

Procédés généraux
des ouvrages géotechniques

CHAPITRE 3

Les semelles isolées en béton armé

7.3 SEMELLES ISOLÉES EN BÉTON ARMÉ

1 Différences et ressemblance

**Semelles continues
puis semelles isolées**

Pourquoi ?

La semelle continue ou « filante » reçoit :

- un mur généralement continu ;
- des poteaux situés sur une même ligne.

La longueur de la semelle est grande par rapport à sa largeur (2 à 15 fois).

La semelle isolée reçoit :

- un poteau isolé ;
- d'angle,
- de rive,
- intérieur ;
- des poteaux jumelés dans le cas de joint de dilatation.

Elles servent d'intermédiaire entre les éléments porteurs et le sol afin de répartir les pressions sur le terrain de fondation.

→ Partons d'un cas concret pour une semelle isolée sous poteau.

**Traisons un
exemple simple**

Les données :

- section du poteau : $20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$;
- chaque cm^2 de béton peut supporter 80 daN au moins ;
- le poteau sans acier peut supporter : $400 \text{ cm}^2 \times 80 \text{ daN} = 32\,000 \text{ daN}$;
- chaque cm^2 de terrain de fondation peut supporter 2 daN ;
- la pression admissible est donc de 2 daN/cm^2 ;
- la masse de la semelle n'est pas prise en compte tout d'abord.

Surface portante nécessaire « S » ?

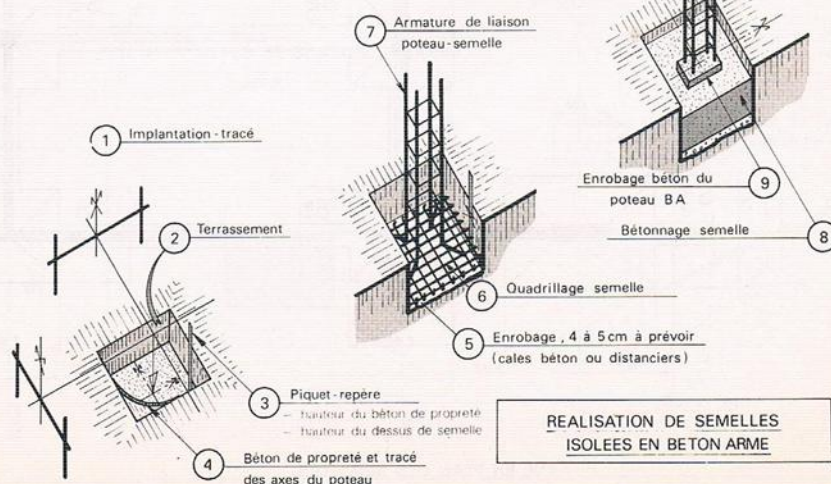
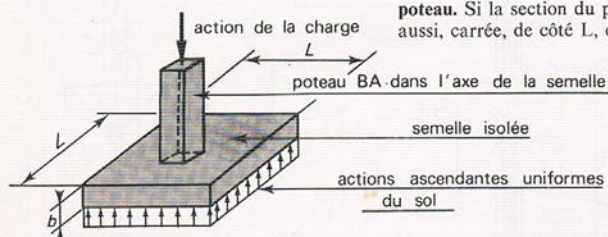
$$S (\text{cm}^2) = \frac{\text{Effort total appliqué}}{\text{pression admissible}} = \frac{F}{p}$$

$p = 2 \text{ daN/cm}^2 \cdot F = 32\,000 \text{ daN}$

$$S (\text{cm}^2) = \frac{32\,000}{2}$$

$S = 16\,000 \text{ cm}^2$

La semelle présente une surface 40 fois plus grande que la section du poteau. Si la section du poteau est carrée, de côté a et si la semelle est, elle aussi, carrée, de côté L , on a : $L^2 = 40 a^2$, d'où $L = \sqrt{40} \times a = 6,3 a$.



**REALISATION DE SEMELLES
ISOLEES EN BÉTON ARMÉ**

6° Si la semelle est destinée à supporter un mur situé en limite de parcelle, la charge est dite **excentrée**, c'est-à-dire que le point d'application de la charge ne coïncide pas avec le centre de gravité de la section de la semelle. Dessinez les différents diagrammes des pressions sous la semelle. Quels sont les risques de fissuration à éviter ? Quels sont les moyens que vous préconisez ?

