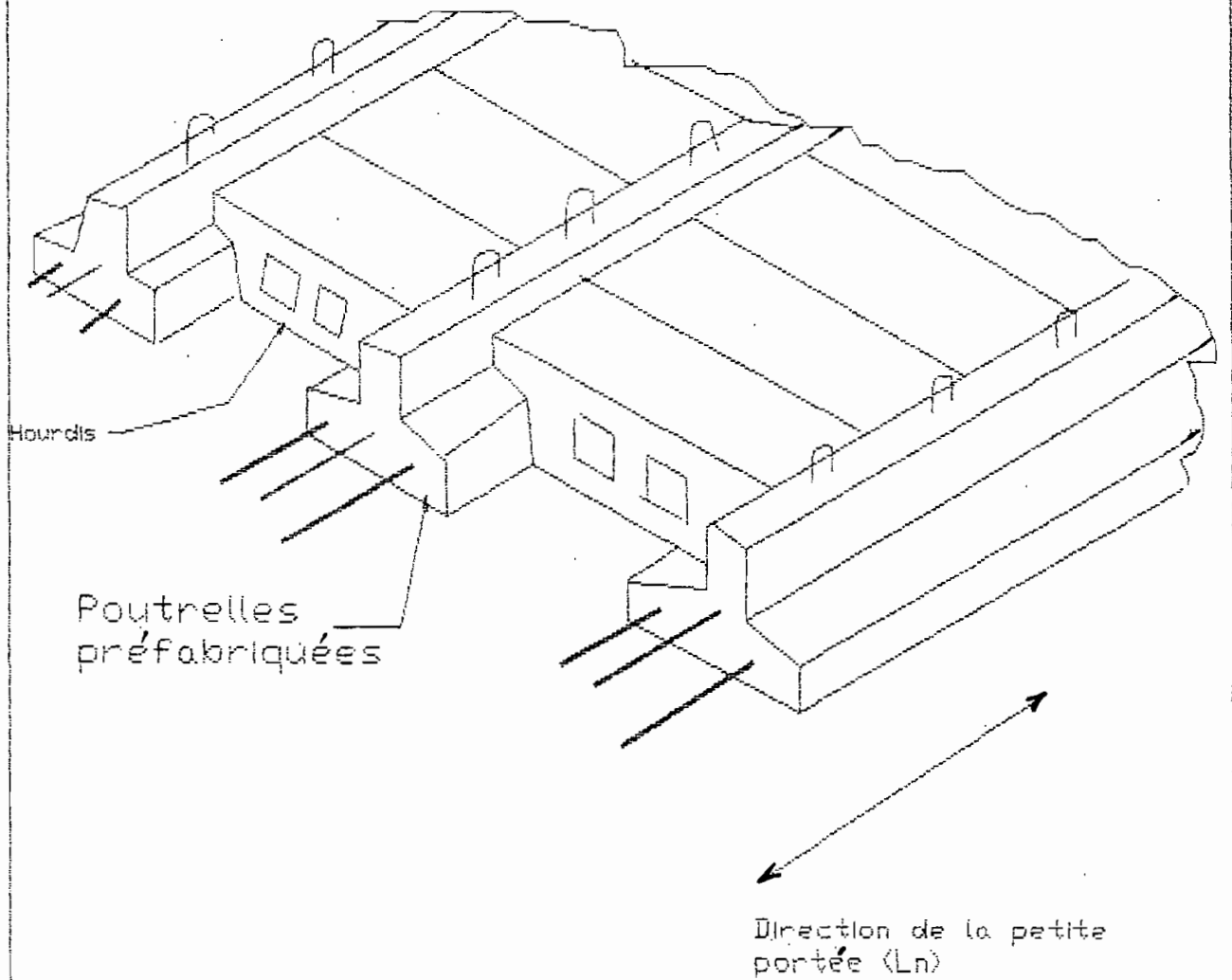


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

ELEVE INGENIEUR
GANDONOU SEVERIN Mle. 561

TITRE: reprise des efforts de coin
lorsque la dalle pleine repose simplement

Numero de la FIGURE
Fig. IIF-3

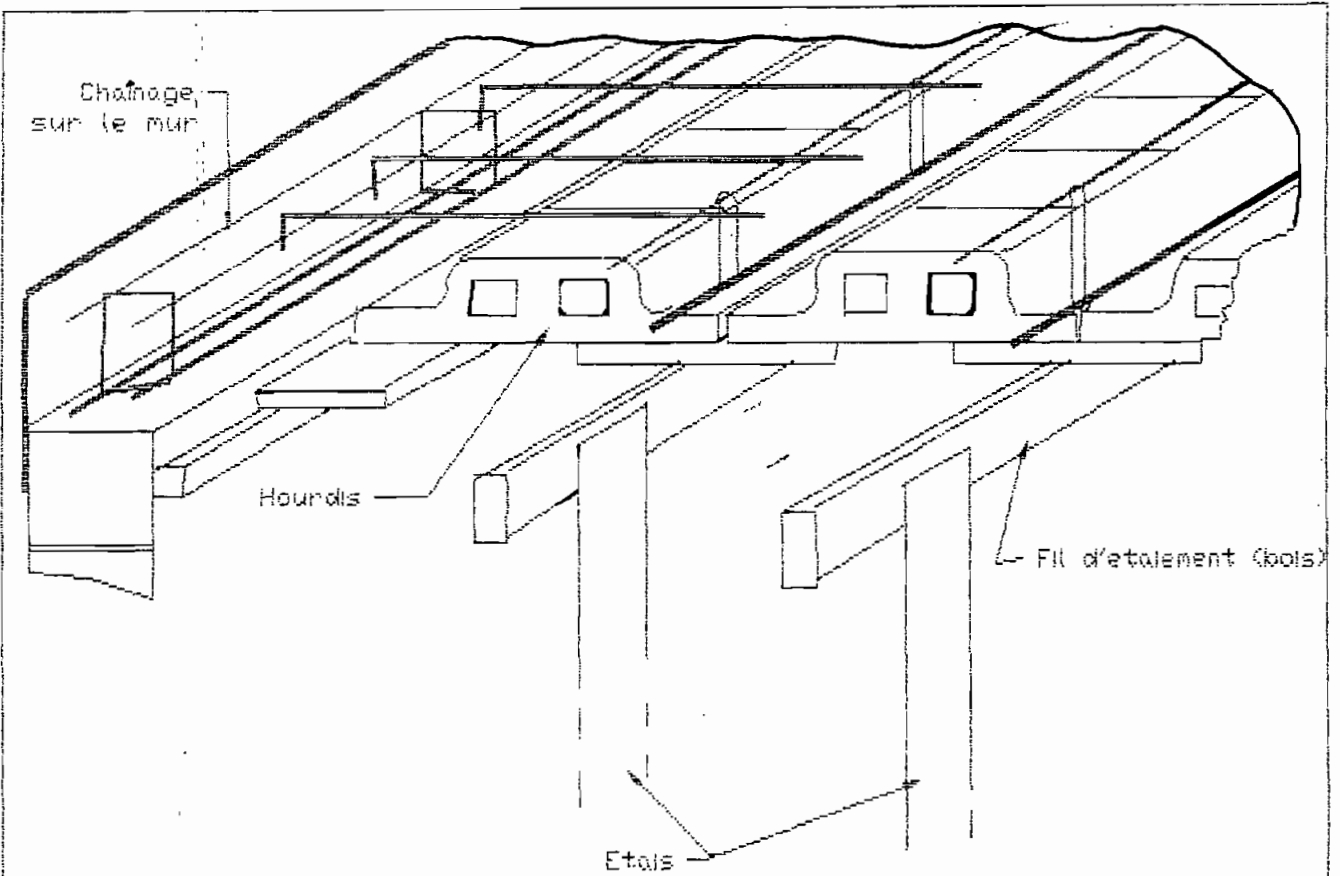


