OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

VERSION EXPERIMENTALE

RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

Visitez notre site : www.forumofppt.com

Visitez notre site : www.info-ofppt.com

Visitez notre Page Facebook : www.facebook.com/forum.ofppt

MODULE 14	DESSIN DES PLANS DE BETON ARME COFFRAGE ET FERRAILLAGE

SECTEUR : ***BTP***

SPECIALITE : TECHNICIEN DESSINATEUR DE BATIMENT

NIVEAU : TECHNICIEN

REMERCIEMENTS

La DRIF remercie les personnes qui ont contribué à l'élaboration du présent document.

Pour la supervision :

M. Khalid BAROUTI Chef projet BTP
Mme Najat IGGOUT Directeur du CDC BTP
M. Abdelaziz EL ADAOUI Chef de Pôle Bâtiment

Pour la conception :

*M.*SAASAAI Larbi Formateur ISTA TAZA

Pour la validation :

Mme GUNINA Fatna Formatrice animatrice au CDC /BTP

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.

DRIF

SOMMAIRE

Présentation du Module

Résumé théorique :

- ***Méthode générale d'exécution des dessins de béton armé :***
  - ***Le rendement et la qualité***
  - ***Définition du travail***
- ***Présentation type des dessins béton armé***
  - ***Etablissement des dessins***
  - ***Echelle***
  - ***Cartouche d'inscription***
- ***Dessin de Coffrage***
  - ***Convention générale***
  - ***Repérage des éléments des planchers***
  - ***Coupe et élévation***
  - ***Cotation et équarrissage***
- ***Présentation type des armatures***
  - ***Notion de la note du calcule***
  - ***Indication générale***
  - ***Dalle simple au nervurés***
  - ***Poutres et Poteaux***
- ***Escaliers***
  - ***Terminologie***
  - ***Différentes systèmes***
  - ***Présentation du Coffrage***

Résumé Pratique :

- ***Représentation du coffrage***
- ***Respect des normes de B.A***
- ***Représentation des armatures***
- ***Respect des normes de dessin***

MODULE 14 : DESSIN DE PLAN B.A COFFRAGE ET FERRAILLAGE

Durée : 132h

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit ***dessiner les plans de béton armé d'une construction simple (maison individuelle)*** *selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent :*

CONDITIONS D'EVALUATION

- *Individuellement*
- *A partir des notes de calcul.*
- *A partir des plans d'Architecture.*
- *A l'aide du matériel de dessin.*

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- *Clarté de dessin.*
- *Respect des normes de calcul de béton armé.*
- *Respect des normes de dessin.*
- *Respect de délai.*

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT	
PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A- Dessiner le plan de coffrage d'une construction simple (maison individuelle)	• Désignation correcte : - des semelles. - des poteaux. - Des poutres. - Des dalles. • Dessin correct du plan de coffrage.
B- Dessiner les plans de coffrage et d'armatures d'un plancher et d'un dallage.	• Dessin convenable des plans de coffrage d'un plancher et d'un dallage. • Exploitation correcte d'une note de calcul. • Dessin adéquat des plans d'armatures d'un plancher et d'un dallage.
C- Dessiner le plan de coffrage et d'armatures de fondations.	• Dessin précis du plan de coffrage et ferraillage des semelles à partir des calculs précédents.
D- Dessiner le plan d'armatures de poutres.	• Exploitation correcte d'une note de calcul des poutres déjà établie. • Dessin adéquat du plan d'armatures des poutres
E- Dessiner le plan d'armatures des poteaux.	• . Exploitation correcte d'une note de calcul de poteaux. • .Dessin adéquat du plan d'armatures des poteaux
F- Dessiner le plan d'armature d'un escalier.	• . Exploitation correcte d'une note de calcul. • . Dessin de ferraillage d'un escalier.

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVIONS, SAVOIR - FAIRE, SAVOIR - PERCEVOIR OU SAVOIR - ETRE JUGES PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à dessiner le plan de coffrage d'une construction simple (A.

1. *Désigner correctement les différents éléments porteurs d'une construction dans un plan de coffrage.*
2. *Dessiner correctement le plan de coffrage. .*

Avant d'apprendre à dessiner les plans de coffrage et d'armatures d'un plancher et d'un dallage (B)

3. *Dessiner convenablement les plans de coffrage d'un plancher et d'un dallage.*
4. *Exploiter correctement une note de calcul.*
5. *Dessiner adéquatement les plans d'armatures d'un plancher et d'un dallage*.

Avant d'apprendre à dessiner le plan de coffrage et d'armatures de fondations (C)

6. *Dessiner précisément un plan de coffrage des semelles à partir des calculs précédents.*
7. *Dessiner précisément un plant de ferraillage des semelles à partir des calculs précédents*

Avant d'apprendre dessiner le plan d'armatures des poutres (D)

8. *Exploiter correctement une note de calcul des poutres déjà établie.*
9. *Dessiner adéquatement le plan d'armatures des poutres.*

Avant d'apprendre à dessiner le plan d'armatures des poteaux (E)

10. *Exploiter correctement une note de calcul des poteaux.*
11. *Dessiner adéquatement le plan de ferraillage des poteaux.*

Avant d'apprendre à dessiner le plan d'armatures d'un escalier (F)

12. *Exploiter correctement une note de calcul.*
13. *Dessiner adéquatement le plan de ferraillage d'un escalier.*

PRESENTATION DU MODULE

Ce module de compétence particulière permet aux stagiaires de dessiner des plans de B.A, il sera dispensé dans un délai de 7semaines du 3ème semestre de programme de formation

L'objectif de ce module est de faire apprendre aux stagiaires les techniques de dessin des plans de B.A

A l'aide des notes de calcul et des plans d'architecture faire montrer aux stagiaires comment dessiner un plan de coffrage et de ferraillage des éléments porteurs d'un bâtiment tout en respectant les normes de dessin et les notes de calcul correspondantes.

- *Durée : 132h*
- *Théorie : 40h*
- *Travaux pratiques : 76 h*
- *Evaluations : 16 h*

METHODE GENERALE D'EXECUTION DES DESSINS DE BETON ARME

Le rendement et la qualité

On ne peut dissocier la notion de qualité de celle du rendement. Lorqu'on exécute un dessin,il doit être exécuté dans un temps bien précis .

Il faut cependant s'entendre sur les moyens. La rapidité d'exécution ne doit jamais être obtenue au détriment de la qualité. C'est vrai surtout pour les débutants, qui doivent d'abord apprendre à travailler bien, avant d'arriver à travailler vite. C'est vrai également dans le domaine professionnel. Un dessinateur ne doit jamais oublier qu'un plan de béton armé qui est un dessin d'exécution doit être net, lisible et précis, qualités qui font toujours gagner du temps sur le chantier.

En dehors donc des questions matérielles d'équipement et de conditions de travail qui jouent un très grand rôle, mais dont le dessinateur n'est pas toujours maître, un -bon rendement ne peut vraiment résulter que de l'application d'une méthode rationnelle d'exécution.

Nous allons passer rapidement en revue les principes de cette méthode.

1.1.2 Définition du travail

L'établissement d'un dessin technique consistera toujours à exécuter, à coter et à présenter au mieux les différentes vues, sections et coupes définissant complètement un objet ou un ouvrage, à partir de croquis ou de dessins sommaires de cet objet ou de cet ouvrage. A cet effet, on procédera aux différentes opérations indiquées dans les paragraphes suivants dans l'ordre chronologique de leur exécution.

1.1.3 Travail préliminaire

D'une façon générale, les plans à partir desquels sont établis les dessins de béton armé sont dressés par1'architecte, maître de l'œuvre.

Le dessinateur chargé d'établir les plans de béton armé doit toujours commencer par étudier les plans d'architecture de façon :

- *d'une part, à les comprendre et à se faire une idée précise de l'ouvrage' représenté*
- *d'autre part, à relever les erreurs qu'ils pourraient éventuellement comporter.*

C'est au départ que doit être faite cette double opération. On ne doit pas comprendre ces plans au fur et à mesure de l'exécution des plans de béton armé. Cette façon de faire risquerait de conduire à des déboires sérieux et, de toute façon, ferait perdre du temps. De toute manière, il faut ensuite

a) Vérifier que les éléments de base suffisent à une représentation complète des détails de béton armé. Dans le cas contraire, il faut déterminer sans attendre les vues, sections et coupes nécessaires pour compléter la représentation.

b) A partir des échelles adoptées, calculer l'encombrement des différentes figures. On établira ensuite à main levée sur une feuille de papier auxiliaire le schéma de disposition du dessin. On peut alors, par totalisation des cotes d'encombrement dans le sens de la longueur et dans le sens de la hauteur, déterminer le format nécessaire à l'exécution du dessin. Il faut naturellement, dès ce travail préliminaire, faire au moins une estimation approchée de la place qui devra être réservée au cartouche et tenir compte des espaces blancs indispensables à l'exécution des écritures et des cotes totales et à l'aération des figures

1.1.4 Mise en point de la disposition d'ensemble

Le schéma préliminaire étant ainsi établi, on peut procéder sur la feuille à la mise en page de sa disposition d'ensemble.

On tracera d'abord les limites du format, puis, légèrement au crayon tendre, le schéma de disposition avec une première mise en place des rectangles enveloppants des figures. Il faut alors

a) S'assurer que le cadre, s'il en est prévu, trouve sa place au pourtour du dessin

b) Esquisser, sensiblement à leur hauteur définitive, les écritures principales du dessin (désignation des figures, éventuellement légendes, ainsi que le titre général et les échelles)

c) Préciser l'encombrement du cartouche : pour cela, en esquisser les cases et s'assurer qu'elles sont les même de contenir les inscriptions qu'elles doivent recevoir

d) S'assurer qu'en fin de compte on pourra également placer en dehors des rectangles enveloppants les cotes d'ensemble utiles.

C'est seulement lorsque cet ensemble d'opérations est effectué qu'on peut avoir une idée précise de la façon dont le dessin va se présenter. On procède alors

aux modifications qui se révèlent nécessaires pour que finalement la mise en page soit À la fois correctement aérée et équilibrée.

Nous insistons beaucoup sur cette phase de mise en train du travail. Elle est indispensable Si l'on veut obtenir un dessin bien présenté. C'est qu'en effet, dès que l'exécution proprement dite des figures est commencée, il n'est plus question, pratiquement, de remettre en cause les dispositions d'ensemble adoptées. Un retour en arrière constituerait une perte de temps inacceptable.

1.1.5 Exécution au crayon

L'exécution du travail au crayon doit se faire d'une façon logique, en allant du général au particulier et sans perdre de vue que, sauf certaines figures de détails, les figures d'un dessin constituent toujours un ou plusieurs ensembles. Dans l'ensemble ou dans chacun des ensembles, on fera choix au départ d'une figure-pivot autour de laquelle s'articulera la construction. On commencera par mettre en place les lignes générales de cette figure (bien souvent la vue en plan), mais en menant de pair le tracé de toutes les lignes des autres figures qui peuvent être exécutées, à l'horizontale ou à la verticale, sans déplacement du guide du tracé. D'une façon absolument systématique d'ailleurs, au fur et à mesure de l'avancement des constructions, on ne tracera jamais une ligne d'une figure sans tracer à la suite les lignes en rappel des autres figures. Le travail ainsi conduit est à la fois rapide et cohérent.

Lorsque la mise en place des lignes générales des figures d'ensemble est terminée, on peut procéder à leur achèvement, qui peut aller de paire avec l'exécution des figures de détails. Ici encore, il est bon de conduire cet achèvement en parallèle, par élément ou groupe d'éléments, sur chaque figure. C'est le meilleur moyen d'assurer en fin de compte leur concordance. On peut également commencer la cotation des dimensions élémentaires en choisissant, pour chaque dimension à coter, la ou les figures où la cotation se présente de la façon la plus claire (cotes verticales sur les coupes, cotes horizontales sur les vues en plan.

Lorsque les tracés proprement dits sont terminés, il reste encore deux séries d'opérations à effectuer

a) il faut d'abord compléter, revoir et vérifier la cotation. Il reste en effet

- *à mettre en place les cotes générales ou totales qui viennent coiffer à l'extérieur les cotes partielles*

- *à s'assurer que, dans son ensemble, la cotation se présente bien et faire les retouches nécessaires*

- *à vérifier que la cotation est complète.*

b) On termine enfin par l'esquisse définitive ou l'exécution des écritures, du cartouche et éventuellement de la nomenclature.

Cette méthode générale d'exécution au crayon étant ex-posée, voici deux indications complémentaires

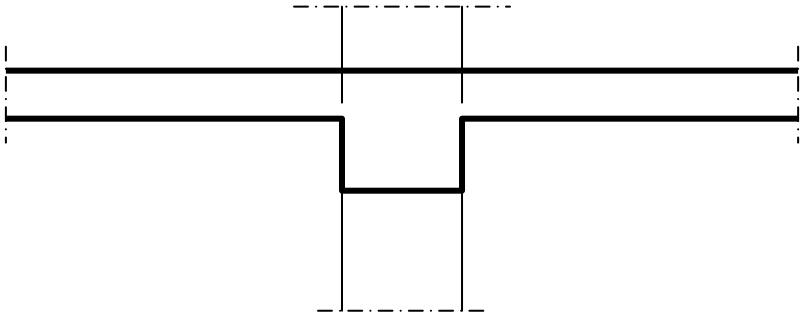
Lorsque le travail au crayon doit être mis au net à l'encre, la totalité des tracés sera faite en trait continu. C'est un gain de temps. On pourra repérer les parties à mettre au net en trait interrompu par un signe particulier placé sur le trait afin d'éviter des erreurs au moment de l'exécution à l'encre. Il y a également avantage à entourer les centres d'un petit cercle pour en faciliter le repérage et de marquer, dans le même esprit, d'un petit trait l'emplacement précis des points de tangence ou de raccordement.

Enfin, il est évident qu'on ne devra pas commencer la mise au net à l'encre avant achèvement complet de l'exécution au crayon. Que le dessin soit destiné à être mis à l'encre ou au crayon, une grande sobriété de trait facilite toujours e l'exécution des opérations ultérieures. Essayer donc d'éviter tout tracé superflu et de limiter chaque trait à sa partie utile.

1.1.6 Mise au net À l'encre

Elle se fait de la même façon, qu'il s'agisse d'une mise au net sur la feuille même qui a reçu le tracé au crayon ou d'un calque. Ses caractéristiques essentielles sont les suivantes

a) Elle ne doit pas altérer la précision du travail au crayon. Il faut donc que le trait À l'encre soit très exactement, et quelle que soit son épaisseur, axé sur le trait au crayon. (Attention toutefois aux coupes trait plus fort et à décaler (voir figure ci-dessous.



b) Elle doit comporter la stricte application de toutes les conventions, normalisées ou complémentaires, d'intelligibilité et de lisibilité.

En particulier, le trait doit être traité ici sous ses divers aspects conventionnels. La mise au net comporte également l'exécution éventuelle des figurations de lisibilité.

c) Elle doit être particulièrement soignée dans tous ses éléments (traits, figurations -et écritures) puisque c'est d'elle que dépend l'aspect définitif du dessin. Quant à la méthode d'exécution d'une mise au net à l'encre, elle est basée sur des principes entièrement différents de ceux qui régissent l'exécution des tracés au crayon.

Il ne s'agit plus ici d'une méthode logique, mais d'une méthode mécanique dont le seul but est d'obtenir la meilleure qualité d'exécution, avec le minimum d 'incidents et dans le minimum de temps.

En ce ·qui concerne le trait, dont l'exécution vient en premier lieu) on procède toujours par séries, sans distinguer entre les figures, et dans l'ordre ci-après

a) D'abord les courbes, ensuite les droites.

b) Qu'il s'agisse de courbes ou de droites, d'abord les traits fins, puis les traits moyens, puis les traits forts.

c) Dans chaque largeur de trait, d'abord les traits continus puis les traits mixtes et interrompus.

d) Lorsqu'il s'agit de droites et dans chaque série (largeur et nature)

- *d'abord les horizontales en commençant par le haut*
- *puis les verticales en commençant par la gauche*

- *ensuite les obliques montant de gauche à droite*

- *enfin les obliques montant de droite à gauche.*

Lorsque tout ce qui est trait est exécuté, on termine dans l'ordre suivant :

- *les flèches, les chiffres de cote, toutes définitions symboliques et, d'une façon générale, toutes les écritures faisant partie intégrante des figures;*

- *les figurations de lisibilité (qui ne seront pas exécutées au crayon);*

- *les écritures des titres, sous-titres, échelles, légendes, cartouche et nomenclature, de gauche à droite et de haut en bas.*

Remarques

a) Les écritures principales du dessin doivent, nous l'avons vu, être soigneusement esquissées au crayon

Avant tout commencement de la mise au net À l'encre. Cependant, ce n est qu'au moment ou' elles doivent être exécutées à l'encre que les figures, terminées, ont-acquis leur véritable valeur de masse. Quelques retouches peuvent alors s'avérer nécessaires pour le bon équilibre de la présentation d'ensemble. Il ne faut jamais hésiter à faire ces retouches.

b) Enfin, on procède parfois, soit à une mise au net au crayon, soit à l'établissement d'un calque au crayon à partir des tracés dont no~ avons parlé au paragraphe ;1.1.5. Ce travail s'exécute dans les mêmes conditions d'ensemble qu'une mise au net À l'encre. On utilise alors un crayon mi-dur et bien noir pour le tracé des lignes du dessin et un crayon plus dur pour les lignes de cotes et d'attache.

Généralement, les flèches, les chiffres de cotes et les écritures sont exécutées à l'encre.

1.1.7 Travaux d'achèvement

Une mise au net sur papier s'achève par le nettoyage d'ensemble du dessin À la gomme et par le découpage de la feuille. Lorsqu'il s'agit d'une mise au net sur calque il faut, avant de détacher le calque, procéder aux opérations suivantes

a) On porte sur le calque, les limites de découpage en traits fins, afin de faciliter le découpage des tirages aux dimensions-exactes du format employé.

b) Pour faciliter le pliage, on porte sur le calque, entre le cadre, s'il existe, et les limites du découpage, des repères en traits fins À l'emplacement des pliures prévues.

PRESENTATION TYPE DES DESSINS DES CONSTRUCTIONS EN BETON ARME

2.1.1 PRESCRIPTIONS GENERALES

a) Etablissement des dessins :

Il est établi, en généra1, des dessins définissant les formes des ouvrages dits plans de coffrage et des dessins. Représentant leurs armatures, ceux-ci étant, en principe, distincts de celui-là.

b) Echelles

Les échelles sont exprimées en centimètres par mètre et sous forme de rapport entre parenthèses (voir ci-après)

Le plan d'ensemble est établi à petite échelle, et successivement, les échelles croissent suivant la nécessité du détail. Par exemple, on peut adopter les échelles suivantes

- *pour les coffrages z 1 cm p.m. (1/100) ; mais de préférence 2 cm p.m. (1/50)*
- *pour les armatures z 2 cm p.m. (1/50) ; 5 cm p.m. (1/20) ou 10 cm p.m. (1/10).*

c) Cartouche d'inscription

Renseignements à porter dans le cartouche (voir planche n0 2.1). Le cartouche est placé dans un des angles de la feuille au mieux de la place laissée disponible (généralement à droite et dans le bas du plan), de telle façon qu'i~ apparaisse une fois le document plié. Il est contenu dans un cadre de 19 x 27,7 cm au maximum.