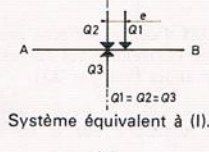
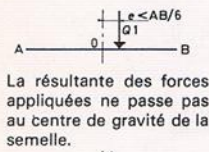
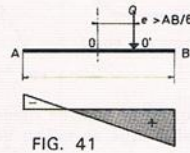
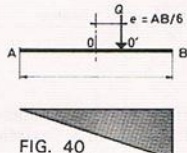
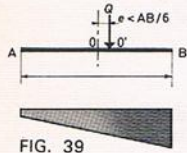
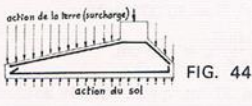
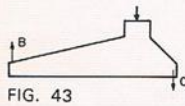


FIG. 42 Effort normal de compression et moment de flexion } au C. de G. de la section

Réponse :



7° Quelle est la section d'acier nécessaire pour supporter la charge de 30 000 daN/ml (fig. 45), avec $B = 150$, $b = 30$ cm, $h_t = 35$ cm, $d = 5$ cm et $\bar{\sigma}_a = 2\,000$ daN/cm² :

Réponse :
$$N = \frac{30\,000}{8} \left(\frac{150 - 30}{35 - 5} \right) = 15\,000 \text{ daN}$$

$$A = \frac{N}{\bar{\sigma}_s} = \frac{15\,000}{2\,000} = 7,5 \text{ cm}^2$$

soit, par mètre de longueur : 7 T 12 totalisant 7,92 cm² (voir fig. 34).

8° Quelle est alors la section des aciers de répartition ?

Réponse :

Par mètre de longueur, la section est égale à $7,50 : 3 = 2,5$ cm² soit 5 T 8 par ml.

9° Quand est-il possible de réaliser une semelle en gros béton non armé (fig. 46) ?

Réponse :

- Si le débord « d » de la semelle est inférieur à la moitié de la hauteur ?
 - Si la contrainte de traction du béton est plus petite que sa résistance à la traction σ_b affectée du coefficient $\frac{1}{6}$
- soit $\sigma \leq \frac{1}{6} \sigma_b$.

- Un chaînage filant à la base 3 \varnothing 12 ou 4 T 8 est recommandé.

10° Dans le cas du calcul des aciers par la méthode des bielles, les cadres et étriers sont-ils nécessaires ?

Réponse :

Avec cette méthode de calcul, les cadres et étriers ne sont pas obligatoires. Les conditions de non poinçonnement, de compression maximale du béton dans les bielles, de cisaillement maximal ne sont pas nécessaires ; ceci a été vérifié par les essais effectués.

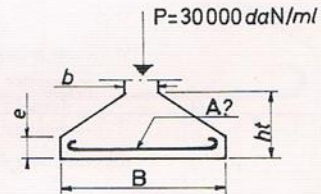


FIG. 45

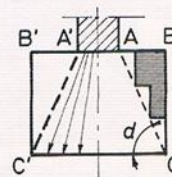
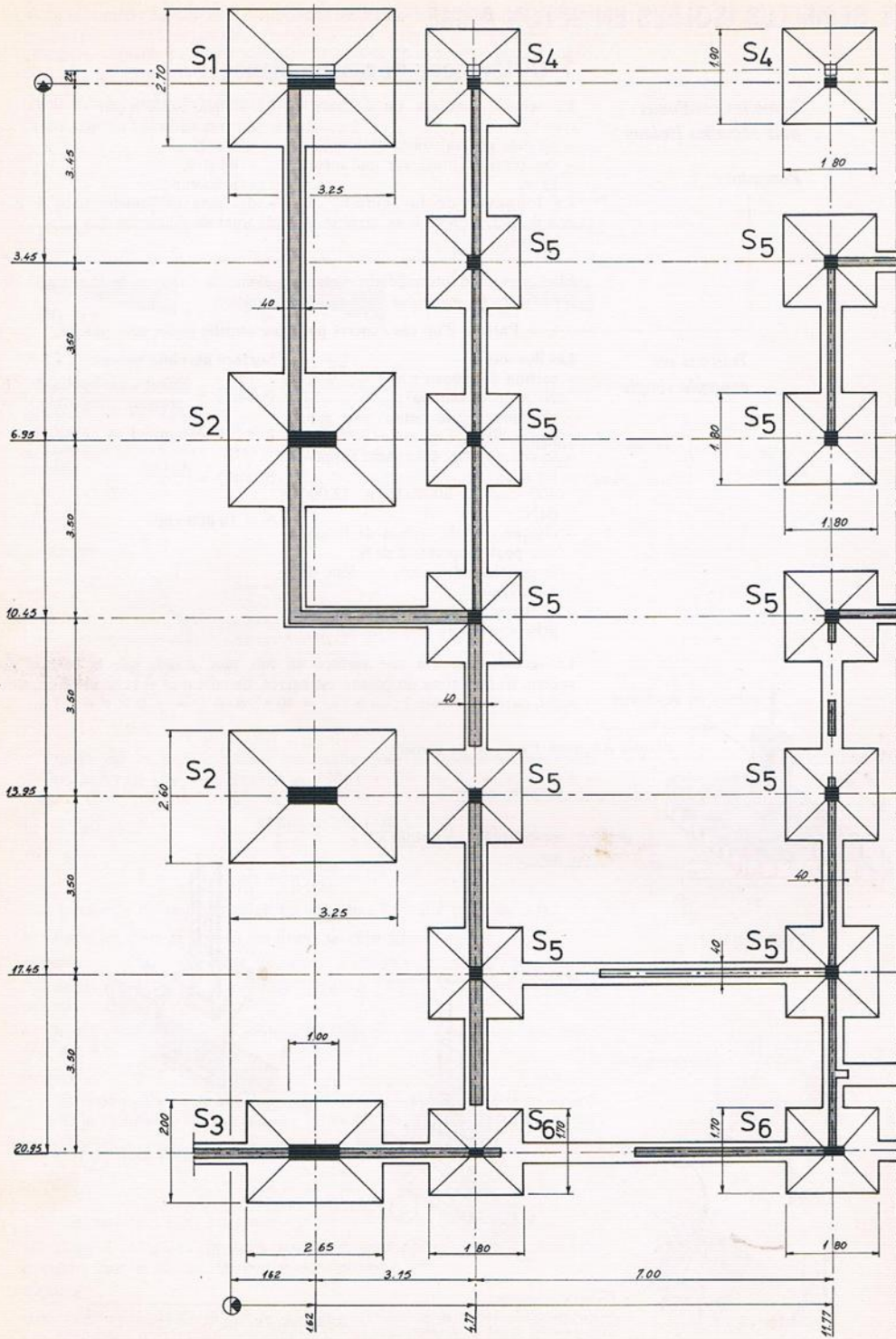


