

# *Dynamique des structures*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

e-mail: [abdellatif\\_megnounif@yahoo.fr](mailto:abdellatif_megnounif@yahoo.fr)

**Chap. 18C**

**RPA 2024**

**Prescriptions de dimensionnement  
et dispositions constructives  
pour les structures en béton armé**

**COURS 28 Mardi 07.01.2025**

© *Abdellatif MEGNOUNIF FT-Tlemcen*

# 1. Spécifications matériaux

Béton  
coulé sur  
place

Idem

Les planchers-dalle et les planchers-champignons sont prohibés en zone sismique

Appliquer les règles CBA (DTR BC 2.41 et DRT BC 2./42), les prescriptions RPA sont additionnelles en zone I à III I à VI

## Spécifications matériaux ?

*Pour les éléments principaux:*

**Béton:**  $20 \text{ Mpa} \leq f_{c28} \leq 45 \text{ Mpa}$ . Béton de classe  $< \text{C20/25}$  interdit toute zone, sauf zone 0. Les valeurs du module d'élasticité se conformer au CBA

**Aciers :** Excepté les armatures transversales, acier en HA avec  $f_e \leq 500 \text{ Mpa}$   $400 \text{ Mpa} < f_e \leq 600 \text{ MPa}$  et l'allongement total relatif  $\geq 5\%$

## Coefficients de sécurité partiels des éléments ?

*On vérifie Sollicitations accidentelles agissantes  $\leq$  sollicitations résistantes en prenant en compte les coefficients de sécurité partiels :*

**Béton:**  $\gamma_b = 1,15$  1.20

**Aciers :**  $\gamma_s = 1,00$

**La résistance de calcul du béton :**  $f_{bt} = 0,85 \frac{f_c}{\gamma_b}$

# 2. Spécifications pour les poteaux

2003, 2024

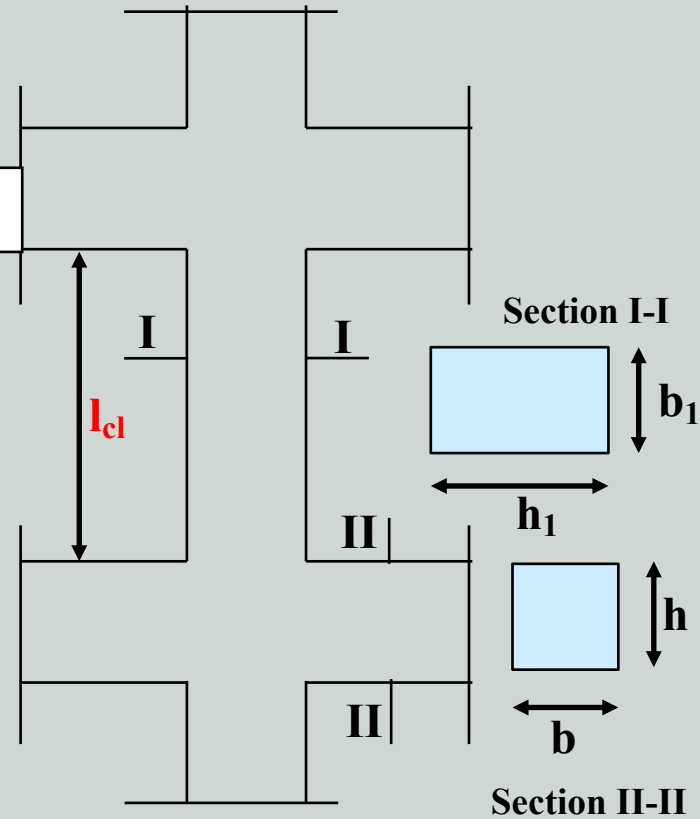
Il faut

Coffrage

Idem

### Coffrage des Poteaux

- ❖  $\text{Min}(b_1, h_1) \geq 25 \text{ cm}$  en zones I et IIa. I, II et III
- ❖  $\text{Min}(b_1, h_1) \geq 30 \text{ cm.}$  en zones IIb et III. VI, V et VI
- ❖  $\text{Min}(b_1, h_1) \geq l_{cl}/20$  (qlq soit la zone)
- ❖  $1/4 < b_1/h_1 < 4$  (qlq soit la zone)