Autres renseignements à porter sur les dessins On doit obligatoirement mentionner d'une façon très apparente sur les dessins :

- *les caractères mécaniques exigés pour les armatures*
- *les résistances à la compression et à la traction exigée pour le béton*
- *la surcharge de service et le poids des revêtements inférieur et supérieur ;*

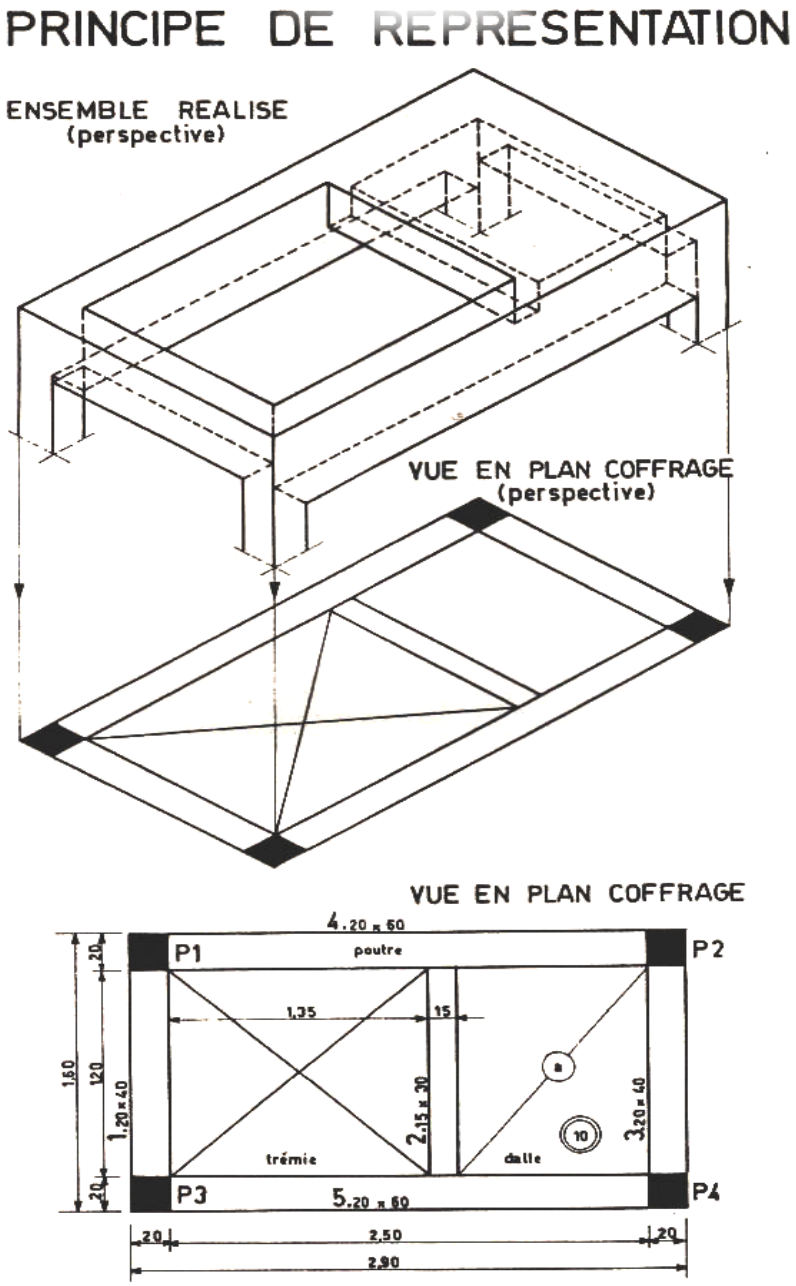
- *Les sollicitations les plus défavorables transmises à chacune des fondations.*

- *Exemple de cartouche à mettre sur les plans exécutés en classes :*

INSTITUT SPECIALISE DE TECHNOLOGIE APPLIQUEE		
TRAVAUX PRATIQUE 2ème ANNEE BETON ARME		
BATIMENT INDUSTRIEL ***PLAN DE COFFRAGE :*** • **FONDATION** • **PLANCHER SUR RDCH**		
NOM DU DESSINATEUR :	Date : Echelle :	**Plan** **N° : 1**

2.1.2 DESSINS DE COFFRAGE

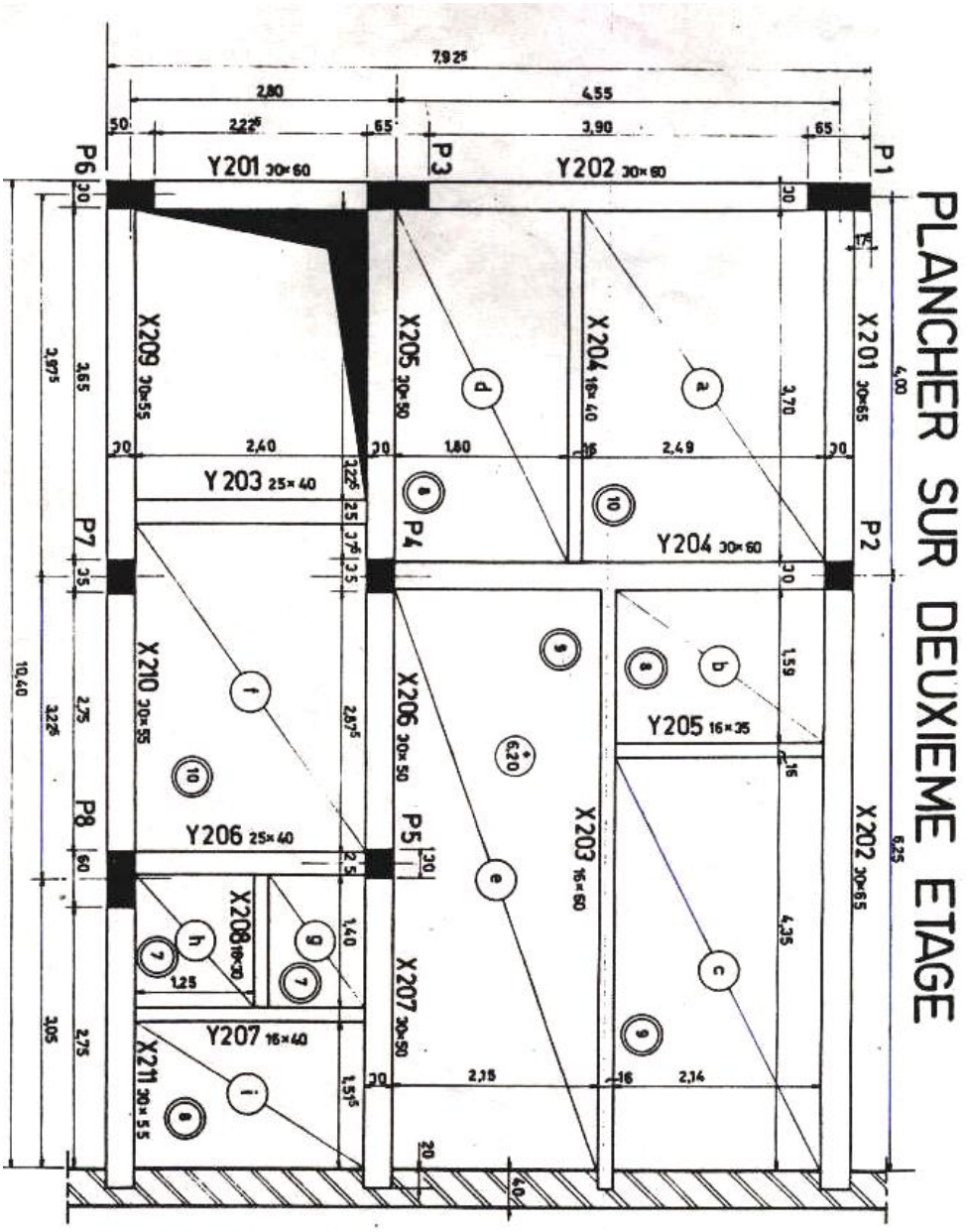
a- Conventions générales :



Les dessins de coffrage représentent les divers plans, coupes et élévations des surfaces brutes, enduits non compris.

Conventions relatives aux planchers 3 Pour les vues en plan des planchers, la convention générale suivante est adoptée :

Le plancher représenté est repéré par dénomination de l'étage couvert par le plancher complétée éventuellement par l'indication du niveau. C'est ainsi que le plancher du premier étage s'appelle plancher haut du rez-de-chaussée. On représente en traits pleins les arêtes du coffrage vide (avant coulage du béton) nécessaire à l'établissement de ce plancher. (Ne pas confondre avec une vue de dessous. Voir le principe de représentation à la planche Suivante :



Les conventions ci-dessus entraîne les conséquences suivantes :

- *les poutres sont dessinées en traits pleins*
- *les poteaux supports du plancher peuvent être représentés par des surfaces pochées en noir ou en grisé ou par un contour à gros traits d'environ 0,6 mm ou plus, s'il est nécessaire que des cotes diverses soient attachées à l'intérieur de la surface représentant la section du poteau*
- *le contour des murs porteurs peut être représenté par des traits forts d'environ 0,6 mm ou~plus*
- *Les ouvertures sont représentées par un trait limitant le contour de celles-ci ; à l'intérieur de ce contour, il est prévu des traits fins en diagonales ou un pochage spécial.*
- *Si l'ouvrage comporte un grand nombre de trous spéciaux, tels que scellement traversant complète-ment le plancher ou limités en profondeur, on peut adopter une représentation schématique. Il suffit qu'une légende explicative du dessin, très apparente, précise la signification du schéma adopté.*

b) Repérage des éléments des planchers

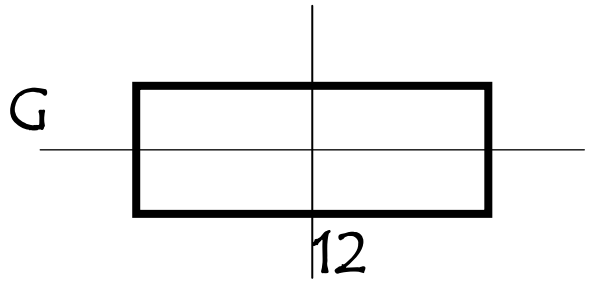
Chaque plancher étant repéré par un titre, il n'est t pas utile que le repérage des éléments d'un, même plancher soit suivi d'un indice numérique correspondant à l'étage. Les poutres peuvent être représentées par des numéros en chiffres arabes. On adopte, au choix, une numérotation particulière à chaque étage ou bien une numérotation continue pour toutes les poutres d'un même chantier.

Par exemple, une poutre du troisième étage peut porter le numéro 225, cela ne signifiant pas forcément que le plancher comporte 225 poutres, mais que ce numéro appartient à la suite de toutes les poutres du chantier.

Les poteaux peuvent être repérés par' des lettres majuscules P suivies d'un numéro en indice. Aucune loi de numérotation n'est imposée pour le choix des indices. Toutefois, le repère doit se retrouver à tous les étages. Ai les tronçons des poteaux supérieurs sont à l'aplomb du poteau de base.

Il est souvent commode de définir un, poteau par l'intersection de deux axes orthogonaux, les axes étant désignés dans

Un sens par des lettres et dans l'autre par des chiffrés (Exemple : G.12.



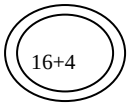
Le repérage des dalles en plan peut se faire par des lettres minuscules entourées d'un cercle. En cas échéant, un trait en diagonale passant par le centre du cercle, mais interrompu à l'intérieur de celui-ci, est tracé pour préciser les limites de la dalle considérée.

Les épaisseurs des dalles pleines sont indiquées par un nombre entouré de deux cercles, étant entendu que ce nombre représente en centimètres l'épaisseur de la dalle dé béton armé.

Les épaisseurs des planchers à hourdis creux sont indiquées par deux nombres séparés par le signe + et entourés de deux cercles, le premier nombre représentant l'épaisseur du corps creux et le second celle de la dalle.

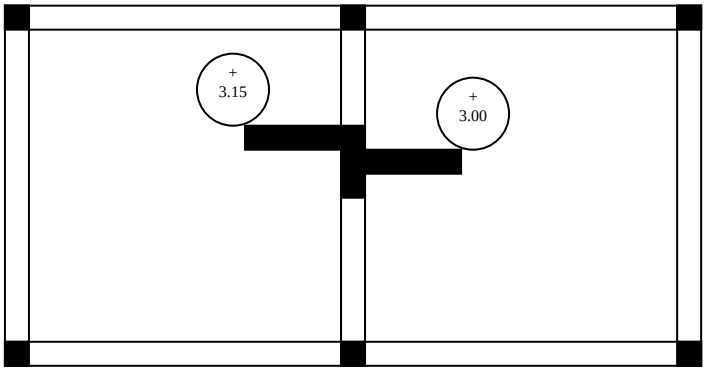
Exemple

16 cm de corps creux et 4 cm de dalle.



Les cotes de niveau du plancher correspondant au-dessus de la dalle en béton armé sont définies par rapport à un zéro conventionnel établi pour le chantier. Ces cotes sont représentées par un nombre entouré d'un cercle. Un signe + ou un signe - est disposé dans l'espace restant dans le cercle au-dessus du nombre pour préciser Si la cote est au-dessus ou au-dessous du zéro conventionnel.

En cas de dénivellations de plancher, les cotes de niveau entourées d'un cercle sont disposées de part et d'autre de la ligne de changement de niveau de manière à attirer l'attention sur la signification de cette ligne. Au besoin de petites coupes partielles, faites sur le plan lui-même, sont disposées pour faciliter la lecture du plan.(voire planche T1)



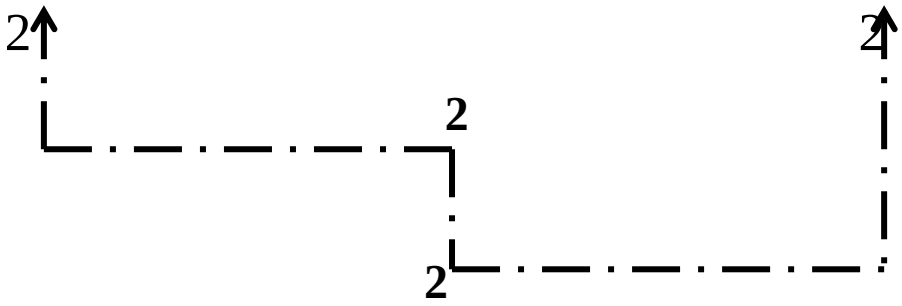
c) Coupes et élévations

Repérage: Les diverses coupes d'un même plan de coffrage sont repérées sur celui-ci par des traits mixtes épais.

Un retour perpendiculaire au trait de coupe et l'extrémité de celui-ci d'environ 15mm de longueur, indique le sens dans lequel la vue est faite.

Des chiffres arabes situés aux extrémités des traits de coupe et à côté des retours servent pour le repérage des dessins représentant les coupes elles-mêmes.

Lorsqu'une même vue représente une coupe faite par plusieurs plans, la ligne de repérage sur le plan de coffrage est une ligne brisée dont chaque angle est indiqué par le chiffre de la coupe.



d- Cotation

Toutes les cotes nécessaires à la correcte implantation et à la complète exécution doivent être portées sur les dessins.

Les cotes sont inscrites parallèlement aux segments de ligne de cote dont elles désignent la longueur et en leur milieu. Elles sont indiquées en centimètres pour les longueurs inférieures à ~ et en mètres, avec deux décimales après la virgule, pour les longueurs supérieures à 1 m.

Si exceptionnellement, on a besoin de donner le chiffre des millimètres, celui-ci est figuré en caractères plus petits, mais la partie supérieure du chiffre des millimètres ne doit pas dépasser le sommet des chiffres précédents.

Un point est disposé sous ce dernier chiffre pour préciser cette convention.

Exemple : **27** $^{\mathbf{8}}$

Les lignes de cote et les lignes de rappel sont représentées par des traits continus fins (0,1 à 0,2 mm d'épaisseur. Les longueurs représentatives de ces cotes sont limitées par deux flèches aboutissant aux traits de rappel perpendiculaires aux lignes de cote.

En principe, les cotes de segments verticaux sont inscrites à gauche de ces segments, de manière que la lecture de tous les chiffres verticaux se fasse dans le même sens, et de bas en haut.

La ligne de cote totale doit figurer sous une ligne de cotes partielles.

Les équarrissages des poutres sont disposés près du numéro de repérage . L'équarrissage est représenté par deux nombres séparés par le signe x ; le premier de ces nombres mesure ***la largeur*** *de la poutre et le second* ***la hauteur*** *exprimée toutes deux en centimètres. Par Exemple: 22 x 40 signifiera une poutre de 22 cm de largeur et 40 cm de hauteur.*

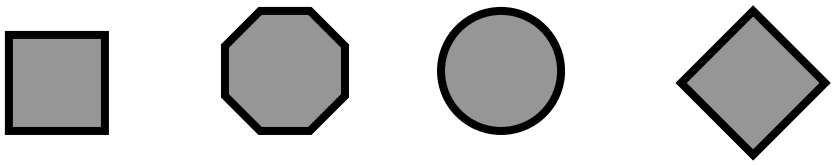
Il a convenu que les hauteurs sont les hauteurs totales, y compris la dalle de béton armé, mais non compris les re-vêtements divers. S'il est nécessaire d'indiquer la hauteur de soffite sous la dalle de la poutre, le dernier chiffre pourra être suivi des deux lettres minuscules sh, signifiant "sous hourdis".

Sur les coupes verticales, élévations ou profils verticaux, les cotes de niveau sont accompagnées d'une flèche noire et blanche dont la pointe est située au niveau à repérer et la base horizontale.

2.2. LES POTEAUX

2.2.1 Formes en Plan

Les poteaux peuvent être en principe de forme quelconque carrée, rectangulaire, circulaire, hexagonale, octogonale, polygonale quelconque, en Té, en I, en caisson ou tous simplement adaptée è l'espace disponible.



2.2.2 Aspects en élévation

La plupart dès poteaux s'exécutent ~ parements verticaux, mais on peut aussi réaliser des parements à bruits, dans un sens ou dans les deux sens et à évasement vers le haut ou vers le bas.

Ces dispositions sont nécessitées par des raisons architecturales ou utilitaires.

La forme carrée, la plus usuelle ; est la plus économique, car elle nécessite, à section transversale donnée le moindre coffrage. :la forme rectangulaire est très courante, elle permet d'adapter une section requise à un encombrement donné (poteau à loger dans une cloison ou dans un mur et n'en dépassant pas l'épaisseur) et aussi d'augmenter l'inertie dans le sens voulu. Les formes circulaires, hexagonales, où octogonales sont très coûteuses en coffrage. Ces formes sont souvent imposées pour des raisons architecturales. Les sections en Té, en I et en caisson présentent des inerties importantes pour des sections relativement faibles, mais elles sont coûteuses 'en coffrage et en armatures transversales (cadres et épingles).