FIG. 46



VUE EN PLAN DES SEMELLES.

2 Choix des formes des semelles isolées (fig. 47)

Quelles formes ?

2.1 Les critères du choix sont d'ordre technique et économique et relatifs :

- à la charge et à l'emplacement de la semelle ;
- au terrassement et à la nature du terrain (argile ou rocher) ;
- à la réalisation ou non d'un coffrage ;
- au façonnage facile des aciers ;
- à la quantité et à la facilité de mise en place du béton.

2.2 Les formes les plus simples sont les plus courantes :

- semelles de forme carrée ou rectangulaire ;
- à section constante (sans glacis).

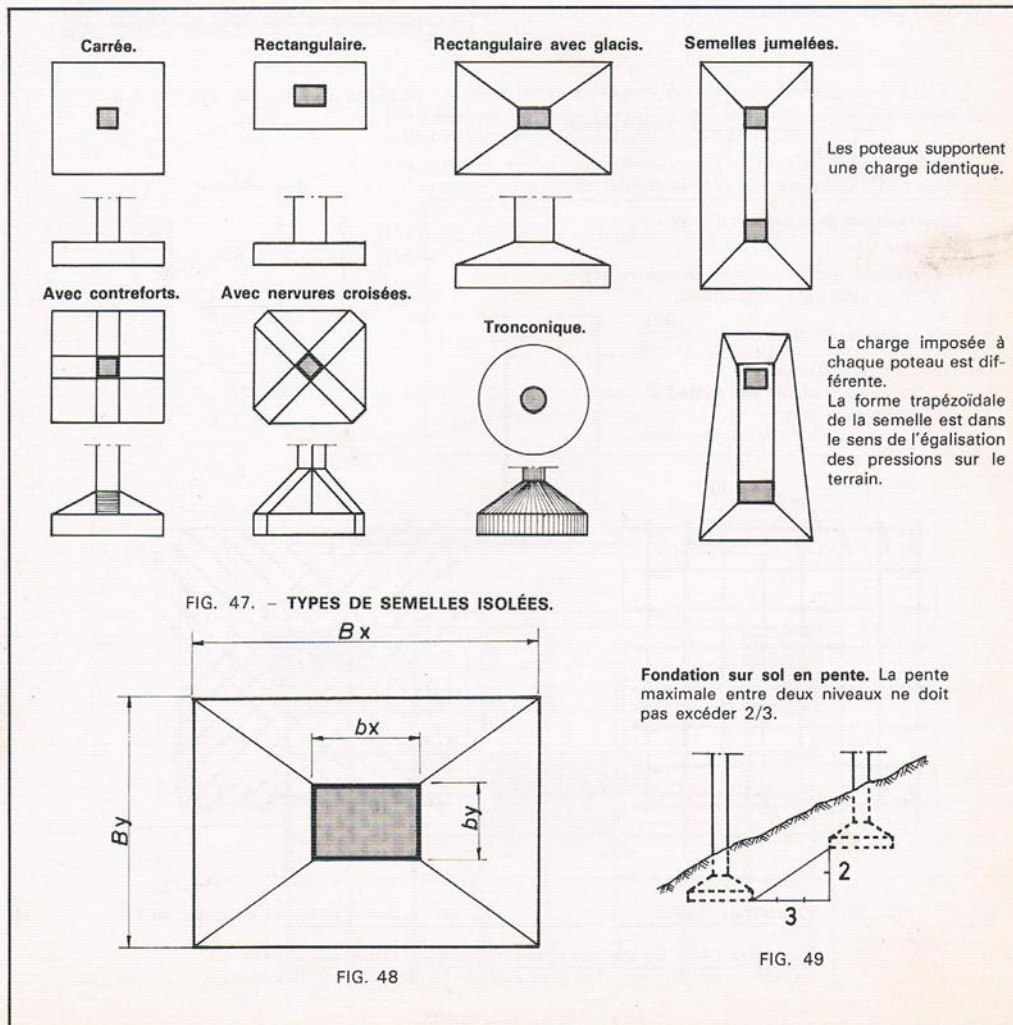
2.3 La hauteur des semelles est au moins égale à $h_r = 5 \text{ cm} + \frac{Bx - bx}{4}$ (voir fig. 48).

