

**Université Mohamed Boudaif**  
**Faculté des Sciences de la technologie Département Génie civil**

# **Cours de dessin01**

**Docteur. Menasri .A 2023-2024**

## 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. Lorsqu'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 méthodologie 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 par l'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 mêmes 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

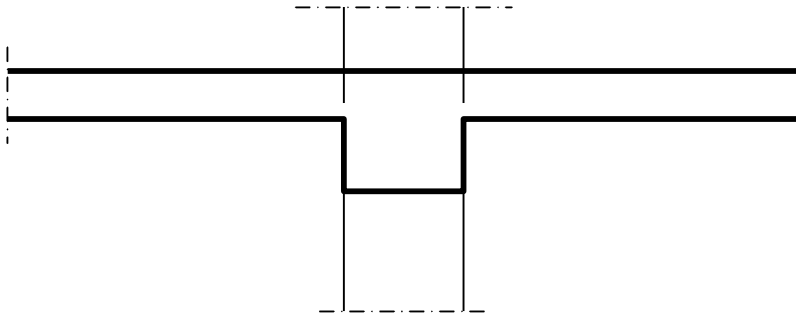
Lorsque le travail au crayon doit être mis au net à l'encre, la totalité des tracés sera faite en trait continu. C'est un gain de temps. On pourra repérer les parties à mettre au net en trait interrompu par un signe particulier placé sur le trait afin d'éviter des erreurs au moment de l'exécution à l'encre. 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 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 où 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 nous 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 général, 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'il 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 ;*

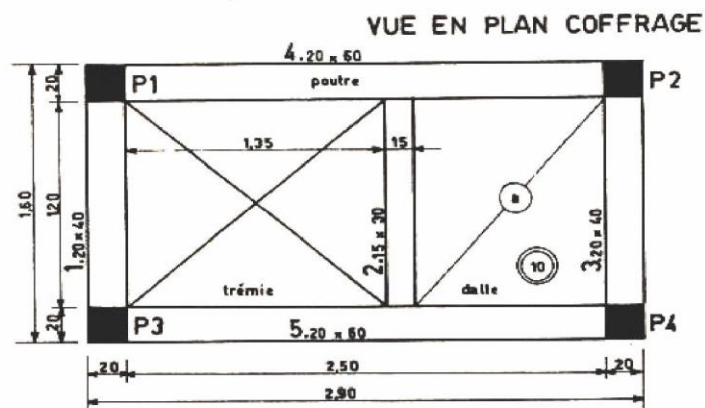
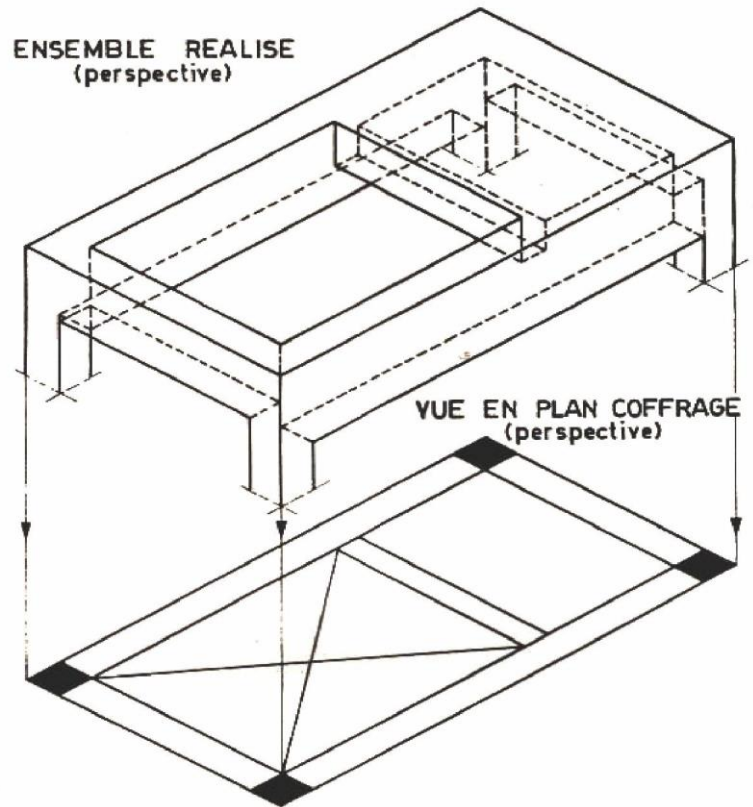
- *Les sollicitations les plus défavorables transmises à chacune des fondations.*
- *Exemple de cartouche à mettre sur les plans exécutés en classes :*