2.2.3 Dimensions

Les dimensions des poteaux doivent évidemment être en rapport avec les charges à supporter. L'intérêt du constructeur est de dimensionner largement il coûte moins cher de transporter les charges par le béton que l'acier. Dans beaucoup de cas, des impératifs esthétiques ou d'encombrement imposent un gabarit maximum ne pas dépasser. Il faut alors obligatoirement construire des poteaux a fort pourcentage d'acier (acier longitudinal ou frettes), ce qui coûte cher. Normalement, il y a intérêt à recourir aux dimensions habituelles des coffrages : 16, 22, 28, 30, 3:5 cm. Du point de vue simplification il y a intérêt à standardiser et réduire les types de poteaux à un même étage. C9uramment les gabarits augmentent aux étages inférieurs mais on peut aussi les laisser de section constante sur deux étages, quitte à jouer sur l'acier, pour ne pas être trop prodigue de matière. Généralement, pour simplifier, le coffrage, il est intéressant d'adopter pour l'épaisseur d'un poteau, l'épaisseur même de la poutre qu'il supporte ; cette disposition complique par contre le ferraillage, en raison des pénétrations d'aciers verticaux et horizontaux qu'elle introduit.

Pour cette raison, certains constructeurs préfèrent faciliter le passage des aciers quitte à compliquer le coffrage aux appuis ; il suffit de construire le poteau plus large ou moins large que les poutres qu'il supporte.

2.3. POUTRES

Lès poutres intérieures sont très généralement rectangulaires ou en Té, plus hautes que larges. Cependant on peut être amené à réaliser des poutres carrées ou même des poutres plates quand aucune saillie en plafond n'est tolérée sous le plancher.

Dans le même esprit on construit des poutres minces très étroites ne faisant aucune saillie sur les mura et cloisons. Si le constructeur a toute liberté, il y a intérêt à dimensionner les poutres en largeur en fonction des largeurs mêmes des planches de coffrage, soit 16, 22, 28, 30, .35 cm, 8U delà aucune largeur ne facilite plus le coffrage qu'une autre. En ce qui concerne la hauteur, il sera plus économique de prévoir une poutre plutôt haute, les poutres plates étant très coûteuses en acier et difficiles à ferrailler et à bétonner, elles sont le plus souvent exagérément flexibles, la tenue du plâtre en service est moins bonne, il y a risque de fissuration. Un rapport de 1/10 à 1/15 entre la hauteur de la poutre (dalle ou hourdis compris) est correct pour les planchers courants d'habitation ; il est plus économique pour le cas de planchers surchargés à 500 daN/m2 au moins. Mais en fait, le constructeur est souvent très limité dans son choix par des nécessités d'épaisseurs maximale~de planchers, fixées le plus souvent

arbitrairement par l'architecte. Il ne lui reste souvent qu'à s'y adapter et la plupart du temps au d~triment de l'économie de la structure.

JI y a intérêt, pour les facilités du ferraillage à donner à des poutres qui se croisent des hauteurs différentes de façon que les deux nappes inférieures orthogonales d'acier ne se gênent pas ; un décalage de 3 cm suffit pour les petites poutres alors qu'il faut de 5 à 8 cm pour les grandes poutres à plusieurs nappes -d'acier

Dans certains cas de planchers industriels, on doit réserver des trous pour les passages de canalisations, gaines, etc... à travers les poutres. Si ces trous sont de grandes dimensions et se répètent systématiquement, il peut y avoir intérêt à réaliser une poutre-échelle ou triangulée.

REGLES DE PRESENTATION DES DESSINS DE COFFRAGE.

Pour un ouvrage déterminé, les dessins de coffrage sont constitués par l'ensemble des élévations, coupes et plans qui définissent les formes extérieures brutes des éléments constitutifs en béton armé,

C'est-à-dire sans les enduits ou tous autres revêtements. Les volumes ainsi représentés et cotés correspondent eux vides intérieurs des coffrages.

Représentation conventionnelle.

En ce qui concerne les vues en plan des planchers et afin de permettre une bonne lisibilité des plans :

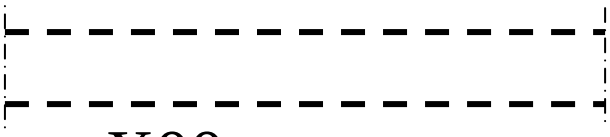
1. *On admet conventionnellement que les dalles, leurs nervures et les poutres qui font corps avec elles ne sont pas coulées. Cela revient pour ces éléments à substituer à la représentation du béton brut de décoffrage la représentation des arêtes intérieures de leurs coffrages. Ces arêtes intérieures sont vues et sont par suite représentées en trait continu moyen, ce qui procure un net accroissement de lisibilité.*

2. *On admet ensuite que les poteaux ou les murs, c'est-à-dire les éléments porteurs verticaux, sont coulés jusqu'au niveau inférieur des poutres faisant corps avec la dalle et on assimile conventionnellement au point de vue de la représentation graphique ces arrêts de béton ou de maçonnerie à des sections. Par conséquent, poteaux ou murs sont représentés avec leurs contours en trait continu fort. Les surfaces correspondantes reçoivent, ai cela est utile, les habituelles figurations de lisibilité. Cette double convention est simple, commode et procure une excellente lisibilité.*

3. *Cas particulier*

- *Les poutres en allèges seront représentées en traits interrompus moyens toutefois il faut indiquer à côté du repérage de l'élément que cette poutre est en allège,*

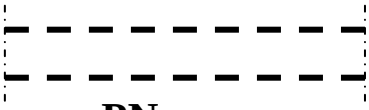
Exemple :



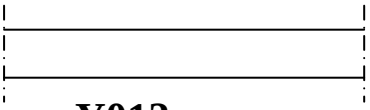
X00 20X60 en alLège.

- *Les poutres nervurées seront représentées de la même façon mais sans l'indication "allège" à l'exception des poutres nervurées faisant partie de l'ossature (donc poutres porteuses).*

Exemple



PN 30x25



Y012 30x25

- *Les nervures ou poutrelles seront représentées par un trait d'axe fort.*

Exemple

N5

Relation d'un élément avec son système porteur.

Les dessins de coffrage d'un élément déterminé de l'ouvrage doivent toujours rendre compte avec la plus grande netteté des relations de l'élément (liaisons ou appuis) avec son système porteur direct. La représentation des éléments porteurs pourra d'ailleurs dans bien des cas être réduite à des amorces (vues ou sections interrompues).

Indications de l'équarrissage des éléments

1. L'équarrissage d'une poutre est indiqué sur le dessin sous la forme des deux nombres mesurant les dimensions de la section droite, séparés par le signe de la multiplication. Le premier de ces nombres mesure la largeur et le second la hauteur, étant entendu que lorsqu'une dalle est associée à la poutre cette hauteur comprend toujours l'épaisseur de la dalle brute sans enduits ni revêtements.

2. L'équarrissage d'un poteau en élévation sera dans les mêmes conditions indiqué sur les dessins sous la forme de deux; nombres définissant sa section carrée ou rectangulaire, séparés par le signe de la multiplication. Pour les sections rectangulaires, il est d'usage que le premier nombre désigne la plus petite dimension de la section. En plan, la section droite sera en principe toujours cotée dans les formes

normales. L'indication des équarrissages présente un double avantage. Elle est une forme commode de cotation simplifiée.

3. Les épaisseurs de dalles sont, sur les plans, indiquées par un nombre, entouré de deux cercles, étant entendu que ce nombre représente en centimètres l'épaisseur de la dalle de béton armé brute. Les épaisseurs des planchers à hourdis creux seront indiquées par deux nombres séparés par le signe + et entourés de deux cercles, le premier nombre représentant l'épaisseur du corps creux et le second celle de la dalle.

Indication de repérage.

Rappelons à ce sujet que les indications de repérage doivent toujours être en écriture grasse et de corps assez grand de + ou - 5mm de hauteur. Les équarrissages seront au contraire exécutés avec les mêmes caractères que les chiffres des cotes normales. Enfin, Si cela est nécessaire, les indications de repérage et d'équarrissage sont rattachées aux éléments correspondants par des lignes de renvoi fléchées ou pointées.

Cotation.

Les formes étant représentées, les dessins de coffrage quels qu'ils soient (élévation, plans ou coupes) doivent naturellement donner toutes les cotes nécessaires à l'exécution. Il faut toutefois éviter d'encombrer les dessins de cotes superflues. Dans la mesure du possible:

- *Les cotes horizontales seront indiquées sur les vues en plans.*
- *Les cotes verticales seront indiquées sur les coupes verticales.*
- *il est d'usage de souligner la cotation des éléments ou partie d'élément qui ne sont pas repris à' l'échelle du plan*

PRESENTATION TYPE DES DESSINS D'ARMATURES

Notion de la note du calcul

C'est une fiche réalisée par l'ingénieur et exploitée par le dessinateur. Elle indique toutes les informations sur le ferraille d'un plancher exemple :

Repères	Bas	Ren-fort	Haut	Joues	Chapeaux	Armatures transversales	tG	tD	Dimensions
X1	3 T14	2 T12	3 T8		Sur P2 : 2 T14 + 1 T16	cad. + étr. Ø 8	13	11	22 x 40
X2	3 T10		3 T8		Sur P3 : 3 T10	cad. + étr. Ø8	13	13	22 x 40
X3	3 T12		3 T8		Sur P4 : 3 T10	cad. + étr. Ø 8	13	13	22 x 40
X7	3 T16	2 T10	3 T8		Sur P9 : 3 T16		10	11	22 x 40
X8	3 T16	2 T12	3 T8		Sur P10 : 3 T16		10	10	22 x 40
X9	3 T10		3 T8		Sur P11 : 3 T16		13	13	22 x 40
X17	3 T14	2 T12	3 T8		Sur P21 : 3 T16	cad. + étr. Ø8	13	11	22 x 40
X18	2 T14		2 T8	2 x 2T8	Sur P22 : 2 T22	cad. Ø 8	11	11	22 x 20
X19	2 T10		2 T8	2 x 2T8	Sur P23 : 2 T12	cad. Ø8	16	16	22 x 20
X9bas	2 T14		2 T8			cad. Ø 8	13	13	22 x 40
PNY1 à 3	2 T16+1 T14		3 T10			cad. + étr. Ø8	15	15	22 x 20
PNY4 à 9	3 T16		3 T10			cad. + étr. Ø 8	14	14	22 x 20
N1	1 T14		3 T8		Sur X12 à X16 : 1 T12	étr. Ø 8	13	11	
N2	1 T10		1 T8		Sur X7 à X11 : 1 T14	étr. Ø 8	13	13	
N3	1 T16		1 T8			étr. Ø 8	10	11	
N4	1 T14	1 T10	1 T8			étr. Ø 8	11	11	
N5	1 T14		1 T8			étr. Ø 8	13	13	

1.1 Indications générales

Les indications concernant les armatures doivent définir complètement, sans lacune ni ambiguïté, leurs formes et leurs positions.

La longueur de chaque barre~ doit être définie soit sur les plans ou soit sur les bordereaux d'acier.

Lorsque cela est nécessaire les barres présentant des tracés courbes sont définies chacune par un détail spécial entièrement coté.

Lorsque les dessins représentent des armatures munies de crochets, chaque crochet projeté sur un plan parallèle au sien est dessiné à l'échelle ; chaque crochet projeté parallèlement a' son plan est représenté conventionnelle-ment comme indiqué sur la figure ci-dessous.

Vue en plan :

Elévation :

Cette disposition est valable aussi bien pour les armatures des poutres figurant dans les élévations spéciales que pour les armatures des dalles figurant sur les plans au 1/50 (2 cm p. m..

Les dessins d'armatures doivent représenter tous les détails nécessaires pour permettre l'exécution complète du ferraillage. Les dessins d'armatures étant des dessins d'exécution complets, les références aux plans de coffrage à consulter, les joints ou plans d'arrêt ou reprise de bétonnage, les notes importants concernant des sujétions particulières figurent sur ces dessins. En particulier, sont définies les distances des barres entre elles ou aux parois, notamment aux croisements. Il peut y avoir intérêt, dans les nœuds où le ferraillage est dense, à représenter l'enchevêtrement des barres par un détail coté et dessiné à grande échelle.

Les dessins doivent faire ressortir clairement la nuance d'acier des diverses barres, lorsque des armatures de types différents ont été prévues.

Si l'on utilise une notation symbolique pour désigner les diverses nuances d'acier, une légende précise de façon très apparente la notation adoptée.

Pour designer les aciers en barres

Pour les ronds lisses on utilise la lettre Ø précède, Si nécessaire le nombre de barres et suivie de l'indication du diamètre nominal. La nuance de l'acier est indiquée en abrégé, à la suite, entre parenthèses si elle est autre que la nuance Fe E 22

Exemples :

4 Ø 20 (FeE22) signifie 4 ronds lisses de 20 mm, de nuance Fe E 22

6 Ø 16 (FeE 34) signifie 6 ronds lisses de 16 mm, de nuance Fe E 34

Pour les aciers a haute adhérence on utilise le groupe de lettre HA, précédé Si nécessaire du nombre de barres et suivi de l'indication du diamètre nominal. La nuance de l'acier est indiquée en abrégé à la suite entre parenthèses, a moins qu'elle ne soit spécifiée sur le dessin d'une façon générale et sans ambiguïté.

Exemple :

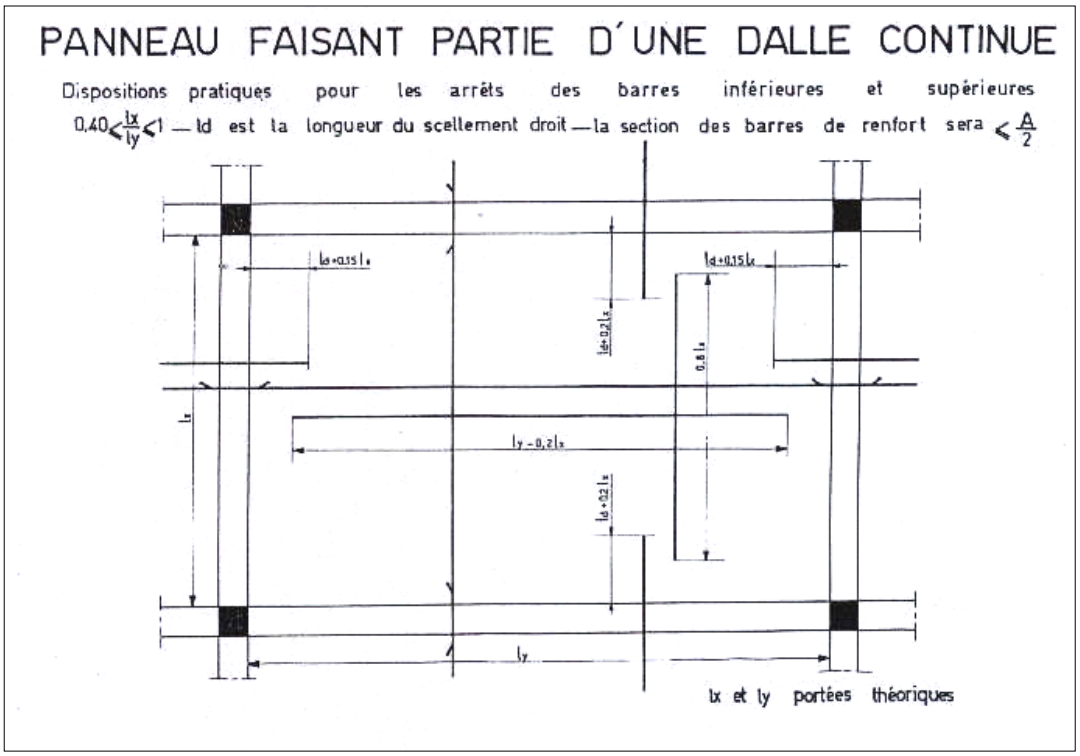
4. HA 25 (E 40 A) signifie 4 barres à haute adhérence de 25 mm, de nuance Fe E 40 A.

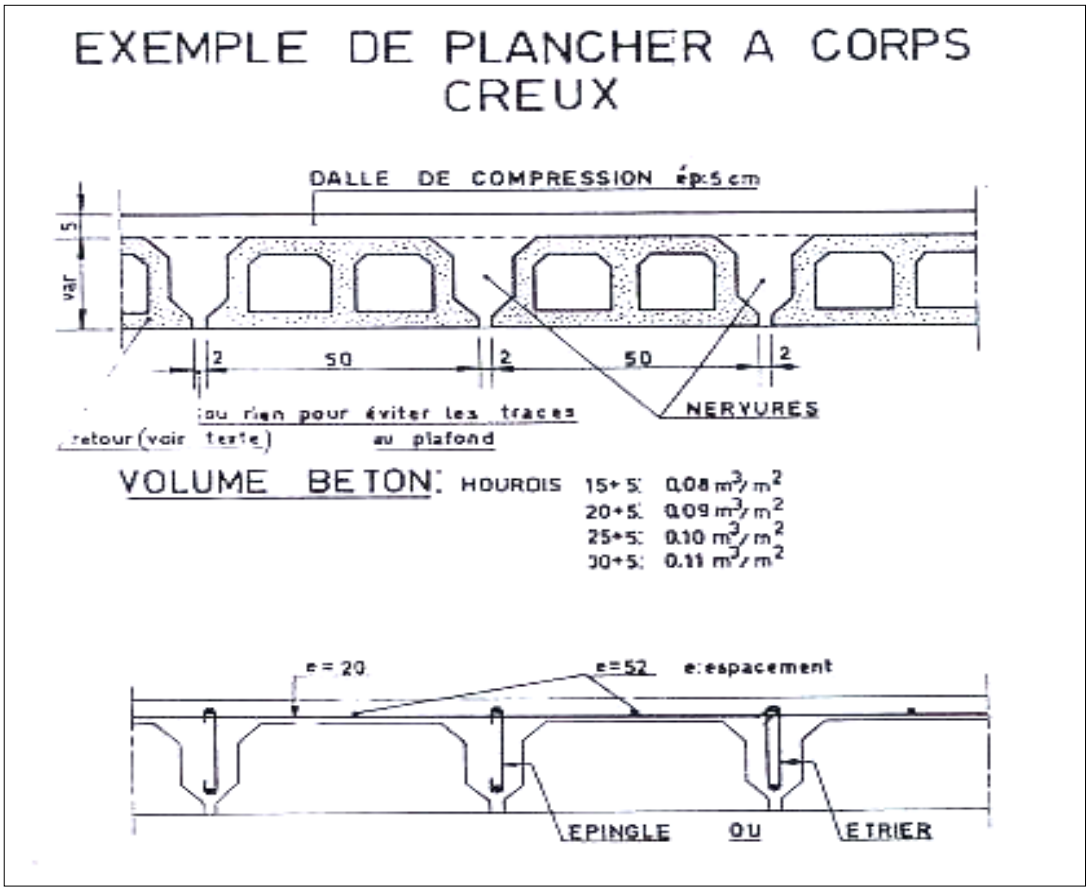
Dans le cas où les armatures à haute adhérence utilisées sons d'un type agréer bien défini, l'indication HA serait remplacée par la désignation abrégée de l'acier correspondant mentionnée sur la fiche d'identification.