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

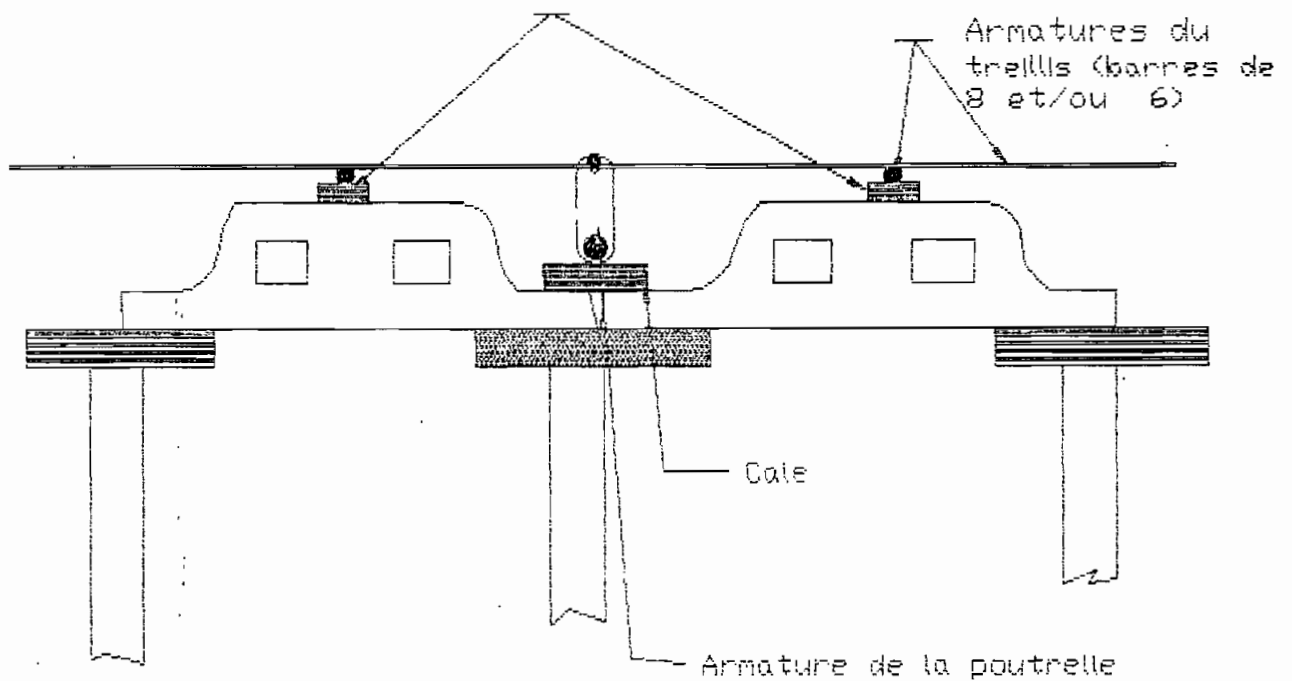
TITRE dalle à hourdis avec
 poutrelles préfabriquées

ELEVE INGENIEUR
 GANDONOU SEVERIN Mle. 561

Numero de la FIGURE
 Fig. IIF-4



Cale pour acier de couture (treillis)