Comment situer les semelles sur le terrain ?

2.3 Problème pratique : comment implanter les semelles ?

L'implantation s'effectue suivant leurs axes et par cote cumulées à l'aide du matériel optique (niveau-cercle) (voir planche page 72).

Cas d'un terrain en pente : la pente maximale entre deux niveaux ne doit pas excéder 2/3 pour éviter les glissements des couches du terrain (fig. 49).



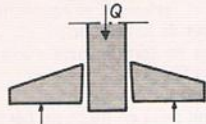


FIG. 50
Effet du poinçonnement.
Translation verticale.

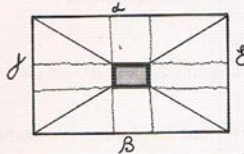


FIG. 51
Constatation :
Fissures en double croix.

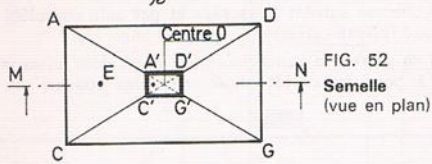


FIG. 52
Semelle
(vue en plan)

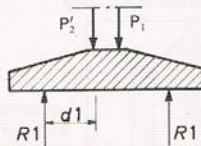


FIG. 53
Coupe suivant MN.

Section A'C'



FIG. 54
Cisaillement.

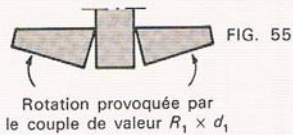


FIG. 55

Rotation provoquée par
le couple de valeur $R_1 \times d_1$

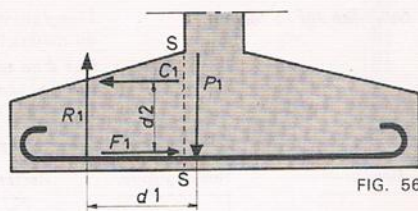


FIG. 56

Condition d'équilibre $R_1 \times d_1 = F_1 \times d_2$

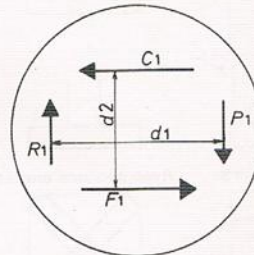


FIG. 57

Détermination de la section d'acier :

on utilise soit :

- la méthode des bielles (voir formule p. 68).
C'est la méthode la plus utilisé.

- la méthode des moments : $As = \frac{Mu}{Z \cdot \sigma_s}$

As : section d'acier

Mu : moment ultime par rapport à l'axe

Z : bras de levier

σ_s : contrainte de calcul des aciers

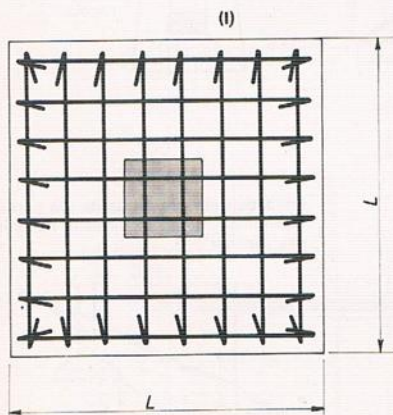


FIG. 58. - Quadrillage régulier.