Les poteaux doivent être coulés sur toute la hauteur ( $l_{cl}$ ) en une seule fois et les dés de calage sont interdits

### Coffrage des Poteaux circulaires

- ❖  $D \geq 25 \text{ cm.}$  en zone I et II
- ❖  $D \geq 30 \text{ cm.}$  en zone IIa. III
- ❖  $D \geq 35 \text{ cm.}$  en zones IIb et III. IV, V et VI
- ❖  $D \geq l_{cl}/15.$  (qlq soit la zone)

Il est recommandé de donner aux poteaux d'angle et de rives, des sections comparables à celles des poteaux centraux. Leur conférer une meilleure résistance aux actions sismiques

Poteaux circulaires



## 2. Spécifications pour les poteaux

**Il faut**

**Zone critique**  
(Zone nodale)

2003

$$h' = \text{Max}(h_e/6; b_1; h_1; 60\text{cm})$$

2024

$$l_{cr} = \text{Max}(1.5 h_c; l_{cL}/6; 60\text{cm})$$

❖  $h_c$  (cm) : Sup de ( $b_1$ ,  $h_1$ )

❖  $l_{cL}$  (cm) : Longueur libre du poteau

❖ Si  $l_c/h_c < 3$  : La hauteur totale du poteau doit être considérée comme zone critique

2024

**Pour**

Contreventement (1), (2) et (3) en zones IV, V et VI

**Il faut**

Les 02 premiers étages, les armatures de confinement doivent se prolonger au-delà des zones critiques d'une valeur ( $l_{cr}/2$ ) (moitié).

Effets locaux dus aux remplissages en maçonnerie ou en béton : considérer la hauteur totale des poteaux de RDC comme longueur critique

2003, 2024

Idem

$l_{cr}$

$l' = 2h$  **1.5 h**

$h$

$l_{cr}$

Zone de recouvrement en dehors des zones nodales

## 2. Spécifications pour les poteaux

2003, 2024

Il faut

Ferrailage  
Longitudinal

Idem

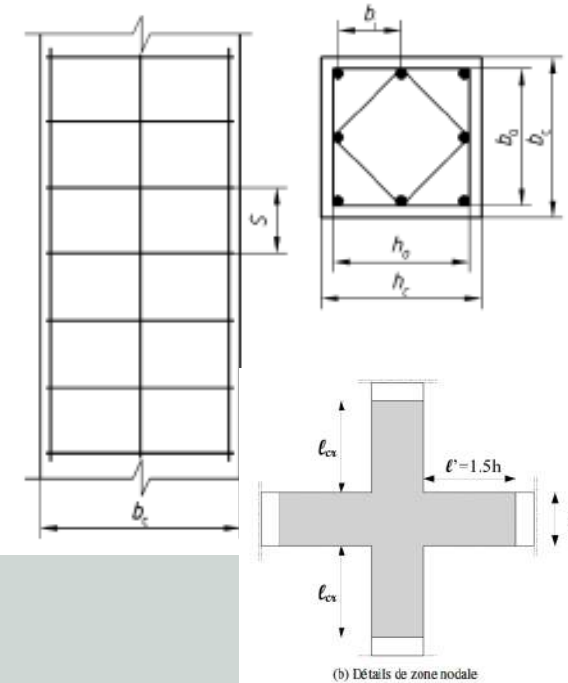
### Armatures longitudinales

HA, droites et sans crochets.