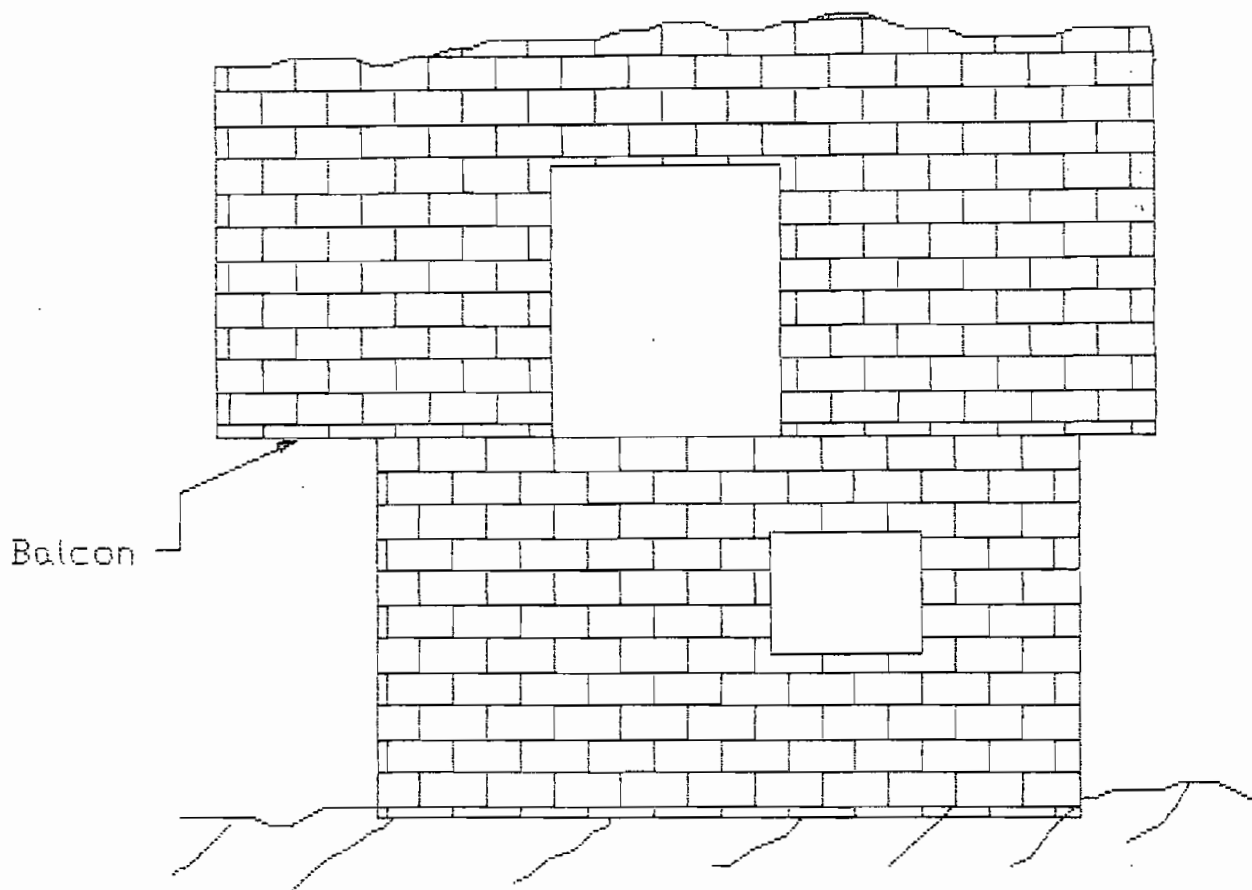


ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

ELEVE INGENIEUR
GANDONDU SEVERIN Mle. 561

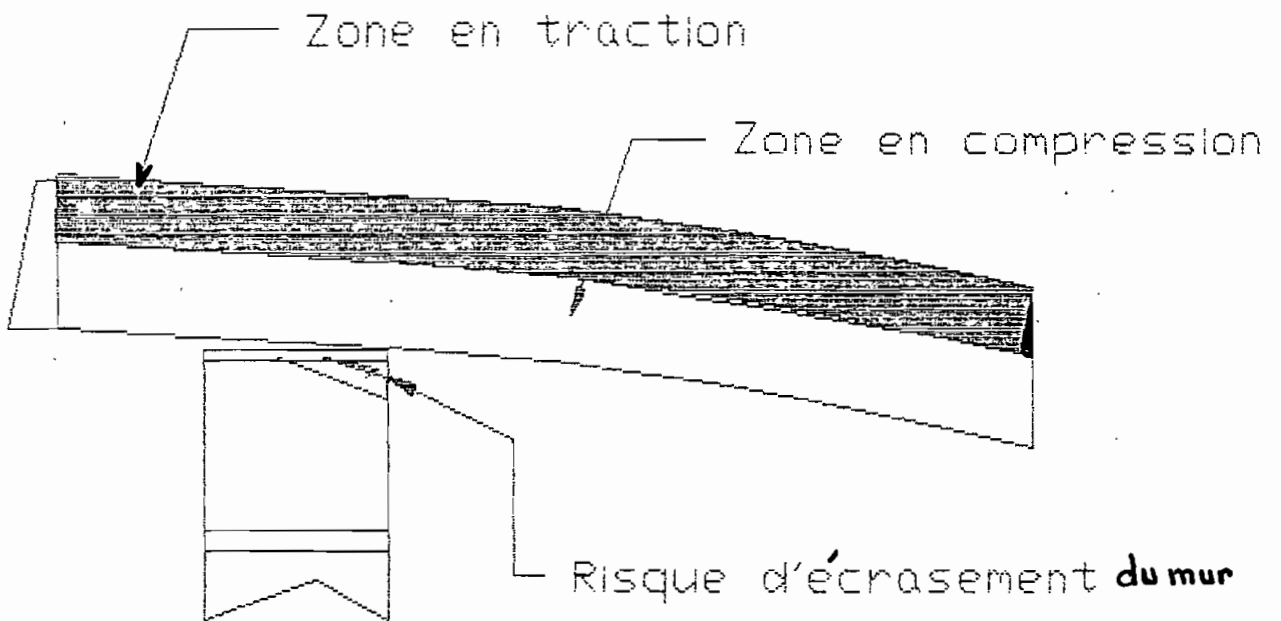
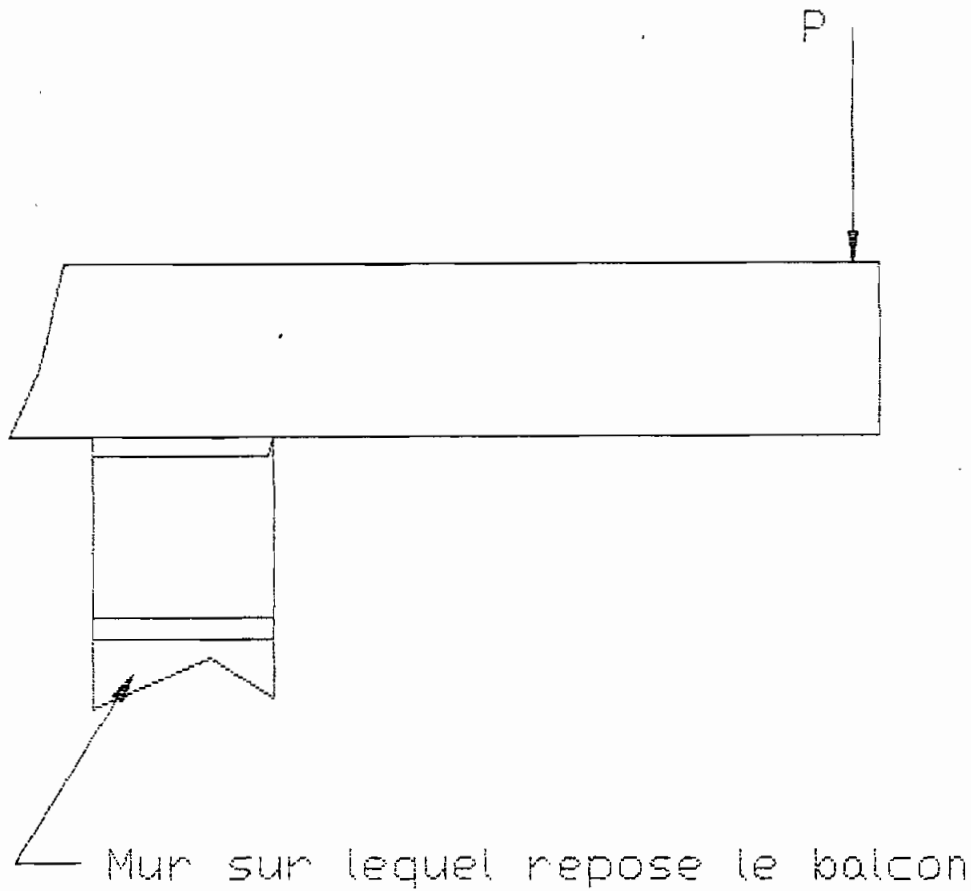
TITRE: Dalles a hourdis avec
poutrelles coulées sur place

Numero de la FIGURE
Fig. IIF-5



Vue de face de la largeur d'un bâtiment.
 L'augmentation des dimensions à partir