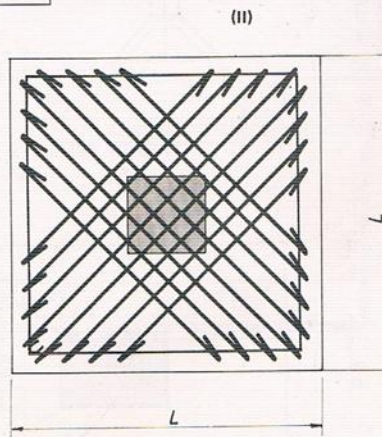


FIG. 59. - Barres porteuses disposées en X.

Nota : Pour les semelles fortement chargées, l'armature peut être constituée par (I) + (II) ou (I) avec quelques barres seulement en diagonale.

3 Analyse de fonctionnement

Que se passe-t-il :

- dans la semelle en béton ?
- dans le sol ?

3.1 Hypothèse

Semelle isolée de forme rectangulaire non armée recevant un poteau chargé (essai de rupture).

(Fig. 50 à 57).

3.2 Constatations

- translation verticale de la partie centrale ;
- fissuration en double croix.
- rotation des consoles au droit de chaque face de la base du poteau.

Explications

- cisaillement du béton dû à l'effort tranchant ;
- poinçonnement consécutif du terrain ;
- chaque trapèze élémentaire AA' C'C subit l'action verticale ascendante du sol dont la résultante est R_1 ;
- la zone inférieure de la semelle est tendue.

3.3 Conclusions

Théoriquement dans l'hypothèse de la flexion on a :

- un effort tranchant T_1 au droit de chaque face du poteau (fig. 54) ;
- un couple formé par :

$$\{ R_1 \text{ et } P_1 \} \text{ équilibré par } \{ C_1 \text{ et } F_1 \}$$

dans chacune des consoles élémentaires (fig. 56 et 57).

Pratiquement on admet l'existence des bielles de compression dans les semelles rigides (voir thème des semelles continues).

Les semelles isolées sont généralement armées par deux nappes d'aciers orthogonaux protégés de l'oxydation par une épaisseur d'enrobage de 4 à 5 cm (fig. 58 à 61).

Un béton de propreté en fond de fouille facilite l'implantation et l'enrobage régulier.

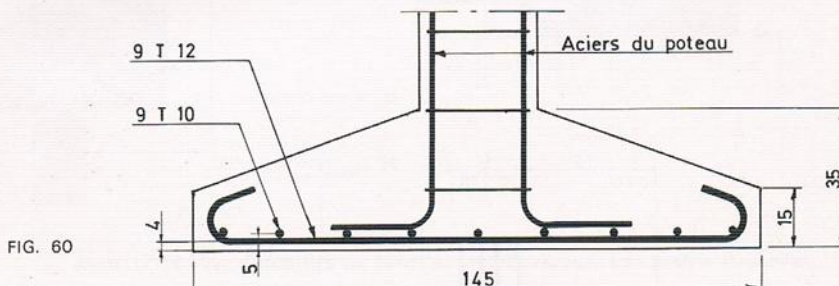


FIG. 60

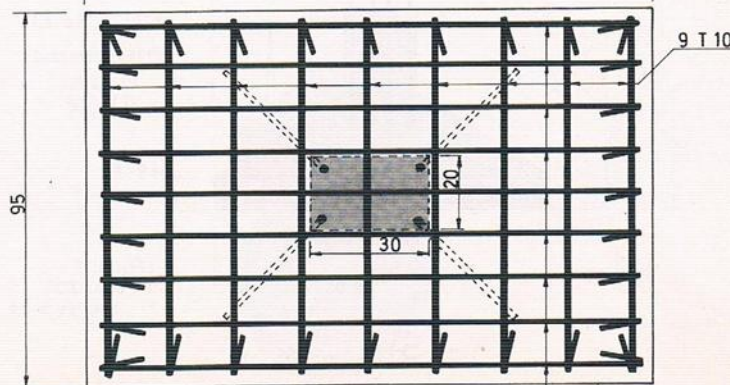


FIG. 61

ARMATURE DE LA SEMELLE

9 T 12

4 Étude de cas rencontrés

| Type de semelle | Problème posé | Moyens possibles | Dispositions constructives |
|---------------------------------|--|--|---|
| Semelle carrée ou rectangulaire | Assurer la liaison du poteau avec la semelle : ancrage - pour un poteau intérieur - pour un poteau de rive - pour un poteau d'angle | Aciers du poteau recourbés dans la masse du béton de la semelle | (Fig. 62 à 64.) (Fig. 65 et 66.) (Fig. 67 et 68.) (Fig. 69 et 70.) |
| Semelle tronconique | Greffer un pilier sur une tête de puits cylindrique | - 1 ^{er} sol : cerces frettant la semelle - 2 ^e sol : quadrillage avec 2 nappes | (Fig. 71 et 72.) |