Exemple : 4 T 25 signifie 4 barres À haute adhérence de 25 mm, de nuance Fe E 40A.

Pour désigner les treillis soudés, on peut utiliser les deux lettres TS suivies des diamètres et espacements des fils porteurs et de répartition exprimée en millimètres. Ainsi, l'indication TS 6/4.75 x 200 désigne un treillis soudé où les fils porteurs ont un diamètre de 6 mm et sont espacés de 75 mm et les fils de réparation un diamètre de 4 mm et sont espacés de 200 mm.

12.1.2 Dalles simples ou nervurées





Pour les représentations d'armatures des dalles simples ou nervurées, les conventions suivantes peuvent être admises

Les ferraillages peuvent être représentés sur des vues en plan au 1/50 (2 cm p.m.) mais sur lesquelles aucune cote de coffrage ne figure.

Il n'est pas nécessaire de dessiner toutes les barres -d'une même dalle pour chaque lit d'armatures on peut se contenter d'indiquer une seule barre en précisant l'écartement à observer ou plusieurs barres à leur écartement réel.

Les barres des différents lits doivent être repérées sans ambiguïté.

Deux types d'armatures sont utilisés suivant les cas soit des aciers inférieurs et aciers supérieurs indépendants, soit des aciers inférieurs dont une partie (généralement la moitié) est relevée et croisée sur appuis de manière à s'y transformer en aciers supérieurs.

Il y B parfois intérêt à établir deux plans, l'un donnant les armatures inférieures, l'autre les armatures supérieures

Une coupe type est nécessaire pour qu'il n'y ait pas d'erreur d'interprétation sur l'appellation "1er lit, 2ème lit, 3ème lit et 4ème lit.

Les indications relatives aux armatures sont portées soit directement sur les barres dessinées dans les vues en plan soit sur des lignes de rappel attachées aux armatures à repérer.

Le repérage peut être établi de la manière suivante 46 Ø 8 x 5,00 (8 p.m.> ou 46 Ø 8 x 5,00 (t 12,5)

Ce qui signifie 46 barres de 8 mm de diamètre en acier Fe E 22 de 5 mètres de longueur, disposées à raison de 8 par mètre C'est-à-dire espacées de 12,5 cm.

12.1.3 Poutres ou poteaux

Les armatures de ces éléments peuvent figurer soit sur des coupes, soit sur des élévations verticales, mais traitées comme s'il s'agissait de coupes, c'est-à-dire par représentation d'une ligne de contour limitant l'élément à ferrailler. Les armatures, dans ces élévations, sont toujours représentées par des traits continus. On s efforce, dans la mesure du possible, de représenter les barres à leur véritable échelle, mais il y a plutôt intérêt à grossir le trait représentant les armatures principales pour faciliter la lecture des dessins.

Des détails spéciaux doivent être établis lorsque certaines zones sont très chargées en armatures les barres sont alors représentées à grande échelle par un double trait plein, en respectant rigoureusement l'échelle des diamètres.

Faute de cette précaution, il arrive que les ferrailleurs ne puissent mettre effectivement les barres en place dans les coffrages ou bien le fassent en déplaçant les armatures de leur emplacement prévu.

L étude des nœuds de ferraillage doivent être fait de manière à' réserver autour de chaque armature l'enrobement de béton nécessaire, qui est coté.

Lorsqu'une élévation de poutre représente des armatures se trouvant dans un même plan horizontal, mais dont les longueurs sont différentes, de petites lettres minuscules de repérage peuvent être attachées à chaque extrémité des barres ces lettres minuscules sont reportées sur la section droite de la poutre considérée, de manière à permettre de disposer exactement les armatures aux emplacements prévus.

Dans le cas où aucune confusion ne serait possible, l'indication de repérage d'une barre est portée soit directe ment sur la barre considérée, soit sur une ligne de rappel attachée à cette barre.

Un petit schéma coté de pliage des armatures peut être fait à la suite des repérages, pour faciliter le travail de façonnage. Il peut être commode d'avoir recours à un diagramme schématique, dans lequel on fait une vue en plan de chaque lit d'armatures, en séparant nettement chaque barre.

Pour ce diagramme, il faut respecter. La position occupée par chacun des lits d'armatures dans la section de la poutre. Ainsi, le lit n01 est placé sur le diagramme àla partie inférieure du dessin, le lit n02 au-dessus et ainsi de suite. Une élévation de la poutre permet la discrimination entre les armatures inférieures et supérieures. S'il existe des barres relevées, le diagramme est fait par nappes verticales.

Ce diagramme peut être dessiné À une échelle plus réduite que l'élévation de la poutre.

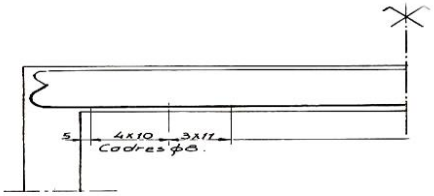
Pour les éléments dont le ferraillage est importent, on peut expliciter le travail du ferraillage en figurant les armatures par un dessin coté de chaque barre représentée isolément.

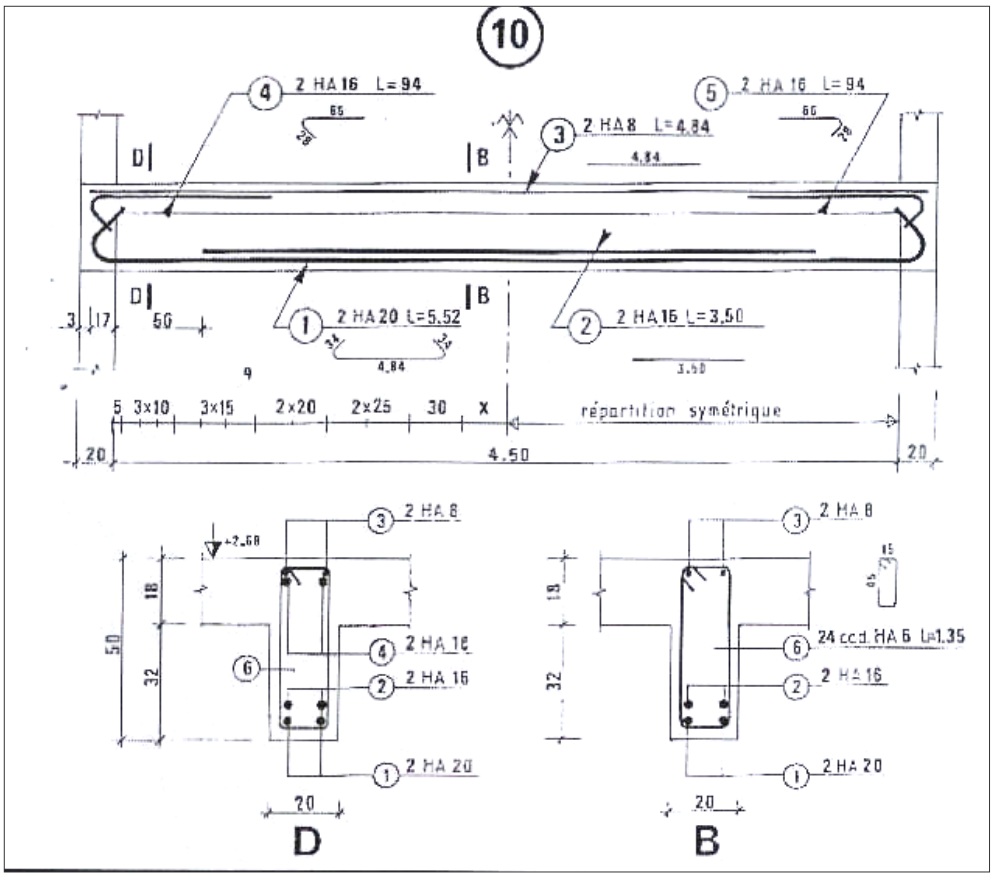
Les étriers ou cadres peuvent être représentés sur la demi-portée de la poutre lorsque la répartition de ces armatures est symétrique par rapport À l'axe vertical

passant par le milieu de la portée. Les écartements des étriers peu~ent être repérés sur une ligne horizontale située sous la ligne inférieure limitant la poutre. Lorsque les écartements se répètent, ceux-ci peuvent être repérés sous forme d1un produit.

Exemple : 4x 10 ; 3 x 11 signifie : 4 écartements de 10 suivis de 3 écartements de 11 cm.

Les indications se rapportant aux armatures transversales (nombre, diamètre, longueur) sont données sous la liqne de cote d'écartement (voir fig. ci-dessous).





DISPOSITIONS PRATIQUES RELATIVES AUX ARMATURES TRANSVERSALES DES POUTRES

Les armatures transversales doivent être ancrées totalement, elles sont généralement constituées par des aciers de 5 à 12 mm de diamètre entourant les armatures inférieures et supérieures. Il est recommandé d'avoir un espacement des cadres et/ou des étriers perpendiculaires à la ligne moyenne d'au moins 7 cm aux appuis.

L'espacement maximal des armatures transversales sera au plus égal à h (hauteur utile de la poutre), même Si l'effort tranchant est nul.

On calcul toujours 1 'écartement des étriers et des cadres aux appuis et, s'il y a lieu, dans quelques sections intermédiaires ; on répartit ensuite ces étriers et ces cadres en fonction des valeurs trouvées en s'attachant de ne pas compliquer inutilement le travail de ferraillage sur le chantier, à garder l'écartement constant sur une certaine zone.

Toutefois, au Maroc, pour les travaux du bâtiment l'on utilise fréquemment la méthode de Caquot lorsque celle-ci est applicable.

Méthode de Caquot

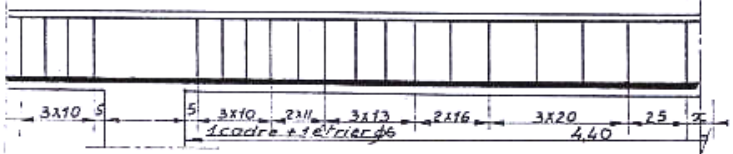
Cette méthode ne s'applique que Si la poutre est de hauteur constante et Si de plus elle est soumise à des charges uniformément réparties.

On considère la suite des nombres : 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 20, 25, 35, 60.

On calcule l'espacement initial à l'appui, soit par exemple t 10,6 cm ; on admet 10 cm comme premier espacement et on placera la première armature à10 cm 2 soit 5 cm du nu de l'appui.(Voir exemple ci dessous) :

1/2 portée	Séquences de répartition
Jusqu'à 1,00 m	1 , 1 , 1 , 1 - - - -
de 1,01 à 1,50 m	2 , 1 , 2 , 1 - - - -
de 1,51 à 2,00 m	2 , 2 , 2 , 2 - - - -
de 2,01 à 2,50 m	3 , 2 , 3 , 2 - - - -
de 2,51 à 3,00 m	3 , 3 , 3 , 3 - - - -
de 3,01 à 3,50 m	4 , 3 , 4 , 3 - - - -
de 3,51 à 4,00 m	4 , 4 , 4 , 4 - - - -
de 4,01 à 4,50 m	5 , 4 , 5 , 4 - - - -

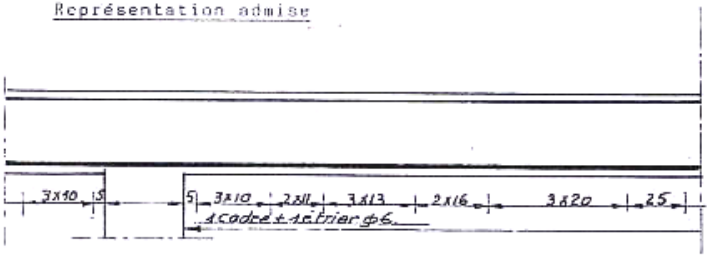
Exemple : t = 10 cm à droite de l'appui.



Adopter pour x :

x ≤ au plus petit espacement voisin.

Représentation admise



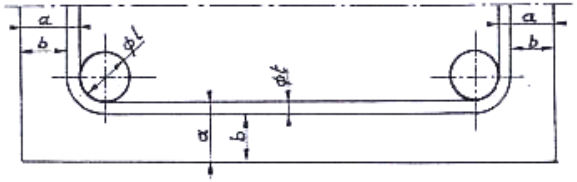
Remarque :

Certains praticiens préconisent de prendre comme espacement maximal des armatures transversales Z soit $\frac{7}{8}$ h.

12.6 RAPPEL : ENROBAGE DES ARMATURES

12.6.1 Protection des armatures (distance minimale des armatures aux parois des coffrages).

a ⩾ Ø l ;
b ⩾ Ø t ;
b ⩾ 4 cm pour les ouvrages à la mer et au voisinage de la mer ;
b ⩾ 2 cm pour les ouvrages courants ;
b ⩾ 1 cm pour des cas exceptionnels (ouvrages situés dans les locaux couverts et sans condensation).

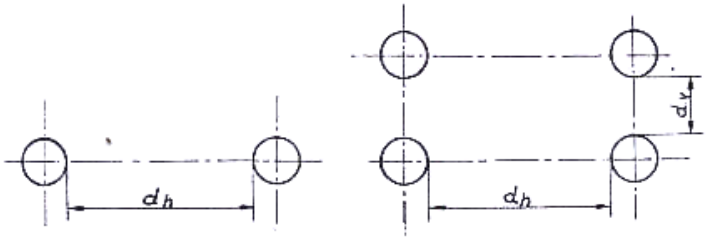


12.6.2 Distance minimale des armatures entre elles

- Distance libre horizontale

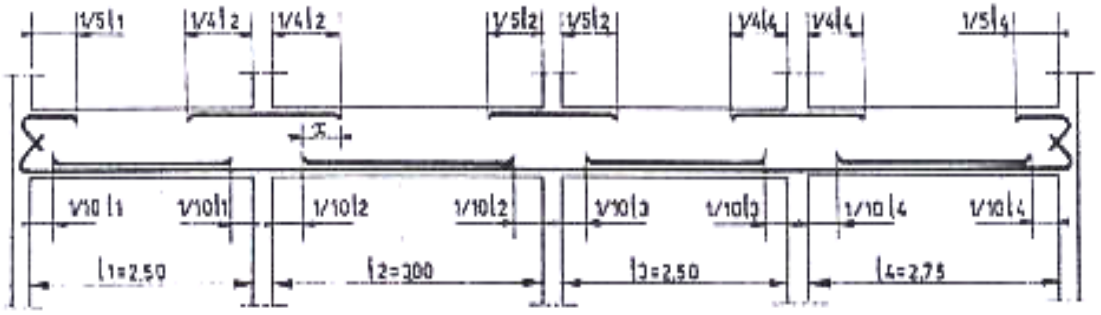
Cas	Granulats roulés	Granulats concassés
Une seule nappe	$d_h \geqslant \frac{6}{5}$ Cg	$d_h \geqslant \frac{7}{5}$ Cg
Plusieurs nappes	$d_h \geqslant \frac{7}{5}$ Cg	$d_h \geqslant \frac{8}{5}$ Cg

Dans tous les cas $d_h \geqslant$ Ø

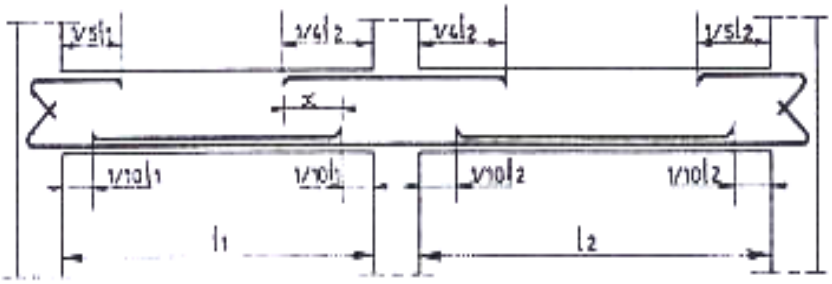


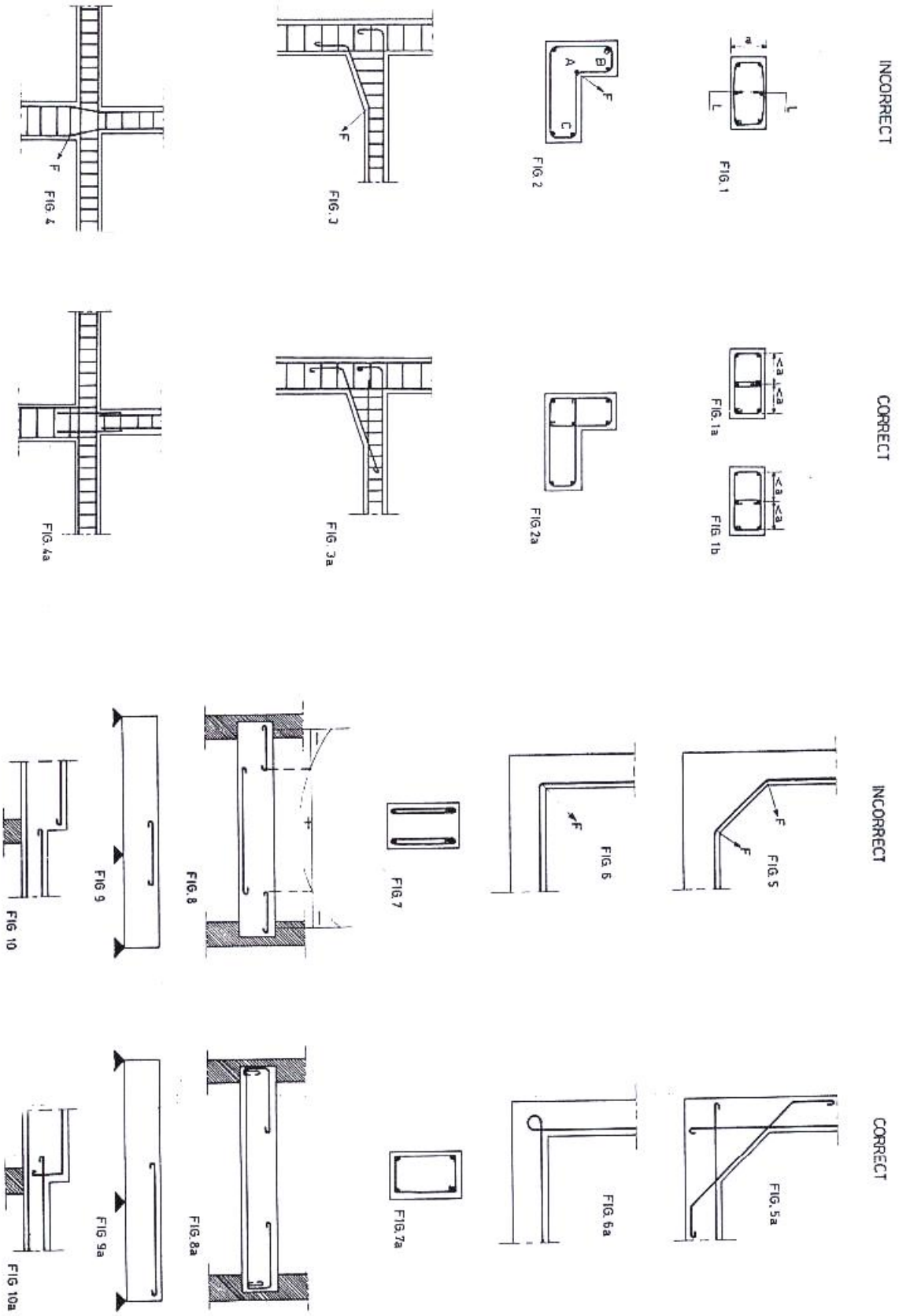
REGLES PRATIQUES POUR L'ARRET DES ARMATURES LONGITUDINALES RELATIVES AUX POUTRES DES PLANCHERS A CHARGE D'EXPLOITATION MODEREE CALCULEES PAR LA METHODE FORFAITAIRE.