 du premier étage, exige un dimensionnement
 particulier de la dalle (armatures).

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	TITRE: Augmentation abusive de l'aire par usage de balcon
ELEVE INGENIEUR GANDONDU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIF-6



Déformée du balcon sous l'action de P

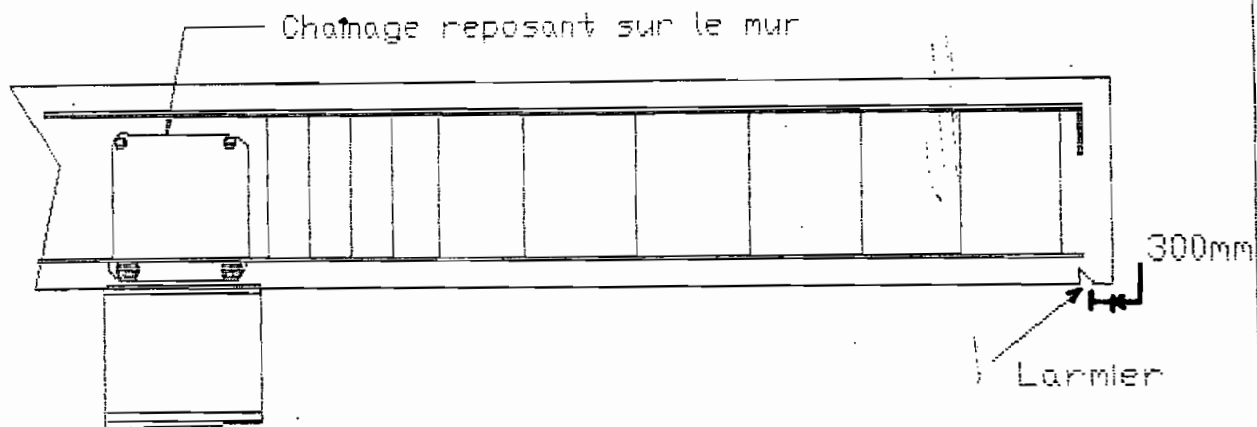
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