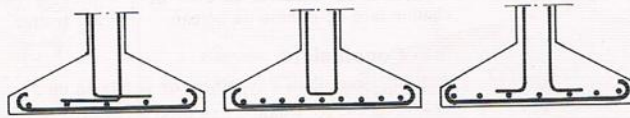


FIG. 62

FIG. 63

FIG. 64

P19

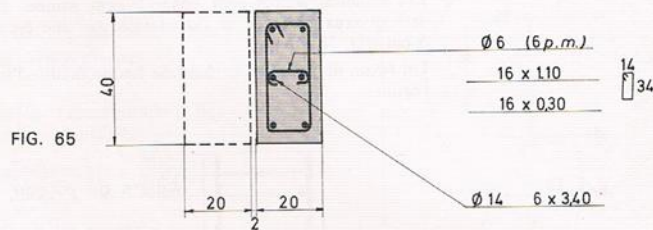


FIG. 65

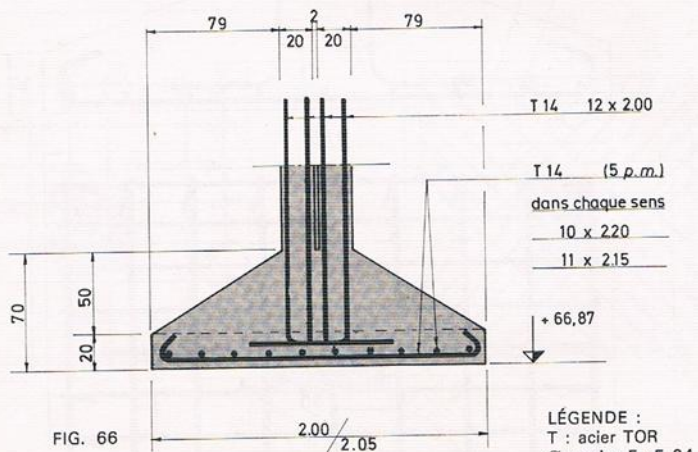


FIG. 66

LÉGENDE :
T : acier TOR
Ø : acier Fe E 24

S19

ARMATURE D'UNE SEMELLE ISOLÉE AVEC JOINT DE DILATION

SEMELE D'ANGLE SUR PUIIS CYLINDRIQUE recevant deux poutres orthogonales et un pilier