<b><i>INSTITUT DE GC</i></b>		
<b>TRAVAUX PRATIQUE</b>		
<b>BATIMENT</b>		
<b>PLAN DE COFFRAGE :</b>		
<input type="checkbox"/> <b>FONDATION</b>		
<input type="checkbox"/> <b>PLANCHER SUR RDCH</b>		
NOM DU DESSINATEUR :	Date :	<b>Plan</b> <b>N° : 1</b>
	Echelle :	

## 2.1.2 DESSINS DE COFFRAGE

### a- Conventions générales :

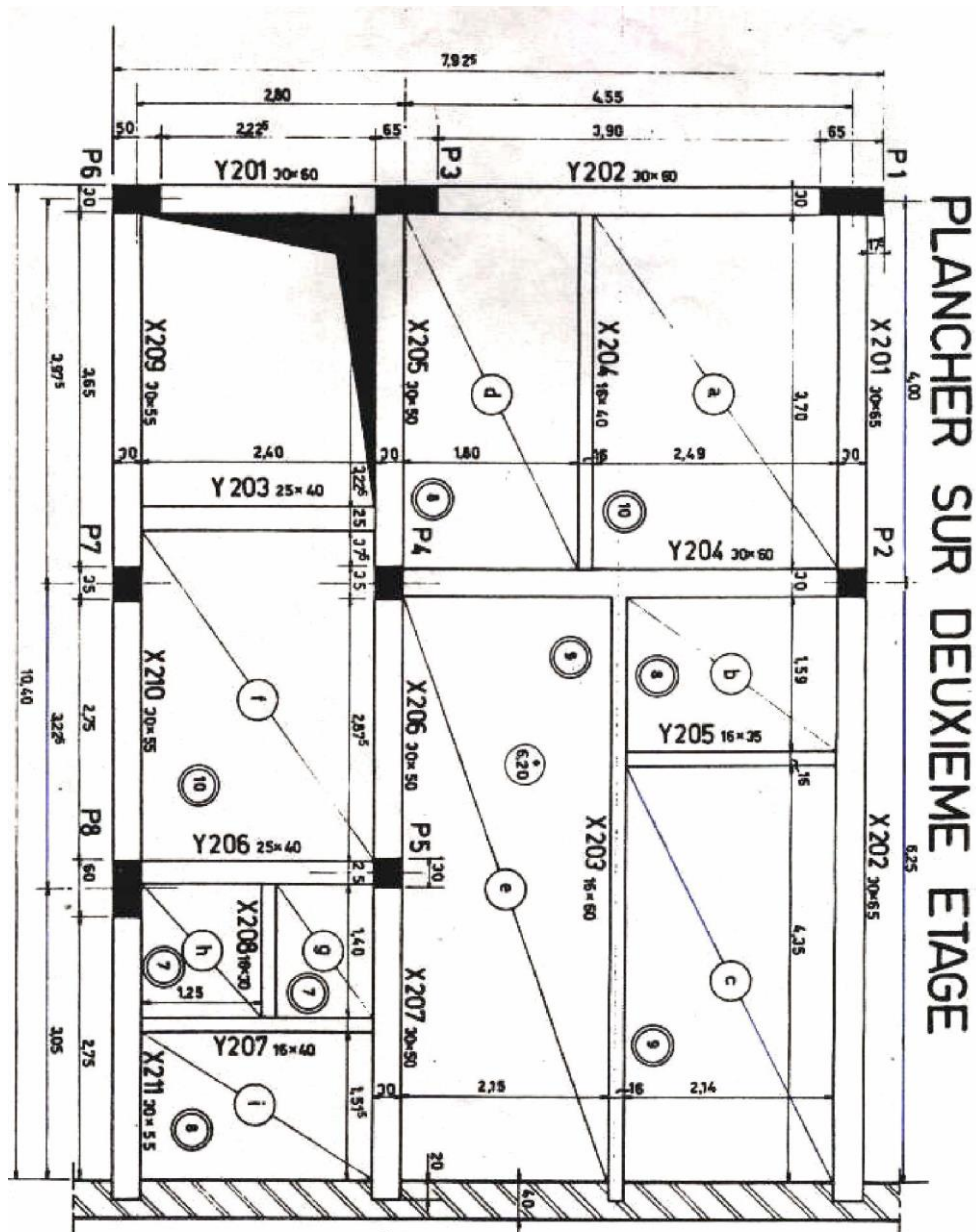
### PRINCIPE DE REPRESENTATION



*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 entraînent 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 complètement 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**