ELEVE INGENIEUR
GANDONOU SEVERIN Mle. 561

TITRE

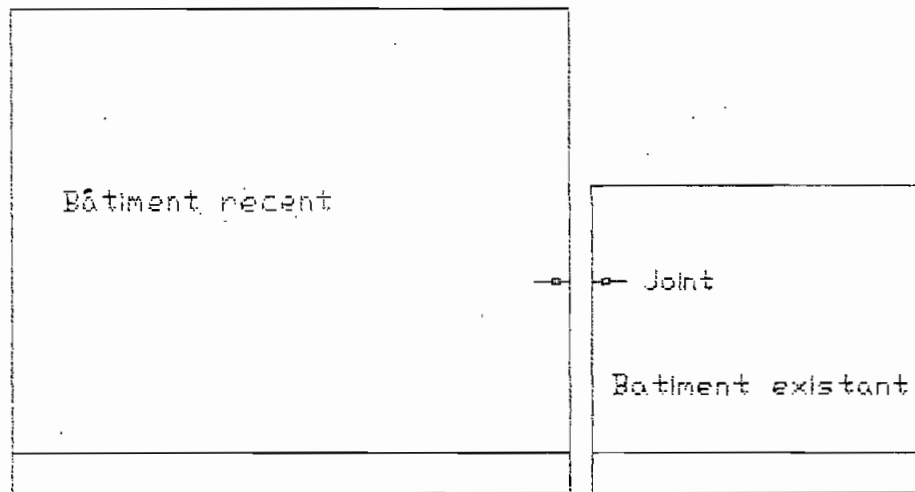
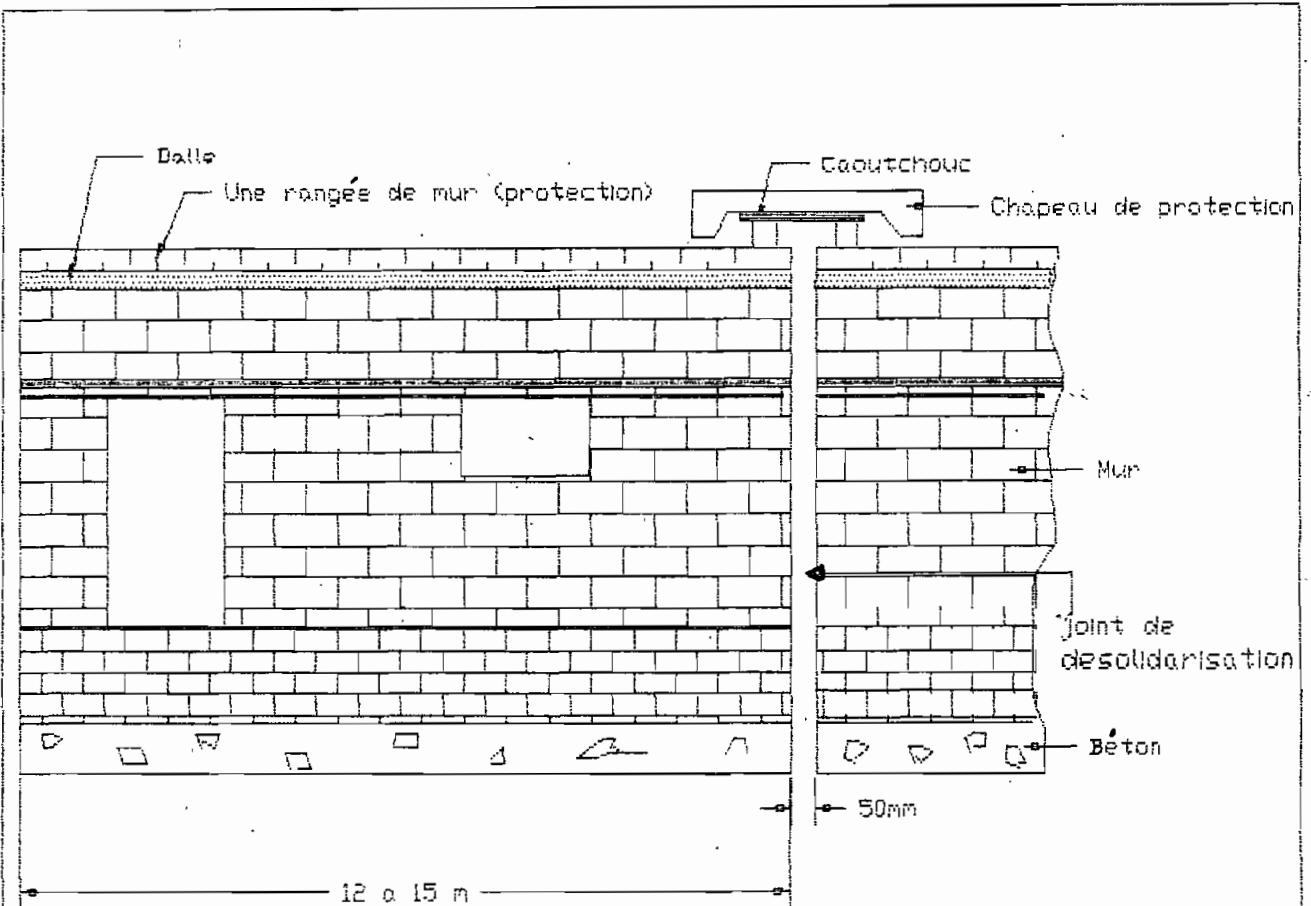
Déformée d'un balcon