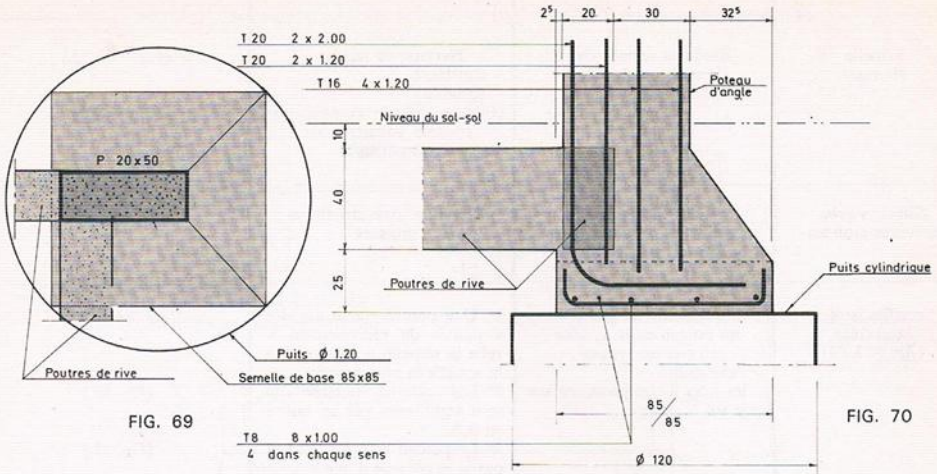


FIG. 69

FIG. 70

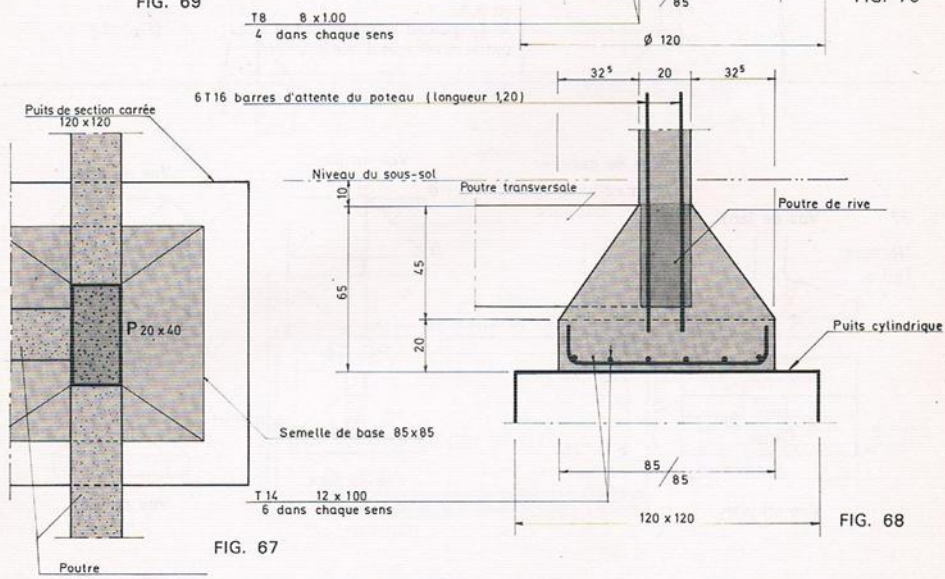


FIG. 67

FIG. 68

SEMELE DE RIVE SUR PUIIS DE SECTION CARRÉE recevant trois poutres et un pilier

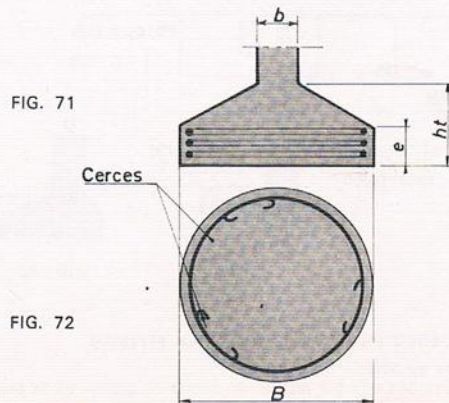
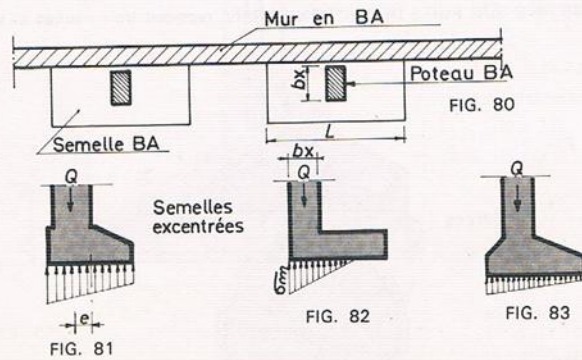
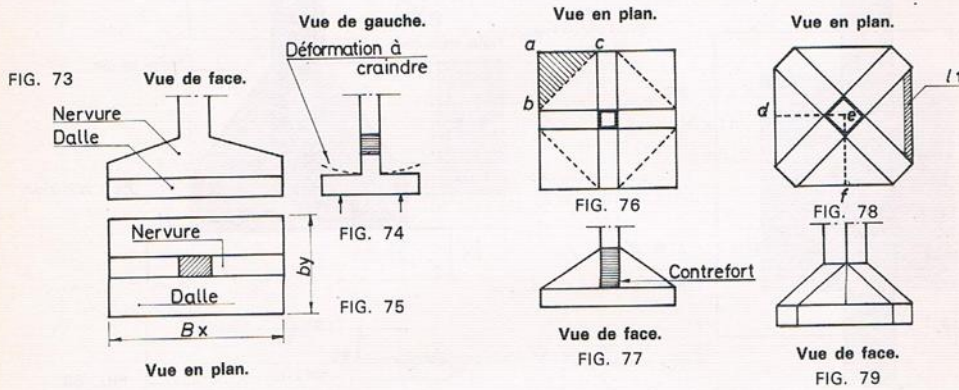


FIG. 71

FIG. 72

| Type de semelle | Problème posé | Moyens possibles | Dispositions constructives |
|--|--|---|--|
| Semelle allongée | Raidir la semelle dans le sens longitudinal | Nervure de section : - constante - variable (Elle se calcule comme une console encastrée sur le poteau) | (Fig. 73 à 75.) |
| Semelles avec nervures croisées | Raidir la semelle : - suivant les axes des côtés - ou suivant les diagonales | Nervures avec armatures croisées | (Fig. 76 à 79.) |
| Semelles isolées excentrées (fig. 80 à 83) | Permettre de greffer un poteau en B.A. situé en rive en évitant : - l'instabilité - les trop fortes pressions sur le sol | 1° Une poutre rigide appelée « poutre de redressement » relie la semelle à construire à la semelle la plus proche 2° Les actions horizontales sont équilibrées par un buton en B.A. 3° Le poteau est greffé sur la partie en console d'une longrine | (Fig. 84 et 85.) (Fig. 86.) (Fig. 87.) |



DIFFÉRENTES TRANSMISSIONS DES EFFORTS

Q : charge transmise au poteau.
 e : excentricité de la charge Q par rapport au centre de gravité de la semelle.