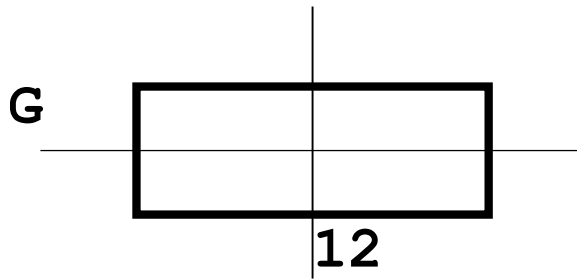
*Chaque plancher étant repéré par un titre, il n'est pas utile que le repérage des éléments d'un même plancher soit suivi d'un indice numérique correspondant à l'étage. Les poutres peuvent être représentées par des numéros en chiffres arabes. On adopte, au choix, une numérotation particulière à chaque 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. 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 chiffres (Exemple : G.12.



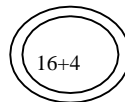
Le repérage des dalles en plan peut se faire par des lettres minuscules entourées d'un cercle. En cas échéant, un trait en diagonale passant par le centre du cercle, mais interrompu à l'intérieur de celui-ci, est tracé pour préciser les limites de la dalle considérée.

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 de 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.

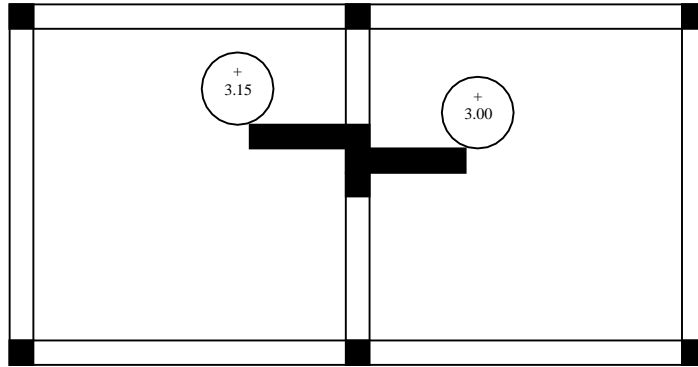
Exemple

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**

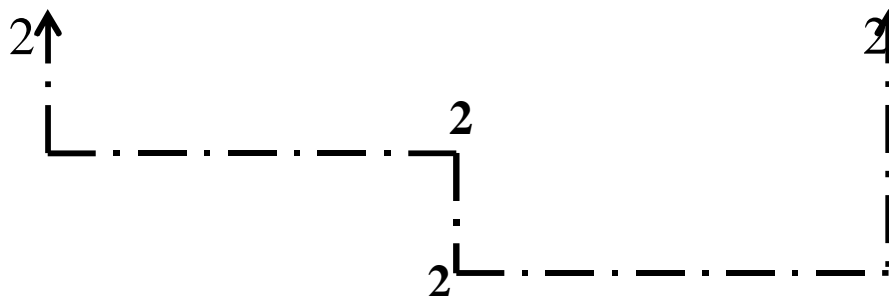
*Repérage: Les diverses coupes d'un même plan de coffrage sont repérées sur celui-ci par des traits mixtes épais.*

*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**<sup>8</sup>

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".



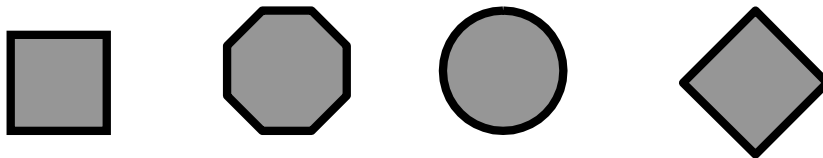
Sur les coupes verticales, élévations ou profils verticaux, les cotes de niveau sont accompagnées d'une flèche noire et blanche dont la pointe est située au niveau à repérer et la base horizontale.



## 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 T, en I, en caisson ou tous simplement adaptée à l'espace disponible.



### 2.2.2 Aspects en élévation

La plupart des 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 T, 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 à 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. Couramment 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 ferrailage, 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 T, 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 murs 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 ferrailer 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/m<sup>2</sup> 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.*

*Il y a intérêt, pour les facilités du ferrailage 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.*