Exemple (4 travées) $x \geqslant h'$



Exemple (2 travées) $x \geqslant h'$




INCORRECT
CORRECT
INCORRECT
CORRECT
FIG. 1
FIG. 1a
FIG. 1b
FIG. 2
FIG. 2a
FIG. 3
FIG. 3a
FIG. 4
FIG. 4a
FIG. 5
FIG. 5a
FIG. 6
FIG. 6a
FIG. 7
FIG. 7a
FIG. 8
FIG. 8a
FIG 9
FIG 9a
FIG 10
FIG 10a

ESCALIERS

4.1.1. Terminologie

Un escalier se compose d'un certain nombre de marches. an appelle emmarchement la longueur de ces marches la largeur d'une marche g s'appelle le giron ; h est la hauteur d'une marche.

Le mur qui limite l'escalier s'appelle le mur d'échiffre. Le plafond qui monte sous les' marches s'appelle paillasse. La partie verticale d'une marche s'appelle la contre-marche. La cage est le volume circonscrit à l'escalier. Les marches peuvent prendre appui sur une poutre droite, courbe, ou hélicoïdale qu'on appelle le limon. La projection horizontale q'"un escalier laisse au milieu un espace appelé jour ~qui peut être' nul ou au contraire être assez grand pour, y loger un ascenseur'.

Le collet est le bord qui limite l'escalier du côté du jour. La ligne de foulée est la c6,urbe décrite par une personne gravissant l'escalier, on la suppose tracée à0,50 en arrière du collet. On appelle 'échappée la hauteur libre verticale au-dessus de;l'arête ou nez d'une marche. Sa valeur minimale est de~l,90 m. Une suite ininterrompue de marches s'appelle une volée, une volée peut être droite ou courbe, elle doit comporter au maximum 18 à 20 marches,' la partie horizontale d'un escalier entre deux volées s'appelle un palier ou palier de repos.

A chaque étage l'escalier aboutit à un palier d'arrivée, qui est en même temps palier de départ de l'étage au-dessus. La longueur d'un palier doit être de 3 marches au moins.

Du côté du vide, les volées et paliers sont munis d'un garde~corps ou rampe. Deux volées parallèles ou en biais sont réunies par un ou plusieurs paliers ou par, un quartier tournant; cette dernière disposition', de construction plus délicate, permet de gagner un peu de place sur l'encorbellement de l'escalier.

4.1.2. Différents systèmes d'escaliers

On peut pratiquement, a condition bien entendu que les dimensions le permettent, adapter un tracé d'escalier a n'importe qu'elle forme de cage.

Un escalier extérieur permettant l'accès d'un immeuble s'appelle un perron. On peut en imaginer de formes et de dispositions très variées.

4.1.3. Dimensions des escaliers, tracé

Les dimensions des marches : g et h sont variables selon la destination des escaliers. Pour les escaliers intérieurs courants h est dè' l'ordre de 17 cm et g de 25 cm ; mais les escaliers très raides peuvent avoir h 19 a 20 cm et g = 20 a 21 cm ; un escalier qui a h 16 et g = 28 cm est très confortable. L'emmarchement peut être très variable selon le caractère de I 'escalier, couramment 1 m; les grands escaliers ont de 1,50 à 2 m; les escaliers de service 0.70 à .9 90; les descentes de caves collet de 10 cm est normal , 6 cm est un minimum. Le calcul d'un escalier est très simple. Soit H la hauteur à monter (hauteur libre sous plafond + épaisseur dù plancher fini)- Admettons a priori des marches de hauteur h;le nombre n = H n'est pas, en général, un nombre entier ; on prendra l'entier n' immédiatement supérieur ou inférieur selon le cas et on aura n' marches de hauteur H

La longueur de la ligne de foulée sera t = g(n' - I),

le volume de la cage d'escalier doit en permettre l'inscription.

Par exemple, soit H = 2,75 avec h = 17 cm. 275

a priori n = 17 = 16,2

Donc : n' = 17 et hauteur des marches= 16,2

mais on pourrait prendre aussi

n' = 16 et h = 17,2 très admissible. Avec g = 25, I = 0,25 (17 - 1) = 4,00 ou = 0,25 (16 - 1) = 3,75

Le jeu possible sur g et h permet toujours la détermination d'un escalier acceptable.

Les constructeurs ont admis souvent l'existence nécessaire d'une relation déterminée entre g et h pour qu'un tracé d'escalier soit correct.

On connait une bonne dizaine de relations q

toutes plus ou moins motivées. La plus courante est la relation de BLONDEL

$$g + 2h = m$$

avec m variant de 0,59 m (escaliers courants d'appartements) à 0,66 m (locaux publics).

Plus' couramment : g + 2h. = 0,64 m

Si g = O, h = 0,32 (espacement des barreaux d'une échelle)

Si h = O, g = 0,64 (longueur moyenne du pas).

Pour l'exemple ci-dessus avec n' = 16, h = 17,2 on

aurait eu g = 64 – (2 x 17,2) = 29,2 cm ce qui serait un peu trop confortable., Avec m = 0,59 m.

g = 59 - 2 x 17,2 =.24,6 cm.

On le voit, les moyennes: h = 17 , g= 25 sont conformes

A g + 2h = 0,59 m.

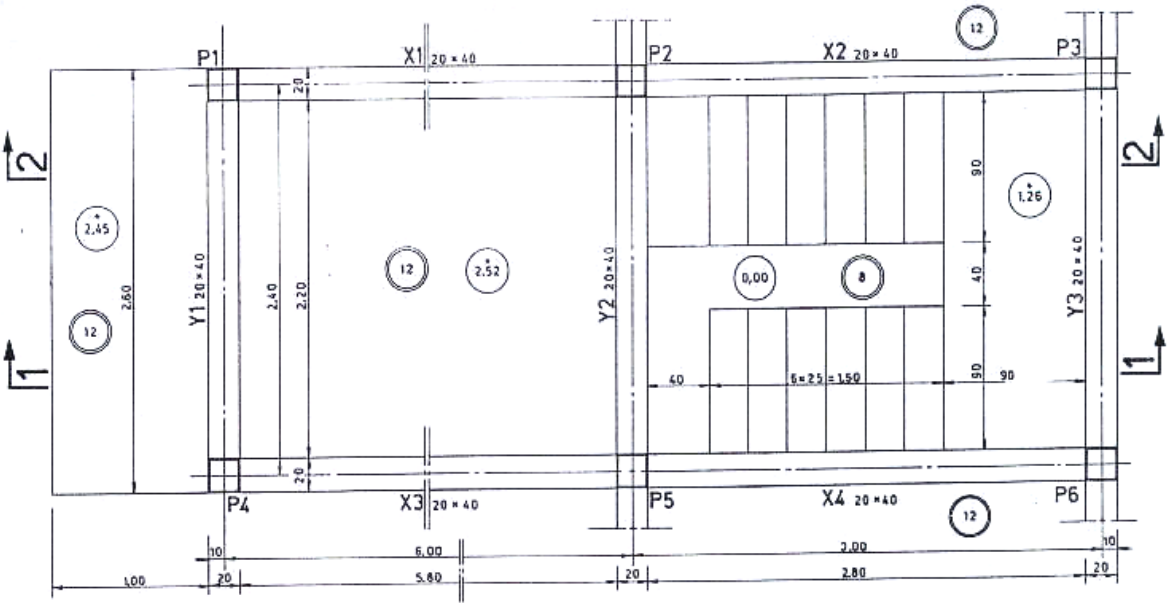
Pour le tracé des escaliers è quartier, tournant on pratique ce que l'on appelle le balancement des marches. Différentes méthodes peuvent être utilisées.

4.1.4. Revêtements de marches et contre-marches L'escalier le plus simple est à marches et contre-marches en béton avec dessus des marches soit en béton brut, soit en béton bouchardé avec incorporation ou non d'un produit résistant à l'usure

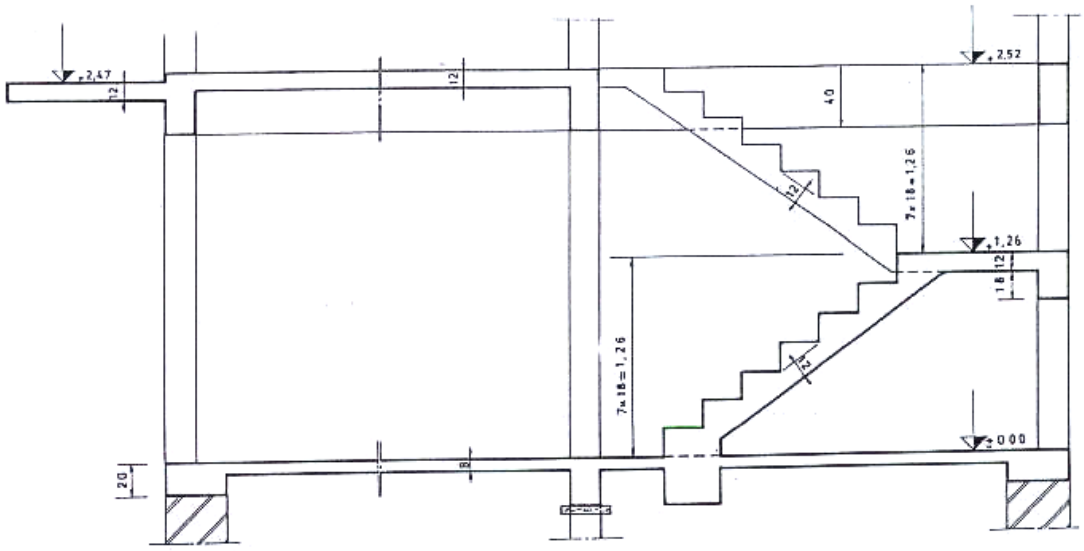
Le nez en béton d'une marche étant fragile on peut le protéger par une cornière métallique.. Une contre-marche biaise permet d'augmenter le giron. Les escaliers plus soignés comportent un revêtement de la marche et quelquefois aussi de la contre marche. Ce revêtement peut être de nature très diverse dalles 'de pierres, enduits spéciaux, bois, métal, produits plastiques etc.

Exemple de Coffrage et Ferraillage d'un escalier :

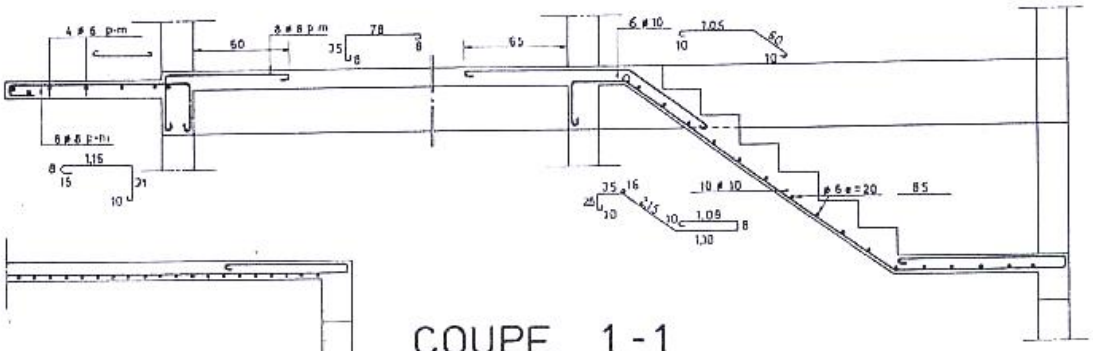
VUE EN PLAN



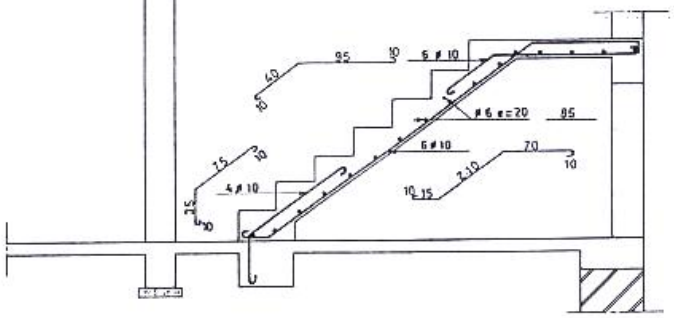
COUPE 1-1



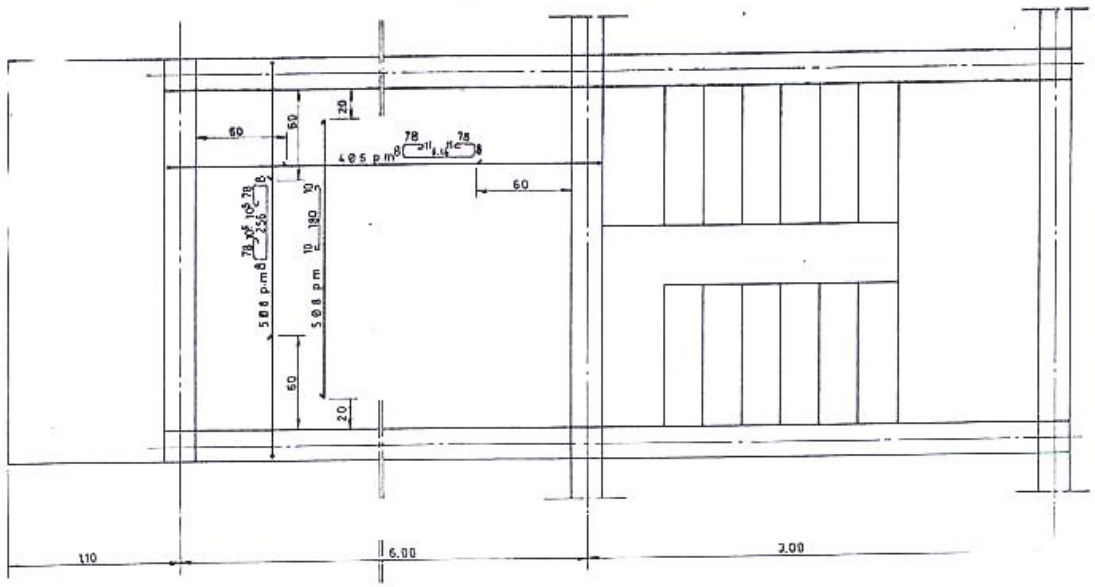
COUPE 2-2



COUPE 1-1



FERRAILLAGE : DALLE AU NIV : +2,52



TP 1 : CONSTRUCTION SIMPLE

I.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Application exacte des normes de dessin de coffrage*
- *Présentation exacte des éléments*

I.2. Durée du TP:

- *16 heures*

I.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- *Table de dessin*
- *Equerre 30° et 45°*
- *Rapidographe*
- *Règle à échelle (1/100 ; 1/50 ; 1/20)*

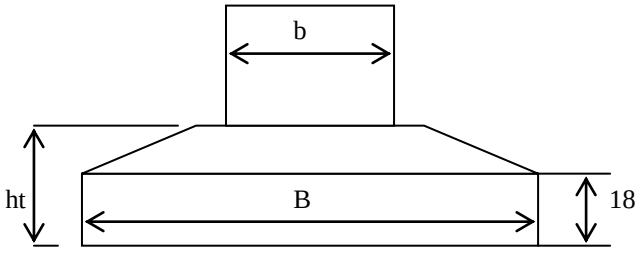
b) Matière d'œuvre :

- *Papier calque (Format A1) pour Chaque stagiaire*
- *Encre de chine*
- *Papier adhésif (Scotche)*
- *Mine 0.5 mm*

I.4. Description du TP :

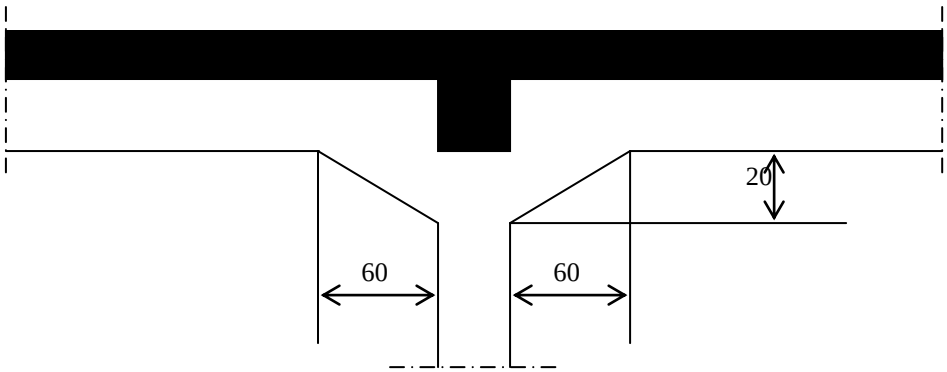
- *Voir schéma de disposition (Planche N°1)*
- *niveau du sol 0 .00 m fini (5cm de revêtement du sol, 15cm béton de sous-pavement.*
- *niveau d'assise des fondations : -1 ,20m sur béton de propreté de5cm (y compris 5cm de revêtement du sol)*
- *semelles isolées*
- *Massives en tronc de pyramide : Dimension en plan a voir a schéma. Sachant que d1 est égal a 5cm , la hauteur totale (ht) sera calculée pour toutes les semelles au moyen de la formule :*

$$Ht \geq d1 + (B-b)/4 \text{ avec } d1 = \text{enrobage}$$



- *Poteaux de section 30 x30 cm a l'intersection des axes repères les poteaux seront amorces dans les coupes au-dessus du niveau +2,83 m .*
- *Poutres de section30x40 suivant ces axes .*
- *Poutres de rive de section 30x35cm pour le bord a . b de la thermie.*

- *Goussets suivant croquis de part et d'autre des axes 3 et 4 pour les poutres longitudinal des axes B et C . :*



- *dalle : épaisseur constante de 15 cm.*
- *Format du plan :A1 (594*840 mm)*
- *Cartouche (190*120mm)voir exemple.*