Numero de la FIGURE
Fig. IIF-7

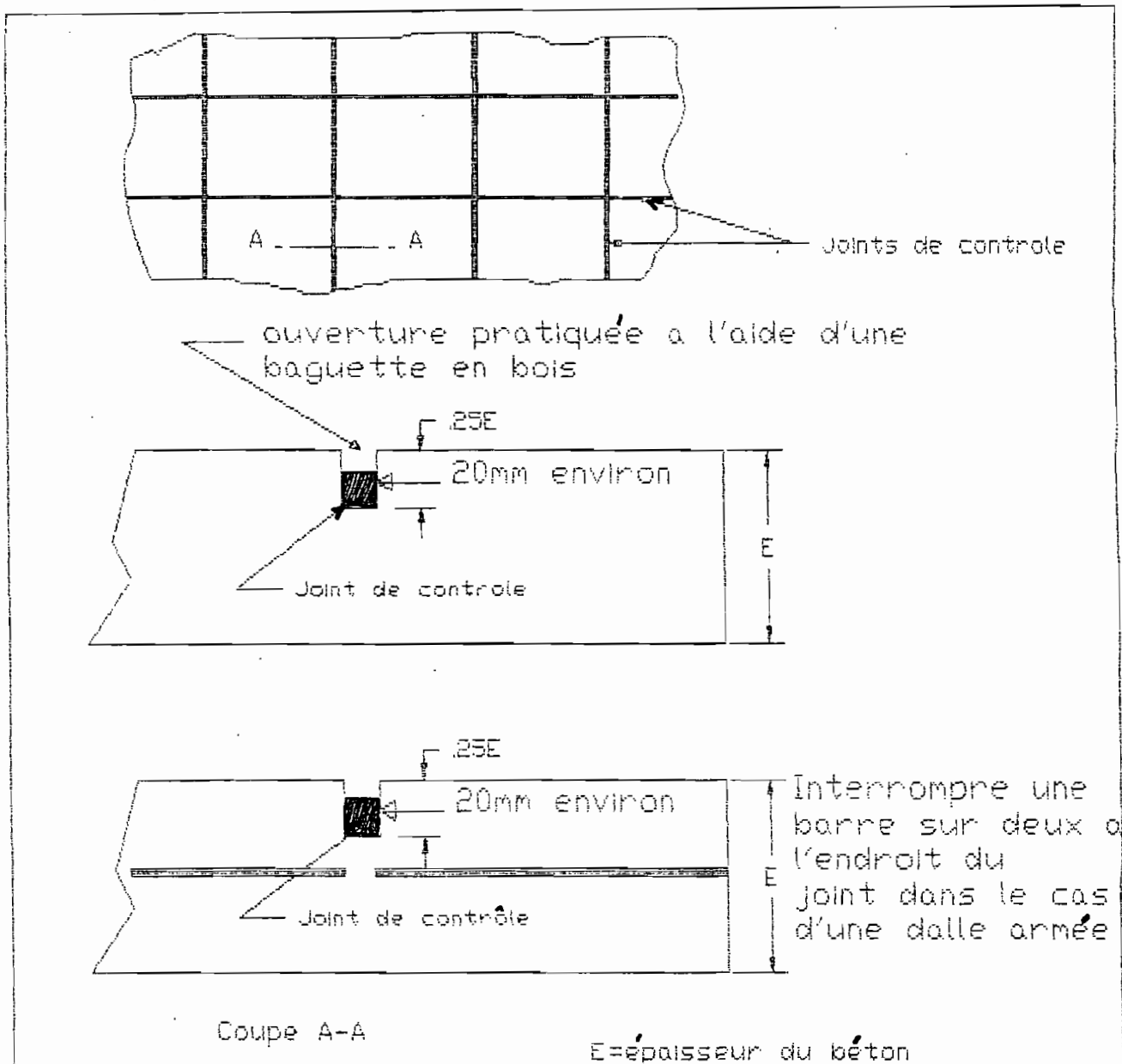


Placer une baguette
 triangulaire de 20^{mm} sur
 20^{mm} de côté sur le coffrage
 avant de couler la dalle

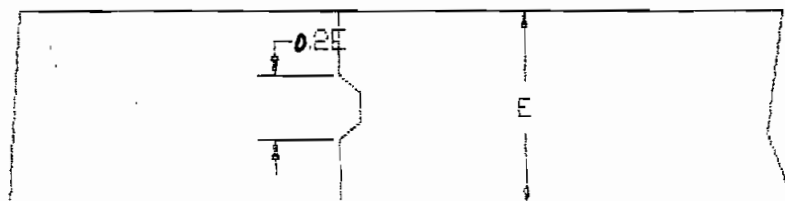
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	<u>TITRE:</u> Disposition d'armatures pour balcon
<u>ELEVE INGENIEUR</u> GANDONDU SEVERIN Me. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIF-8



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	<u>TITRE:</u> Exemple de joints de desolidarisation
ELEVE INGENIEUR GANDONDU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIG-1