DIFFÉRENTES SOLUTIONS PRATIQUES POUR SEMELLES ISOLÉES EXCENTRÉES

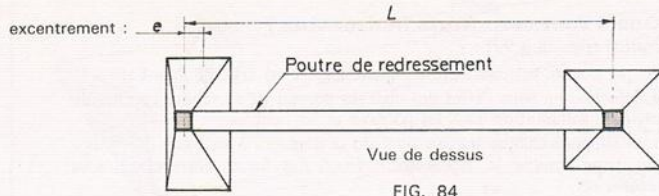


FIG. 84

Semelle isolée excentrée
(forme rectangulaire allongée)

La poutre de redressement compense le moment égal à :
 $P_1 \times e$

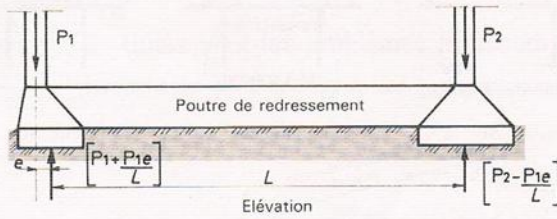
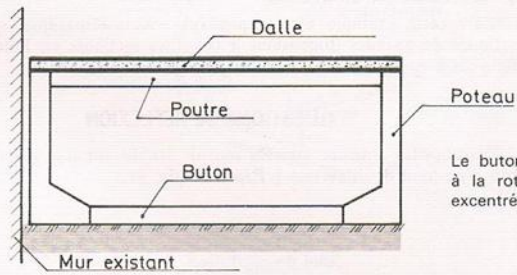
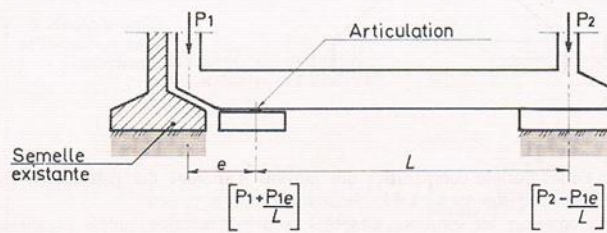


FIG. 85



Le buton en B.A. s'oppose à la rotation des semelles excentrées.

FIG. 86



Cas d'une construction à réaliser en rive de bâtiment ancien avec semelle existante débordante.

FIG. 87

5 Chainage des semelles

5.1 But recherché

Réaliser un ensemble capable de mieux résister aux efforts horizontaux.

5.2 Quels sont ces efforts horizontaux ?

Justification (fig. 88 à 90) :

- chaque poteau est considéré comme encastré ou articulé à sa base ;
- la déformation sous l'effet des charges permet de se rendre compte du mode de sollicitation dans les poteaux et les poutres ;
- si on suppose chaque poteau libre de se déplacer à sa base, il est clair que, pour annuler le déplacement fictif, des forces horizontales sont nécessaires.

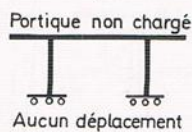


FIG. 88

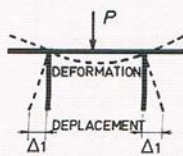


FIG. 89

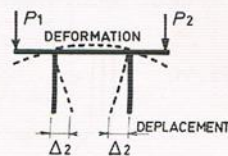


FIG. 90

5.3 Moyens

On relie les semelles les unes aux autres par des poutres (tirants) sollicitées en compression (ou en traction).

NOTA : cette pratique n'est cependant pas systématique, sauf pour les portiques de grandes dimensions à béquilles inclinées en Béton Armé, lamellé collé, profilés acier.

QUESTIONS DE RÉFLEXION

1° Pourquoi les poteaux jumelés sont-ils établis sur une même semelle au droit d'un joint de dilatation ? Réponse : fig. 91.

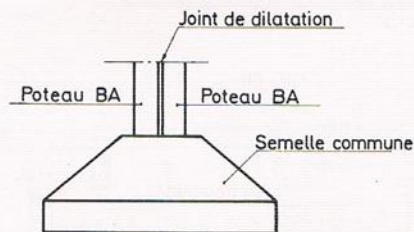


FIG. 91

Cette disposition évite les semelles excentrées.

2° Faites l'étude comparative des moyens d'ancrage des poteaux en vous référant aux figures 62 à 64.

3° Comparez les solutions adoptées pour les semelles isolées excentrées. Avantages et inconvénients.

4° Pourquoi admet-on la présence de « bielles de compression » dans les semelles isolées ?

5° A quoi peuvent également servir les chaînages des semelles ? (Voir p. 72.)