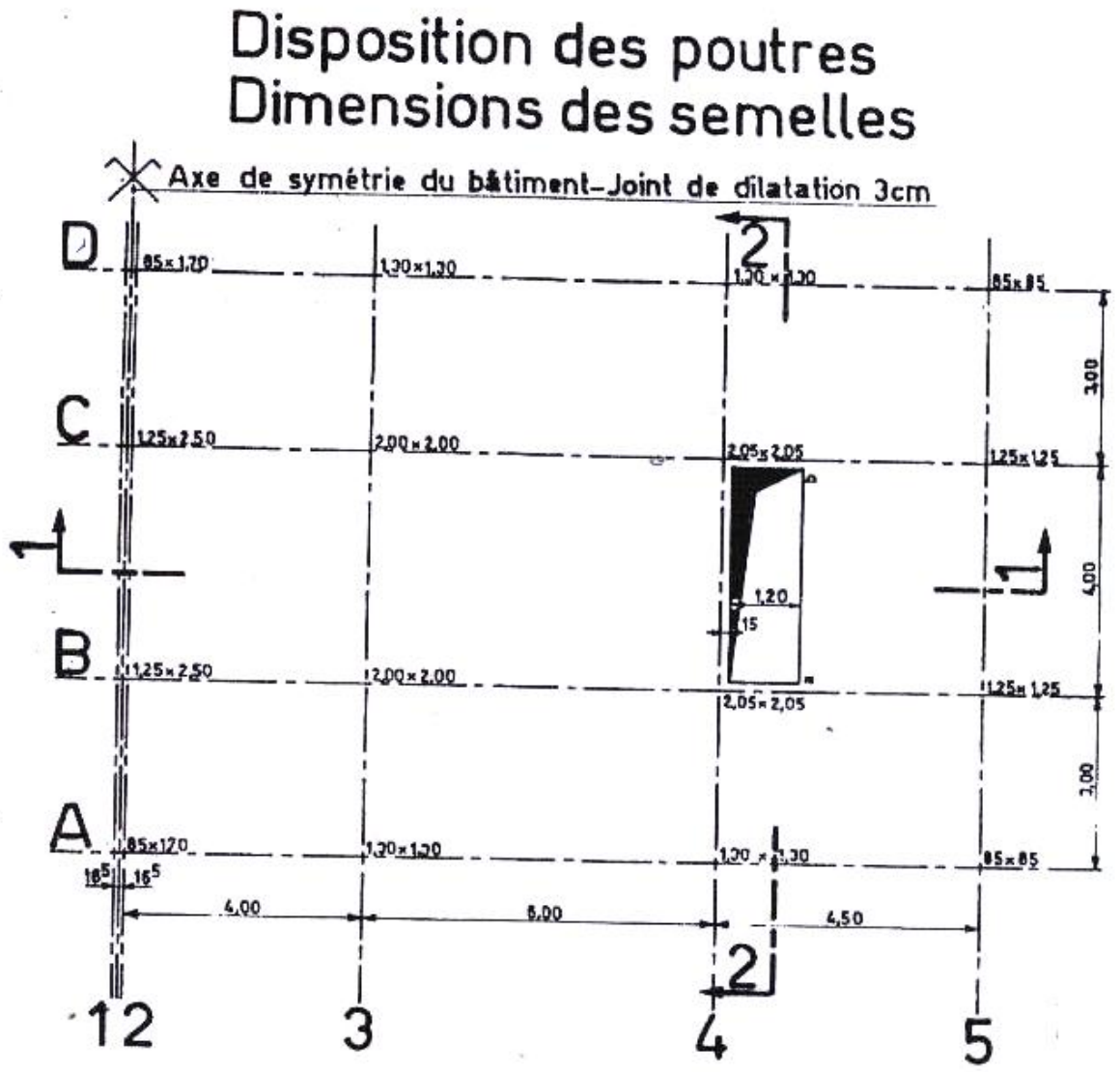
Travaux demandes :

Etablir à l 'échelle de 2 en par m le plan de coffrage comprenant :

a) *la vue en plan du plancher sur rez –de – chaussée*
b) *la vue en plan des fondation .*
c) *La coupe 1.1*
d) *La coupe 2.2*

I.5. Déroulement du TP

- *Découpage du calque et traçage des croquis*
- *Dessin des esquisses et mise en page*
- *Projection des vues au crayon sur le plan*
- *Vérification des cotes et précision*
- *Mise au net à l'encre*
- *Traçage du cartouche*
- *Achèvement du travail*


Disposition des poutres
Dimensions des semelles
Axe de symétrie du bâtiment-Joint de dilatation 3cm
D
C
B
A
85×1,70
1,30×1,30
1,30×1,30
85×85
1,25×2,50
2,00×2,00
2,05×2,05
1,25×1,25
1,25×2,50
2,00×2,00
2,05×2,05
1,25×1,25
85×1,70
1,30×1,30
1,30×1,30
85×85
3,00
4,00
3,00
1,20
15
4,00
6,00
4,50
1
2
12
3
4
5

TP 2 : Fondation superficielle

II.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Application exacte des normes de dessin de coffrage*
- *Présentation exacte des éléments*

II.2. Durée du TP:

- *12 heures*

II.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

c) Equipement :

- *Table de dessin*
- *Equerre 30° et 45°*
- *Rapidographe*
- *Règle à échelle (1/100 ; 1/50 ; 1/20)*

d) Matière d'œuvre :

- *Papier calque (Format A1) pour Chaque stagiaire*
- *Encre de chine*
- *Papier adhésif (Scotche)*
- *Mine 0.5 mm*

II.4. Description du TP :

Semelles sous murs, sous poteaux, poteaux, chaînages
Longrines, dalles sur terre-plaine
En vous référant aux plans d'architecture (Planche 2 ;3 ;et 4) établissait le plan de coffrage des fondations comprennent :

1.La vue en plan

Cette vue en plan établie à l'échelle de 1/50 sera cotée et les éléments ci-après y seront représentés :

1. ***Mur de fondation et poteaux.***
2. ***Semelles en béton armé sous poteaux .***
3. ***Semelles en béton non armé sous murs et sous semelles en b.a .***
4. ***Chaînages sur murs.***
5. ***Dalle sur terre-plein.***
6. ***Toiture comprenant : dalle , longrines de rives et longrines dans l'axe des poteaux*** *P6 etP7.*

NB :

- Les semelles en b. a, mes poteaux, les chaînages, les dalles et longrines seront repérés sur cette vue.
- La représentation des semelles en béton non armé est faite dans un but didactique (dans la pratique cette représentation ne se fait pas sur la vue en plan , mais uniquement dans les coupes)

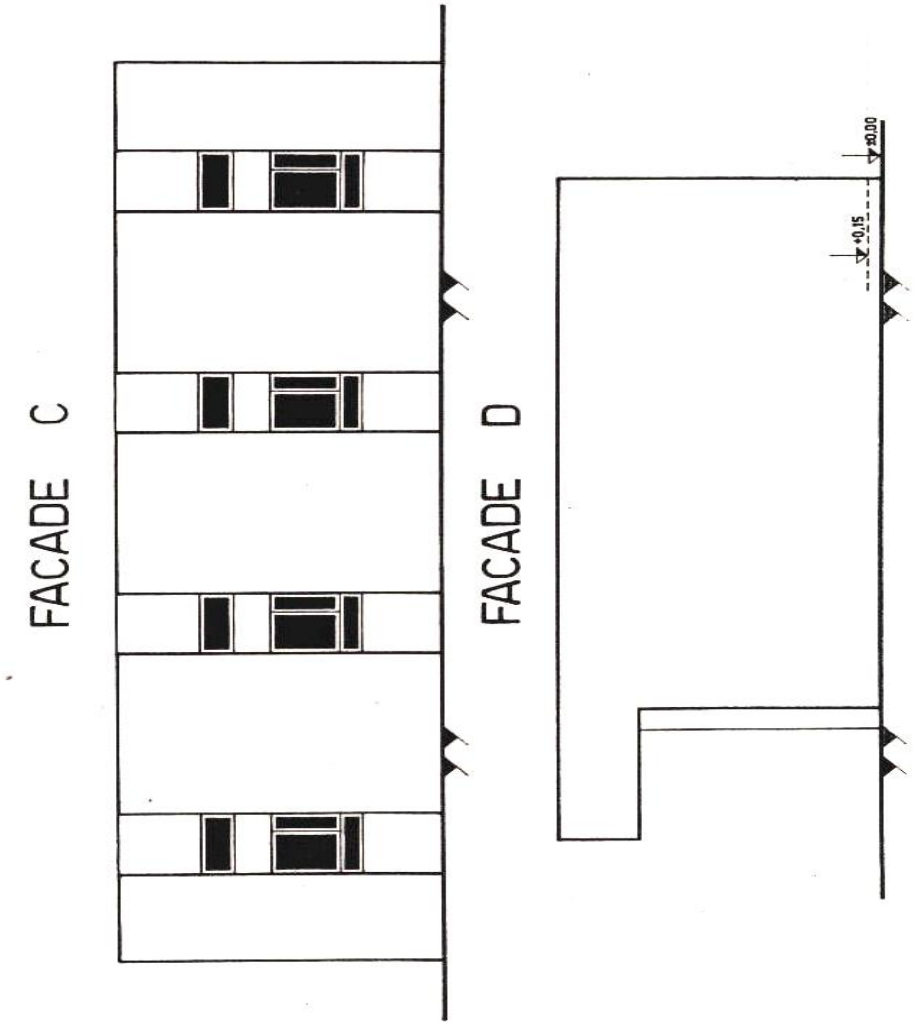
2.Les coupes 1.1, 2.2, 3.3, 4.4. (demi-coupes pour 1.1 et2.2)

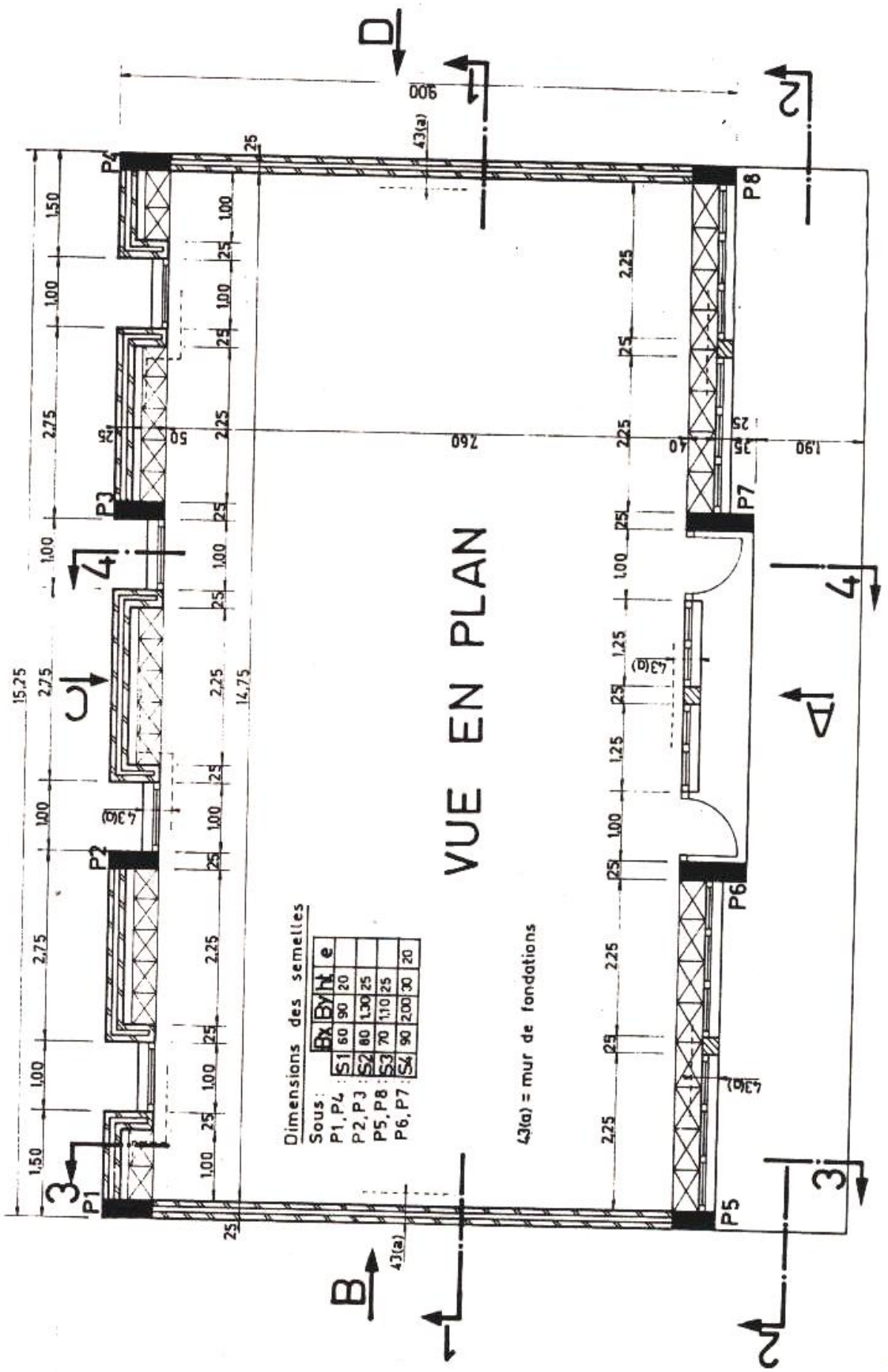
Ces coupes dans les fondations seront représentées « terres enlevées » et à l'échelle de 1/20.
A titre didactique les parties projetées seront représentées (ne se fait pas dans la pratique)
Attention !

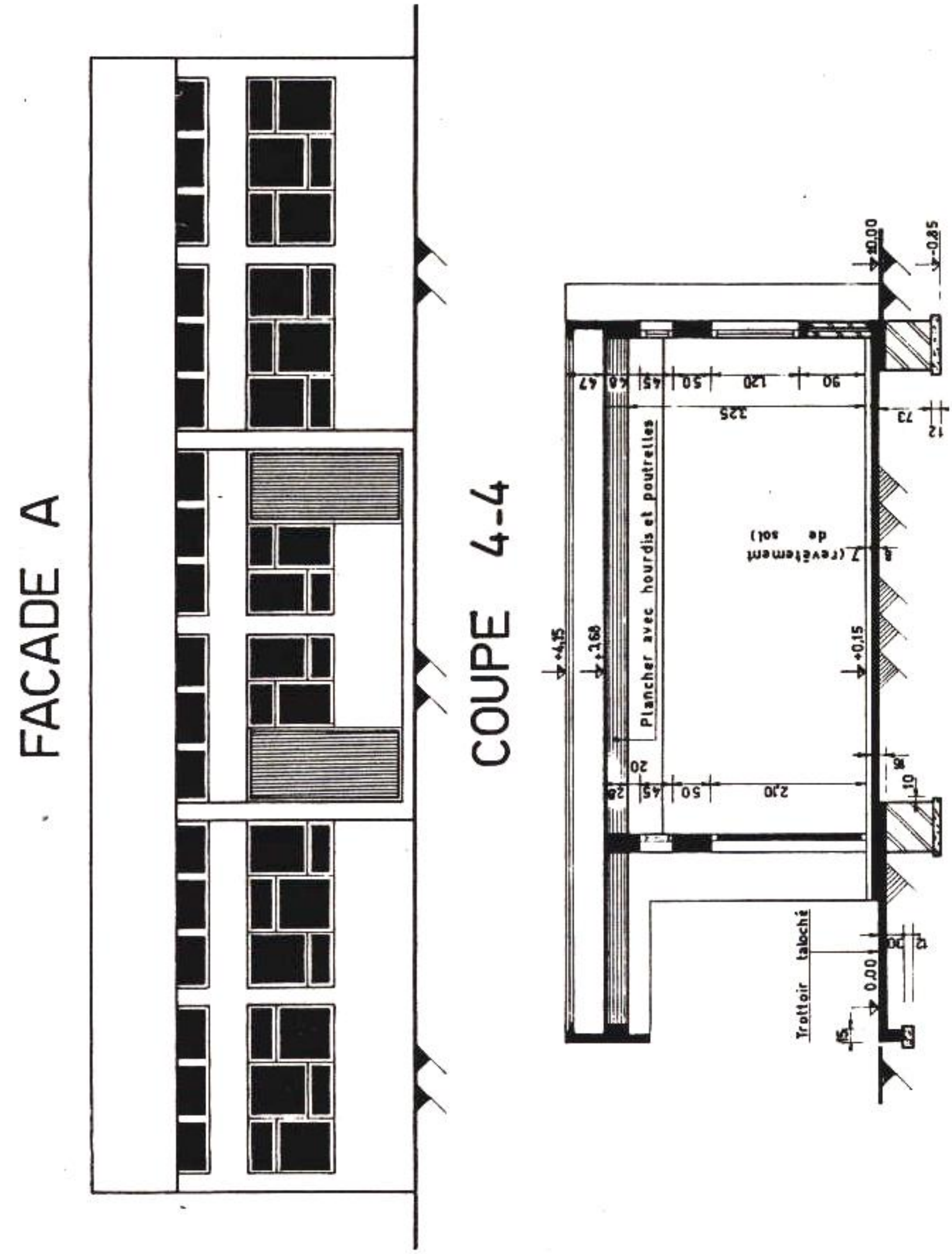
Pour le calcul des cotes l'on tiendra compte que les parties extérieures et intérieures du bâtiment reçoivent un produit de 1.5 cm d'épaisseur.
Les cotes d'un plan de coffrage sont donc celles du gros-œuvre.
Présentation
Format : A1.
*Cartouche : 190*120 mm.*

II.5. Déroulement du TP

- *Découpage du calque et traçage des croquis*
- *Dessin des esquisses et mise en page*
- *Projection des vues au crayon sur le plan*
- *Vérification des cotes et précision*
- *Mise au net à l'encre*
- *Traçage du cartouche*
- *Achèvement du travail*




VUE EN PLAN
Dimensions des semelles
Sous : Bx By ht e
P1, P4 : S1 60 90 20
P2, P3 : S2 80 1.30 25
P5, P8 : S3 70 1.10 25
P6, P7 : S4 90 2.00 30 20
43(a) = mur de fondations
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
A
B
C
D
1
2
3
4


FACADE A
COUPE 4-4
Plancher avec hourdis et poutrelles
Trottoir taloché

TP 3 : Toiture - Terrasse

III.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Application exacte des normes de dessin de coffrage*
- *Présentation exacte des éléments*

III.2. Durée du TP:

- *10 heures*

III.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

e) Equipement :

- *Table de dessin*
- *Equerre 30° et 45°*
- *Rapidographe*
- *Règle à échelle (1/100 ; 1/50 ; 1/20)*

f) Matière d'œuvre :