Exemples de joint de contrôle



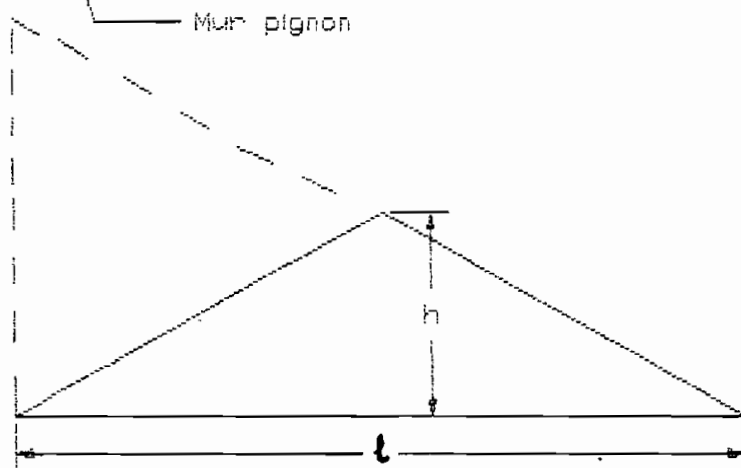
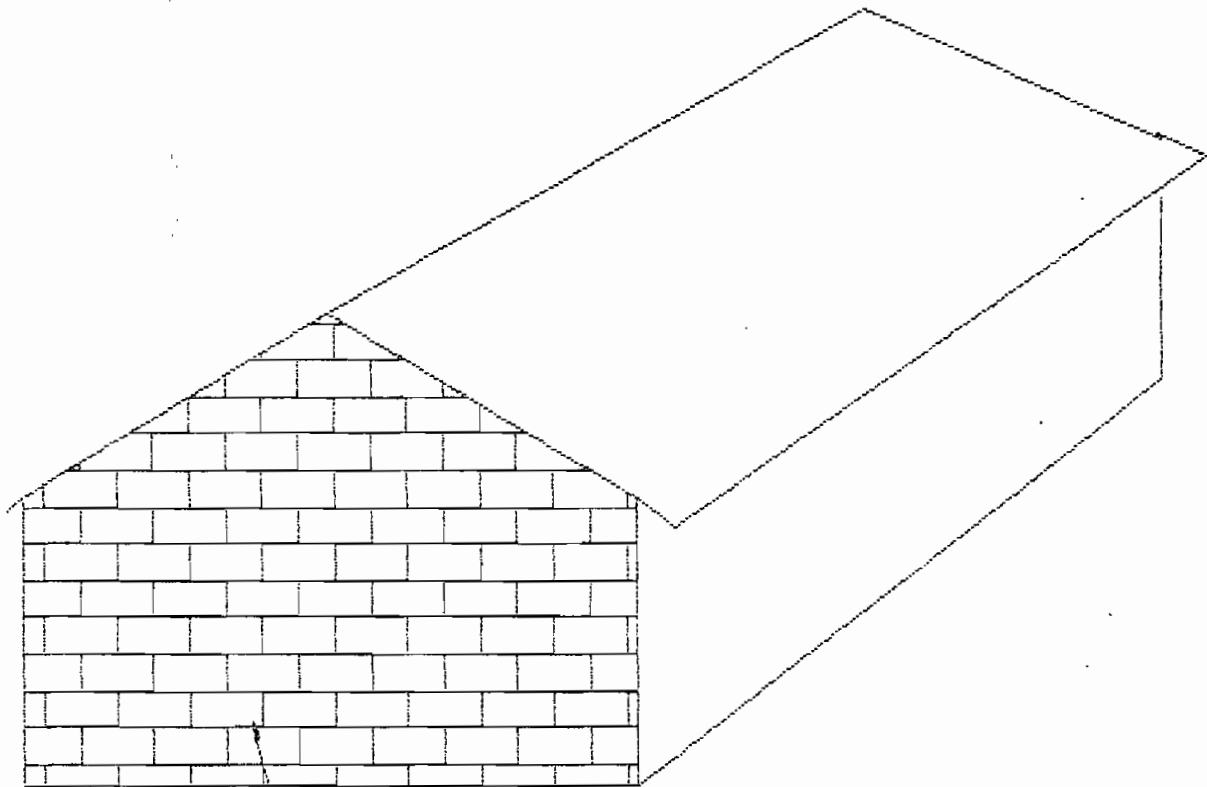
Quelques exemples de joints de construction