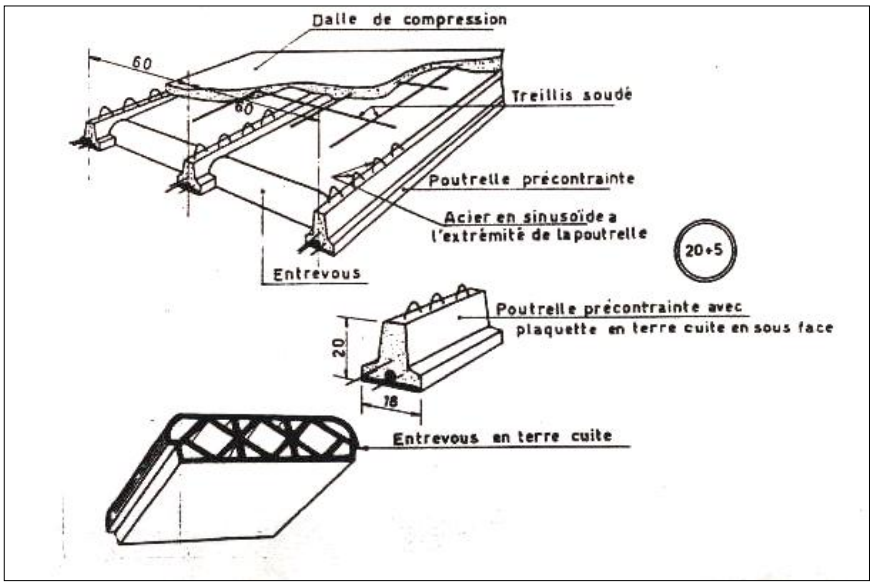
- *Papier calque (Format A1) pour Chaque stagiaire*
- *Encre de chine*
- *Papier adhésif (Scotche)*
- *Mine 0.5 mm*

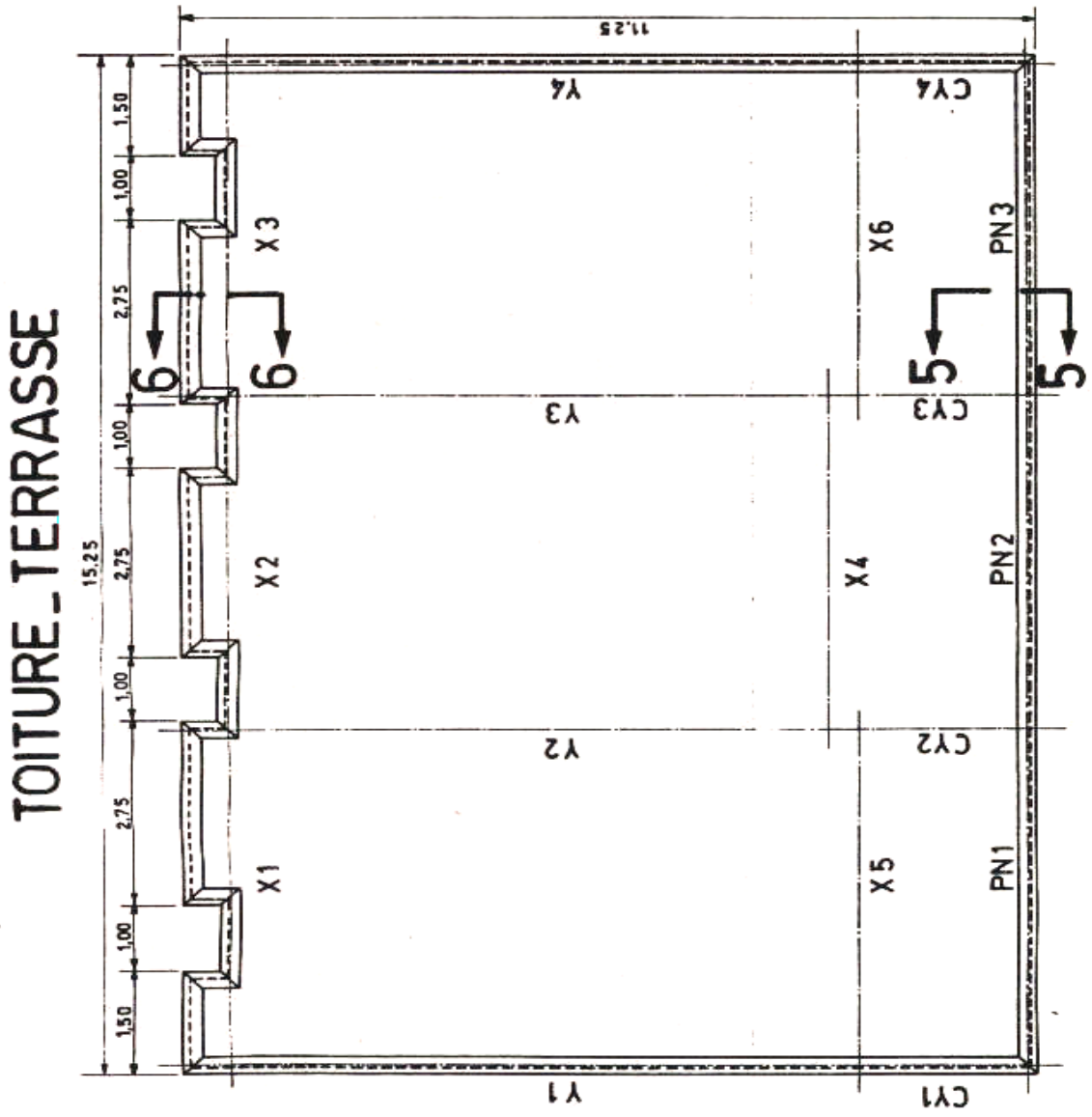
III.4. Description du TP :

En vous référant aux plans du thème précédent et aux plans (Planche 5)
Etablir à l'échelle 1/50 :
1.La vue en plan : coffrage de la toiture-terrasse.
2.Les coupes complètes dans le bâtiment :1.1, 3.3, 4.1.
A titre didactique, les parties projetées seront représentées.
NB : La cotation sera celle du gros-œuvre.
***Données** :*
- Enduit sur mur et sur plafond : 1.5 cm.
*- Poutre entre P1et P5 : 22*60 cm (dimensions brutes)*
*- Poutre entre P2et P6 : 22*80 cm (dimensions brutes)*
*- Consoles :22*60 cm : (dimensions brutes)*
- Poutres X1à X6 : à calculer suivant cotes de l'architecte et l'épaisseur du plancher prévue ci-après par le fabriquant.
-Plancher avec poutrelles préfabriquées et précontraintes avec entrevous en terre cuite, épaisseur du plancher, b=22 cm avec entrevous en terre cuite , épaisseur : 20+5 suivant croquis ci-dessous : (Planche 6)

II.5. Déroulement du TP

- *Découpage du calque et traçage des croquis*
- *Dessin des esquisses et mise en page*
- *Projection des vues au crayon sur le plan*
- *Vérification des cotes et précision*
- *Mise au net à l'encre*
- *Traçage du cartouche*
- *Achèvement du travail*


Dalle de compression
60
60
Treillis soudé
Poutrelle précontrainte
Acier en sinusoïde a l'extrémité de la poutrelle
20+5
Entrevous
Poutrelle précontrainte avec plaquette en terre cuite en sous face
20
16
Entrevous en terre cuite


TOITURE_TERRASSE
11.25
15.25
1.50
1.00
2.75
1.00
2.75
1.00
2.75
1.00
1.50
Y4
Y3
Y2
Y1
CY4
CY3
CY2
CY1
X1
X2
X3
X4
X5
X6
PN1
PN2
PN3
6
6
5
5

TP 4 : Plan de ferraillage de Semelle; Poteaux; Poutre et Console

III.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Application exacte des normes de dessin de Ferraillage*
- *Présentation exacte des éléments*

III.2. Durée du TP:

- *16 heures*

III.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

g) Equipement :

- *Table de dessin*
- *Equerre 30° et 45°*
- *Rapidographe*
- *Règle à échelle (1/100 ; 1/50 ; 1/20)*

h) Matière d'œuvre :

- *Papier calque (Format A1) pour Chaque stagiaire*
- *Encre de chine*
- *Papier adhésif (Scotche)*
- *Mine 0.5 mm*

III.4. Description du TP :

En vous référant aux plans des thèmes précédents, établir le plan de ferraillage des élément ci-après.
Semelles S4 et S2 ; poteaux P2 et P6 ; Poutre Y2 ; Console CY2.

DONNEES : Note du calcul :

Semelle S2

Barre du bas : 5T10 ; Barre de répartition :7TB ; Barres en attente :8T10

Semelle S4

Barre du bas : 7T12 ; Barre de répartition : 7T10 ; Barre en attente : 10T10

Poteaux P2 et P6 *.*

P2 : Barre principales 8T10 ; Cadre+ 2épingles 06 : t=15 cm
P6 : Barre principales 10T10 ; Cadre +3épingles 06 : t=15 cm

Poutre Y2.

Barre du bas :3T20 : Renforts bas : 3T16 long 4.70 à 1.60 m du nu du poteau P2 ;
*Barre du haut de montage : 3T8 ; Barre dans les joues : 2*2T8.*
Armatures transversales (répartition suivant méthode Caquot) :Appui P2 :t1=16 cm ;
Appui P6 à gauche : 13 cm.

Console CY2 *.*

Barre du bas : 3T20 ; Barre du haut de montage : 3T8 :Chapeau : 3T20 jusque 1.50m du nu d'appui (coté travée)
Armature transversales :
t = constant de 18 cm.
Les armatures transversales seront constituées de 1 cadre 08+ 1 étrier ; 08+

Epingles suivant nécessité pour maintenir les barres des joues pour Y2 et CY2.
Crochets :
A 45° pour les aciers Tor :
Ordinaires pour les ronds lisses.

II.5. Déroulement du TP

- *Découpage du calque et traçage des croquis*
- *Dessin des esquisses et mise en page*
- *Projection des vues au crayon sur le plan*
- *Vérification des cotes et précision*
- *Mise au net à l'encre*
- *Traçage du cartouche*

TP5 : PLAN DE COFFRAGE ET DE FERAILLAGE D'UNE POUTRE CONTINUE,DE QUATRE POTEAUX ET DE QUATRE SEMELLES

III.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Application exacte des normes de dessin de Ferraillage*
- *Présentation exacte des éléments*

III.2. Durée du TP:

- *18 heures*

III.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

i) Equipement :

- *Table de dessin*
- *Equerre 30° et 45°*
- *Rapidographe*
- *Règle à échelle (1/100 ; 1/50 ; 1/20)*

j) Matière d'œuvre :

- *Papier calque (Format A1) pour Chaque stagiaire*
- *Encre de chine*
- *Papier adhésif (Scotche)*
- *Mine 0.5 mm*

III.4. Description du TP :

1. ENONCE :

Dessiner à l'encre de chine le plan de coffrage et de ferraillage des éléments ci-après :

1. *Poutre continue X1,X2 ET X3.*
2. *Poteaux P1,P2,P3 et P4.*
3. *Semelles S1 , S2 ,S3et S4*

Ce plan comprendra les vues suivantes :

-Vue en plan des fondations (arrêtée à 1.00m de l'axe des poteaux) (C)

-Vue en plan du plancher (arrêtée à 1.00 m de l'axe des poteaux) (C)

-Coupe nécessaires dans les semelles (F)

-Coupes nécessaires dans les poteaux (F)

-Coupe longitudinale dans la poutre (F)

-Coupe transversales nécessaires dans la poutre (F)

(C) : coffrage à l'échelle de 2 cm/m. (F) : ferraillage à l'échelle de 5cm /m.

2. DESCRIPTIF.

-Les cotes données au plan sont des cotes « parachèvement compris ».

-Epaisseur de l'enduit 1.5 cm à l'extérieur et à l'intérieur des locaux : sur murs, sur poutres, sur plafonds, sur poteaux et sur murs de fondation.

-Bon sol au niveau –1.20 m

-Béton de propreté sous murs et semelles : 10 cm.

-La section des poteaux en fondations sera identique à celle du rez-de-chaussée.

3. DONNEES

Extrait du plan d'architecture

- Aciers utilisés : ronds lisses

- Ancrage : coudes à 45°

- Enrobage des barres : 2 cm

- Arrêt des barres suivant les règles pratiques admises pour les poutres calculées par la méthode forfaitaire.

- Répartition des armatures transversales d'après la méthode de Caquot

Armatures des poteaux et des semelles, dimensions des semelles

- Dimensions des poteaux à rechercher d'après les plans d'architecture.

Poteaux (Fondation et r-d-c)		Semelles						
Repères	A'	Repères	Bx	By	h^t	e	Ax	Ay
P_1	6 T 12	S_1	1,20	1,00	28	15	5Ø14	6Ø12
P_2 et P_3	4 T 12 + 2 T 10	S_2 et S_3	1,60	1,30	30	16	7Ø16	8Ø14
P_4	6 T 12	S_4	1,30	1,10	30	15	6Ø14	7Ø12

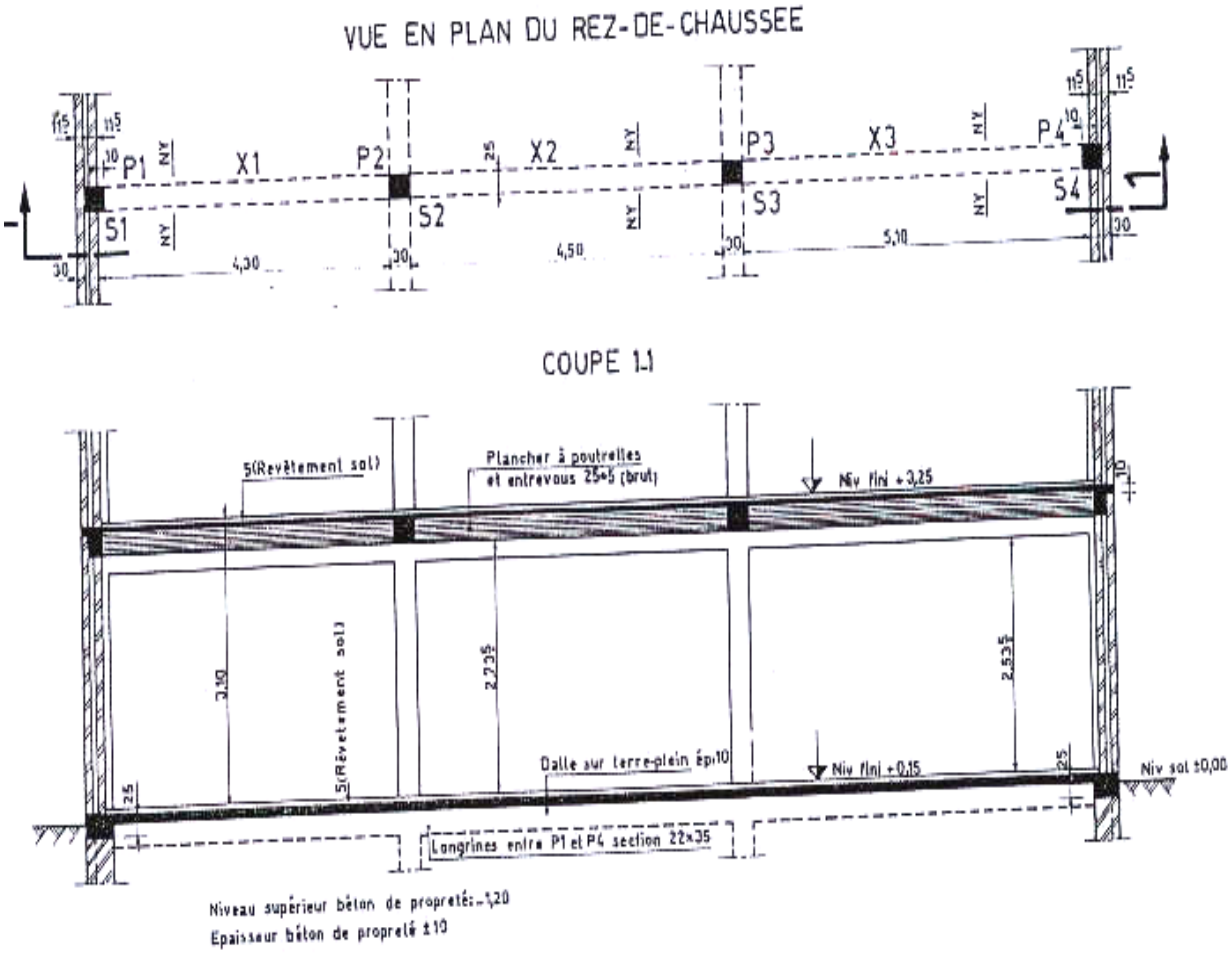
- Espacement des armatures transversales des poteaux : t = 15 Ø l min. Zones de recouvrement : 3 pièces.
- Diamètre des armatures transversales des poteaux : $Ø_t$ = 6 mm (R.L).
- Les barres principales auront un retour d'équerre dans les semelles de 20 cm.

- Armatures des poutres
- Dimensions à rechercher d'après plan d'architecture.

Repères	Bas	Renforts	Haut	Chapeaux	Arm. transv.	t_g	t_d
X_1	3 T 10	3 T 10	3 T 8	2T 12+ 1 T 10	1 cad+1 étr. Ø6	13	11
X_2	3 T 10	2 T 10	3 T 8	3 T 12	1 cad+ 1 étr. Ø6	11	11
X_3	3 T 12	3 T 12	3 T 8		1 cad+ 1 étr. Ø6	10	11

N.B : La disposition des vues et le format du dessin seront déterminés par le stagiaire.
-A partir des échelles adoptées, calculer l'encombrement des vues.
-Etablir sur une feuille de papier auxiliaire le schéma de disposition des dessins avec les écritures et le cartouche de dimensions 21 x 14 cm.

EXTRAITS PLAN D'ARCHITECTURE



Evaluation fin de module

projet de construction
d'un local technique de signalisations
électriques

On projette de construire un local technique de signalisations électriques qui comprend un rez de chaussée répartie en deux salles :

- Une salle accumulateurs
- Une salle à relais conformément à la vue en place ci-jointe.

Renseignements techniques

1. Niveaux

Rez de chaussée ± 0.00m, terrain naturel -0.30m

2. Dallage au niveau du sol

- Dalle en béton de 0.10m d'épaisseur reposant sur un blocage de 0.20m de hauteur
- Chaînage de 0.40m de largeur et de 0.20m de hauteur.
- Longrines de 0.20m de largeur et 0.30m de hauteur

3. Plancher

Toiture terrasse : dalle pleine de 12 cm d'épaisseur

4. Mur d'acrotère : en béton armé de 0.10m d'épaisseur et 0.50m de hauteur

5. Poteaux : carrés de 0.20 x 0.20m

6. Poutres : de 0.20m de largeur et 0.30m de hauteur.

7. Baies : Portes : 2.20m de hauteur
   fenêtres 0.60m de hauteur

8. hauteur sous plafond : est de 4.00m.

TRAVAIL DEMANDE :

D'après les plans fournis , et les renseignements techniques, on vous demande de :

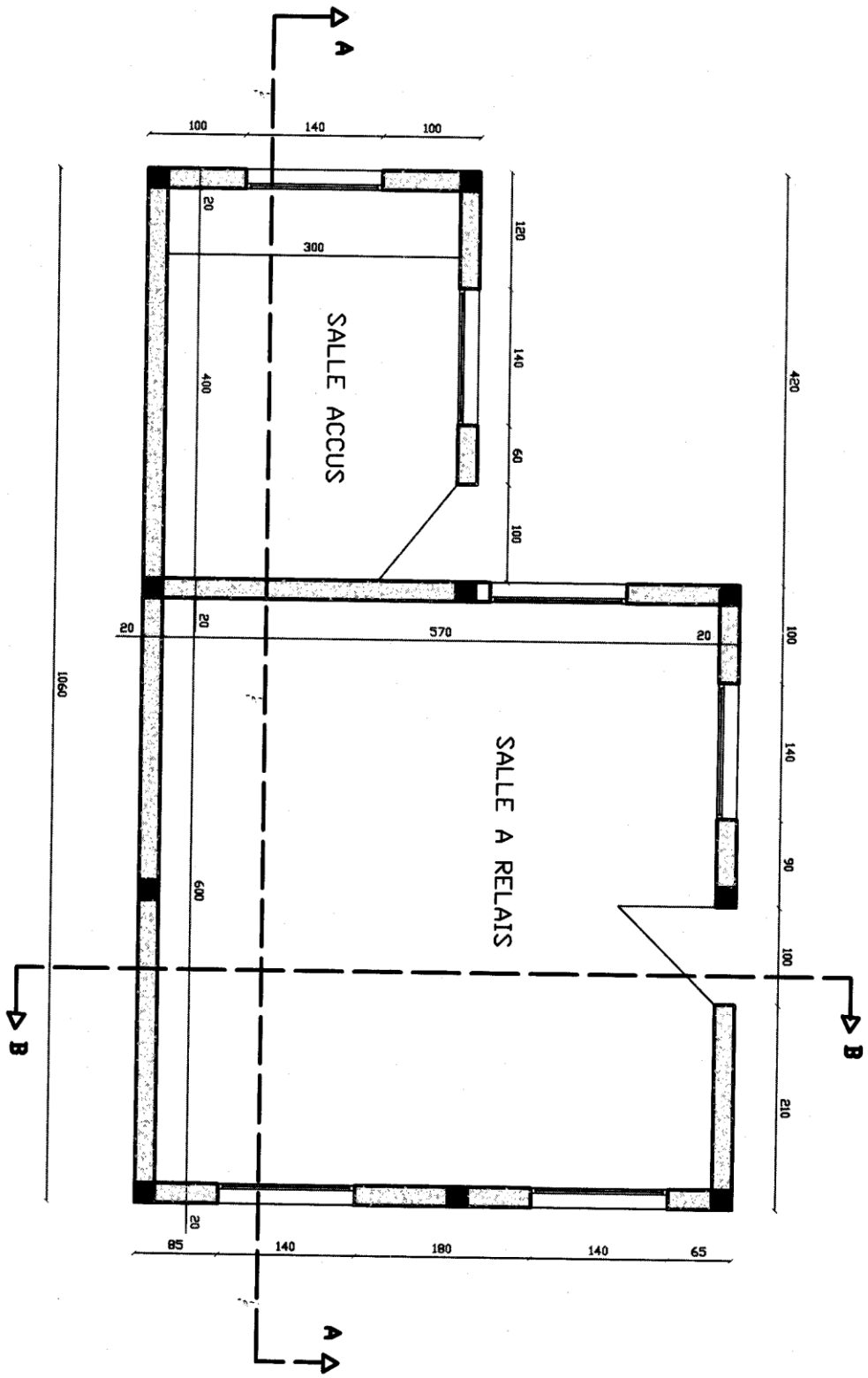
Dessiner à l'échelle 1/50 (0.02)

a. le coffrage du plancher haut (terminer la nomination des différents éléments)
b. dessin du ferraillage de la poutre axe 1 entre A et B (compléter les armatures transversales) .

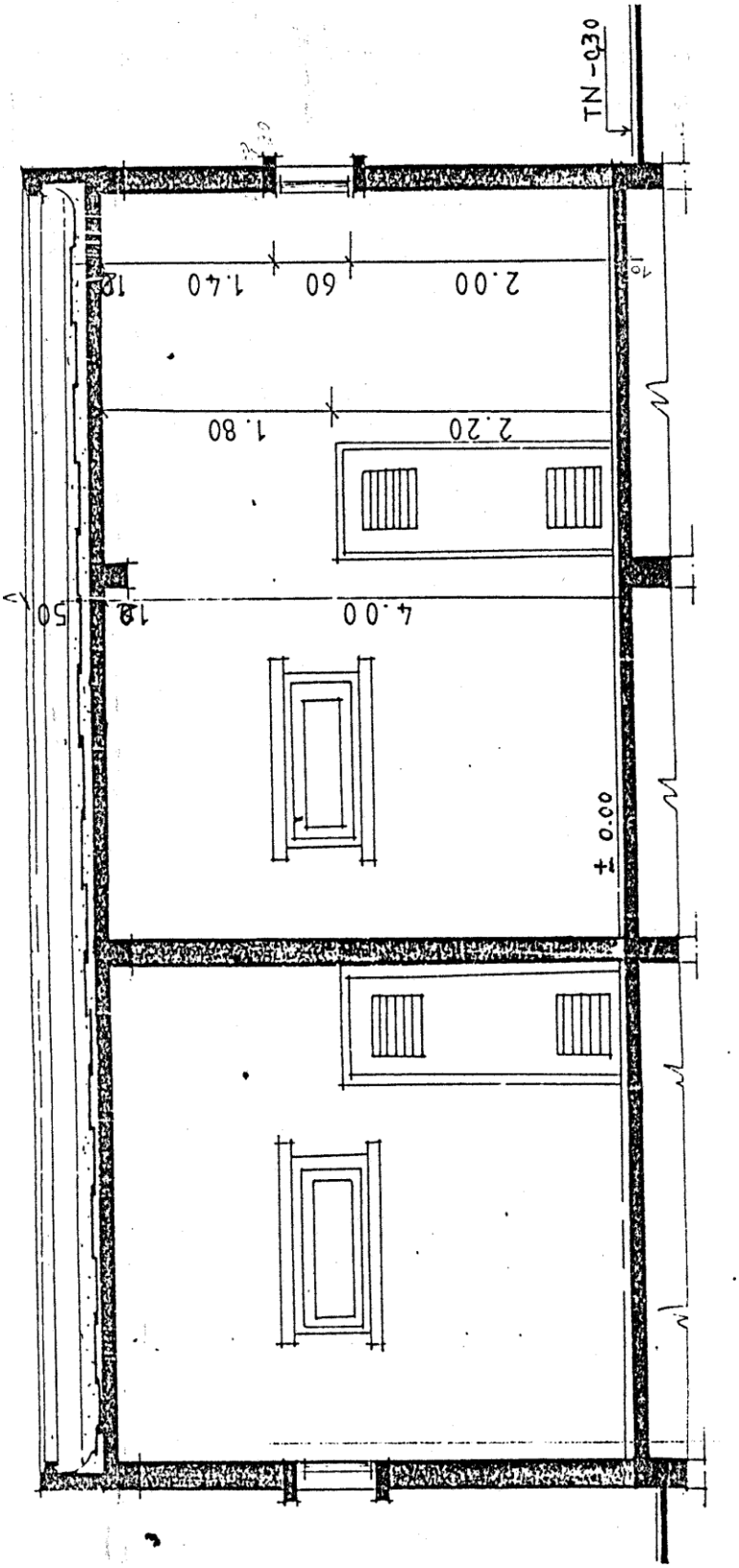
N.B : Les renseignements non fournis sont laissés à l'initiative des stagiaires.

Accumulateur : appareil qui accumule l'énergie électrique fournie par une réaction chimique et restitue sous forme de courant (piles ;batterie d'une voiture sont des accumulateurs)

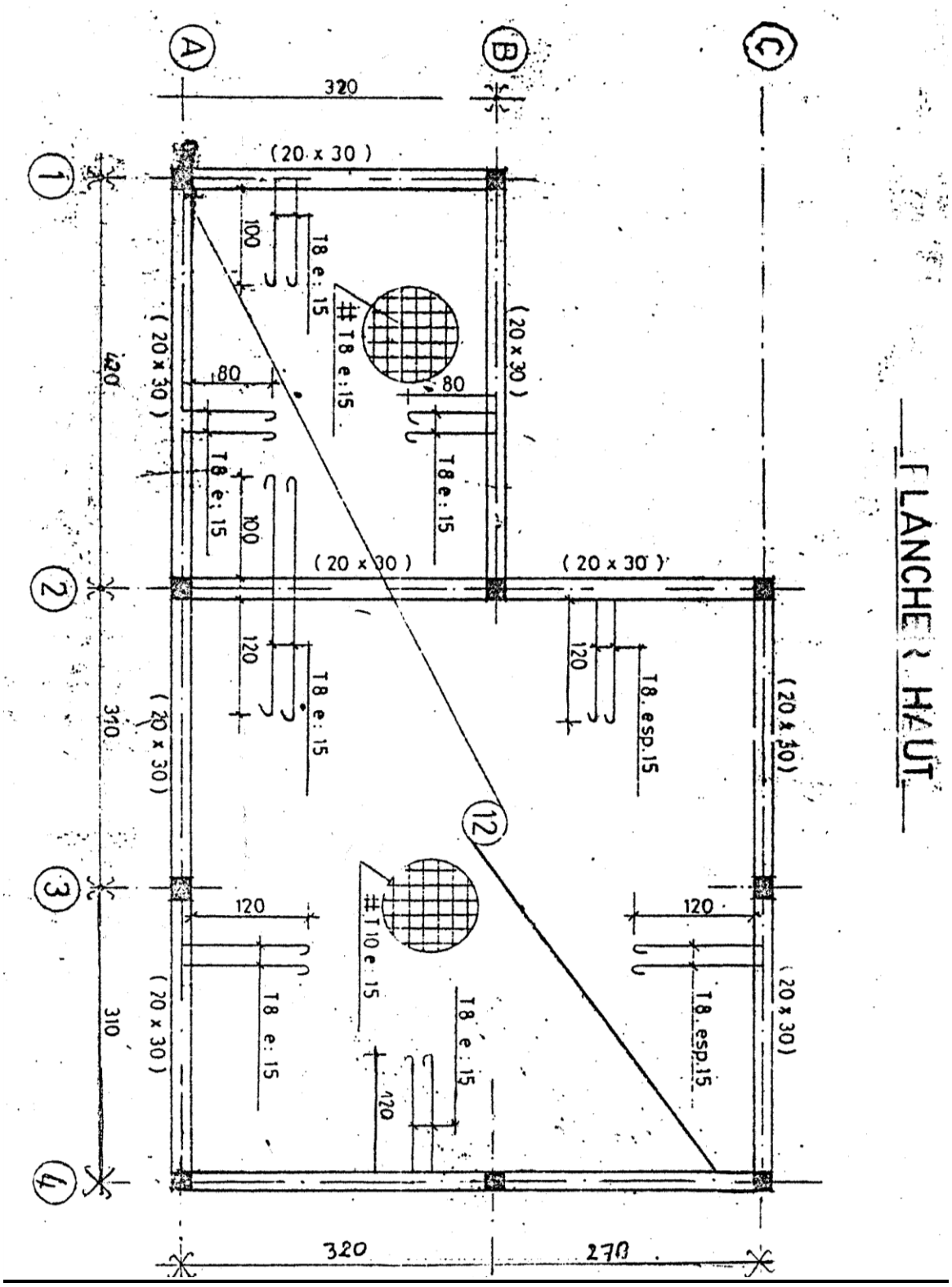
Relais ou relais : dispositif destiné à recevoir des signaux électriques et les émettre à nouveau.



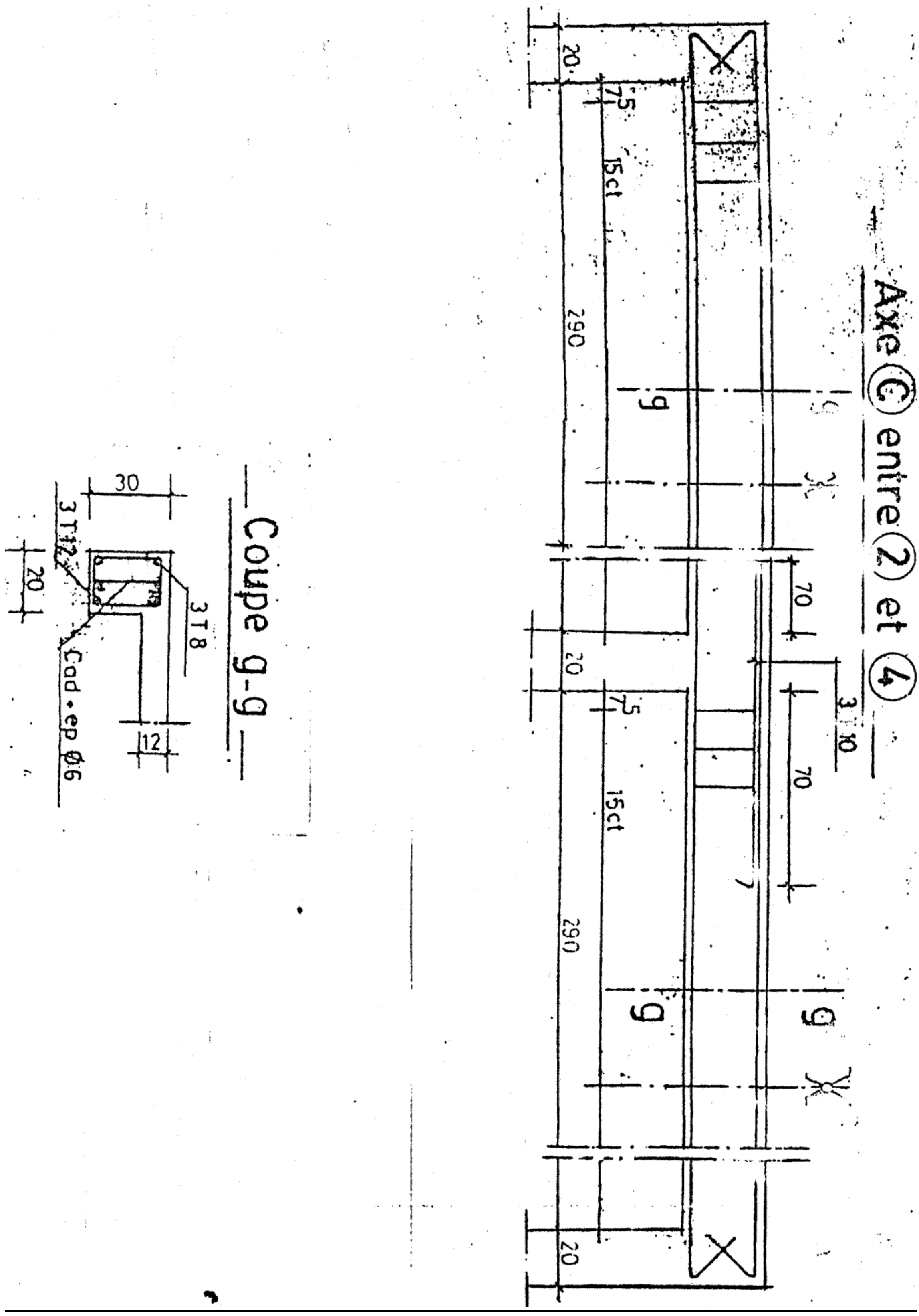
VUE EN PLAN (local technique)

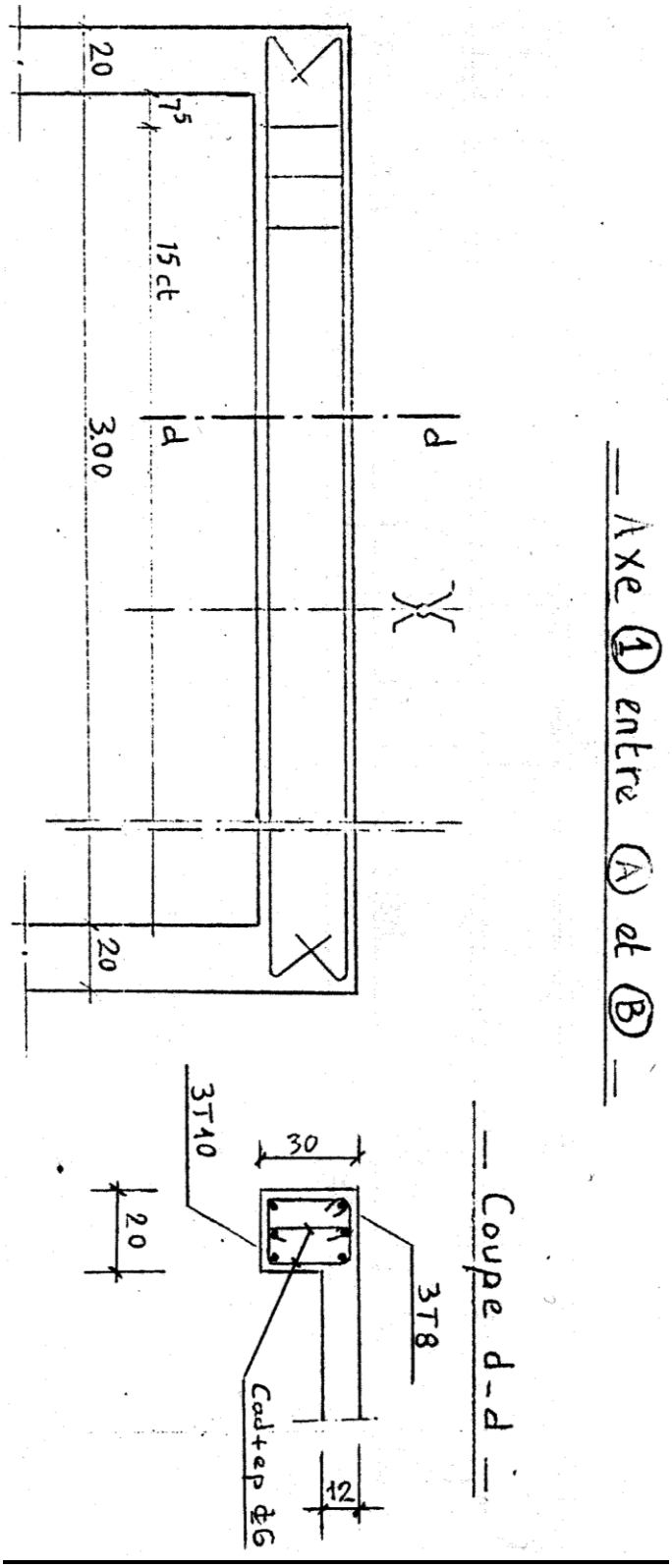


Coupe AA



FLANCHER HAUT


Axe C entre 2 et 4
Coupe g-g
30
20
3T12
3T8
Cad+ep Ø6
12
20
75
15ct
290
70
3T10
g


20
7.5
15 ct
3.00
d
d
20
— Axe ① entre Ⓐ et Ⓑ —
3T10
30
20
3T8
Cad+ep ϕ6
12
— Coupe d-d —

Liste des références bibliographiques.

Ouvrage	Auteur	Edition
Ancienne programme DB	OFPPT	
Technique et normalisation « Bâtiment »	R.Deebeque J.Romanoli	1962
Pratique de la construction des bâtiment	Martin Mittag	1981

NB : Outre les ouvrages, la liste peut comporter toutes autres ressources jugées utiles (Sites Internet, Catalogues constructeurs, Cassettes, CD,…)