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88

TITRE: Joints de contrôle et de construction

ELEVE INGENIEUR
GANDONDU SEVERIN Mle. 561

Numero de la FIGURE
Fig. IIG-2



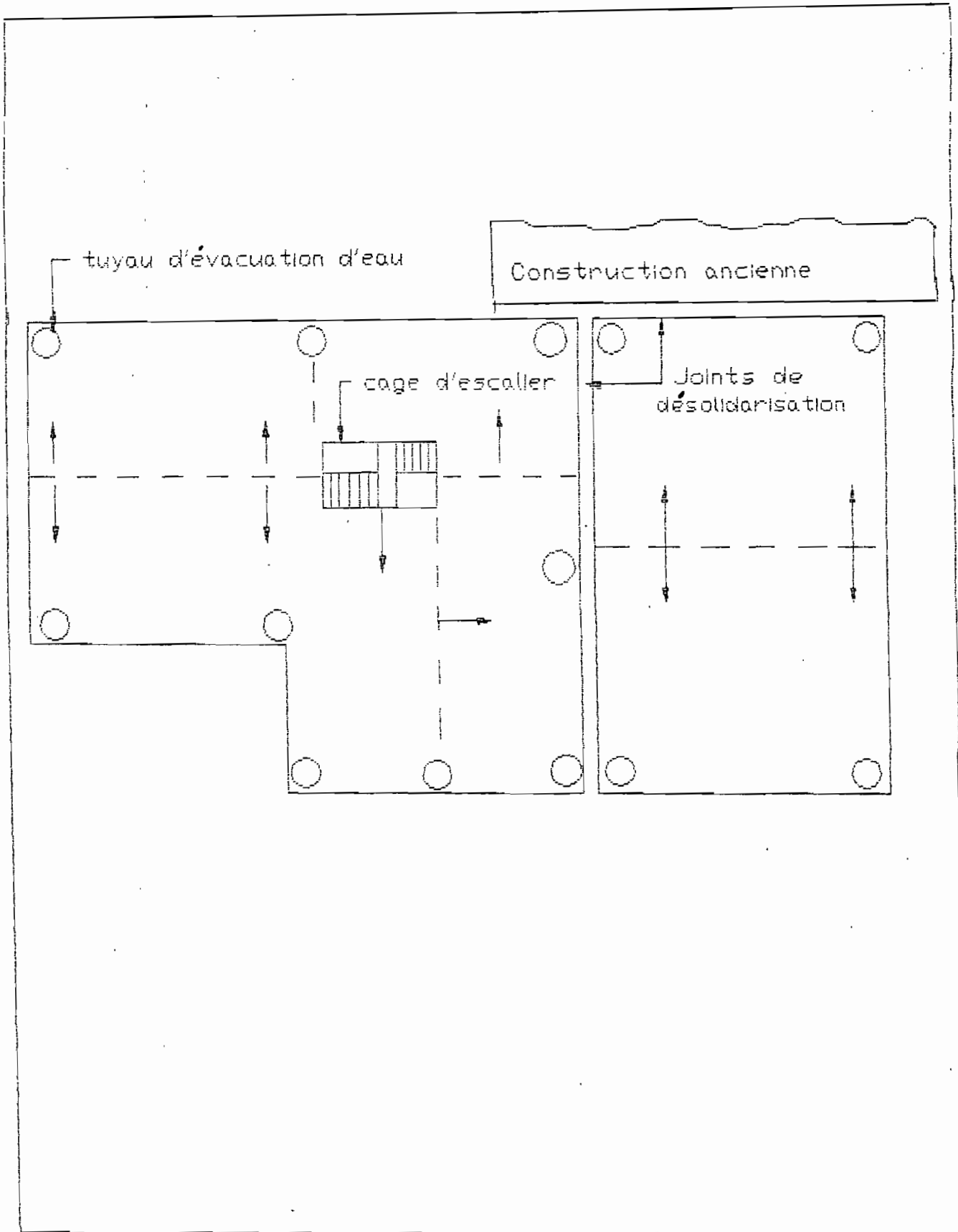
Il faut h/l supérieure ou égal à 0.3
 c'est à dire une pente de 30%

Remarquer l'avantage sur le plan économique
 du pignon à double pentes sur celle à pente
 unique (pointillée)

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88
 ELEVE INGENIEUR
 GANDONOU SEVERIN Mle. 561






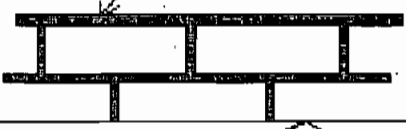
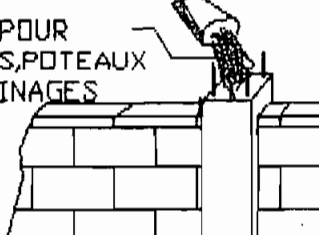

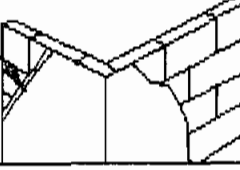
TITRE: Pente minimale du
 mur pignon

Numero de la FIGURE
 Fig. IIH-1



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES PROJET DE FIN D'ETUDES 87-88	<u>TITRE</u> Systeme d'évacuation d'eau pour plancher-toit
<u>ELEVE INGENIEUR</u> GANDONDU SEVERIN Mle. 561	Numero de la FIGURE Fig. IIH-2

TABLEAU INDICATIF POUR LE DOSAGE

QUANTITE DE MATERIAU OUVRAGES	SAC DE 50 Kg de CIMENT 	UNE BROUETTE (à roue) DE GRANULAT FIN (sable) 	UNE BROUETTE (à roue) DE GROS GRANULATS (gravier ou pierres) suivant l'usage 	AJOUTS
 BETON DE PROPRETE	1	2 a 3	3	-
MORTIER POUR FABRIQUER DES BRIGUES 	1	3 a 4	-	-
MORTIER POUR MONTAGE DES BRIGUES 	1 ou 1/2	2 a 3 2 a 3	- -	- 25Kg de chaux
BETON POUR POUTRES, POTEAUX ET CHAINAGES 	1	2	3 a 4	-
MORTIER POUR CREPISSAGE DES MURS INTERIEURS 	1	2 a 3	-	-
MORTIER POUR CREPISSAGE DE LA FACADE EXTERIEURE DES MURS 	1 ou 1	3 3	- -	25 Kg 25 Kg de platre
MORTIER POUR FINITION DE LA SURFACE D'UN PLANCHER TOIT	1	2	-	Un sachet de Sikalite

II BIBLIOGRAPHIE

-DOSAGE ET CONTROLE DES MELANGES DE BETON (Edition 1984)

-UNITE DE BETON POUR MACONNERIE

-CONCRETE MASONRY HANDBOOK FOR ARCHITECTS, ENGINEERS, BUILDERS

Par

Association Canadienne du ciment Portland (C.P.C.A.)

-CALCUL DE LA MACONNERIE POUR LES BATIMENTS (Edition 1985)

-ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION

-DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES FOR BUILDINGS (Edition 1985)

Par

Association Canadienne de Normalisation

-TECHNOLOGIE DES METHODES DE CONSTRUCTION

Tome II : Les maçonneries (Edition 1967)

Tome III: Les bétons (Edition 1968)

Tome IV : Finitions (Edition 1971)

Par

Emile Olivier

-OUVRAGES EN BETON ARME

Par

F.Letertre et H.Renaud

-PROJET DE LOGEMENT URBAIN POUR MENAGES A FAIBLES REVENUS

Par

C.R.D.I.

(Edition 1983)