% minimal

% maximal

- ❖ ~~0,7~~ **0,8** % en Zone I et II      **4** % en zone courante
- ❖ ~~0,8~~ **0,9** % en zone IIa III      ~~6~~ **8** % en zone de recouvrement
- ❖ ~~0,9~~ **1,0** % en zones IIb et III IV, V et VI
- ❖ Diamètre minimum : 12 mm
- ❖ Longueur minimale des recouvrements :
  - ~~40~~ **50**  $\phi$  en zones I et IIa II et III
  - ~~50~~ **60**  $\phi$  en zones IIb et III IV, V et VI
- ❖ La distance entre les barres verticales dans une face du poteau ne doit pas dépasser:
  - ~~25~~ **20** cm en zones I et IIa II et III
  - ~~20~~ **15** cm en zones IIb et III IV, V et VI



- Au moins 01 armature intermédiaire doit être prévue entre les armatures d'angle le long de chaque face du poteau
- Zones critiques des poteaux : armatures de confinement et étriers au moins  $\phi 6$
- Zone de recouvrement en dehors des zones nodales

## 2. Spécifications pour les poteaux

2003, 2024

Idem

Il faut

Ferrailage  
Transversale

(18C.2)

$$\frac{A_t}{t} = \frac{\rho_a V_u}{h_1 f_e}$$

Armatures transversales

$V_u$ : effort tranchant de calcul  
 $h_1$ : hauteur totale de la section brute  
 $f_e$ : Contrainte limite de l'acier d'armature transversale  
 $\rho_a$ : coefficient correcteur tenant compte du mode fragile de la rupture par effort tranchant.  
 $\rho_a = 2,50$  si  $\lambda_g \geq 5$   
 $\rho_a = 3,75$  si  $\lambda_g < 5$   
 $\lambda_g$ : élancement géométrique dans la direction, considérée  
 $t$ : espacement des armatures transversales

### Armatures Transversales

Valeur maximale de l'espacement « t » .

#### Zone nodale

- ❖  $t \leq \text{Min}(10\Phi_i; 45 \text{ cm})$  en Zones I, II et III.
- ❖  $t \leq \text{Min}(b_0/3, 10\text{cm}, 60\Phi_i)$  en zones ~~II et III~~ IV, V et VI
- ❖ **Zone courante** :  $t' \leq 15\Phi_i$  en Zones I ~~et II~~ et III  
et  $t' \leq \text{Min}(b_1/2; h_1/2; 10\Phi_i)$  en zones ~~II et III~~ IV, V et VI
- ❖ Quantité d'armatures transversales minimales  $A_t/(t b_1)$  en % est:

Si  $\lambda_g \geq 5$  : 0,30%

Si  $\lambda_g \leq 3$  : 0,80%

Si  $3 < \lambda_g < 5$ : interpoler entre les 02 valeurs limites

- ❖ Avec  $\lambda_g = \left(\frac{l_f}{a} \text{ ou } \frac{l_f}{b}\right)$  a,b : section droite du poteau;  $l_f$ : long flambement

Les cadres et étriers doivent

- ✓ Etre fermés par des crochets à 135°, ayant une longueur droite d'au moins  $10\Phi_i$
- ✓ ménager des cheminées verticales en nombre et diamètre suffisants ( $\Phi$  cheminées > 12cm) pour permettre une vibration du béton sur toute la hauteur du poteau

Pour les poteaux circulaires, il faut utiliser des **cerces droites** individuelles (les **cerces hélicoïdales** continues sont interdites)

## 2. Spécifications pour les poteaux

2003, 2024

Idem

### Vérifications spécifiques pour les poteaux

Effort normal de compression de calcul

Pour éviter ou limiter le risque de rupture fragile

$$v = \frac{N_d}{B_c f_{c28}} \leq 0,30 \mathbf{0,35} \quad (18C.3)$$

V: effort normal réduit

$N_d$ : Effort normal de calcul sur une section de béton

$B_c$ : Aire (brute) de la section en béton

$f_{c28}$ : résistance du béton à 28 j

Sollicitations tangentes

$$\tau_{bu} \leq \bar{\tau}_{bu} = \rho_d f_{c28} \quad (18C.4)$$

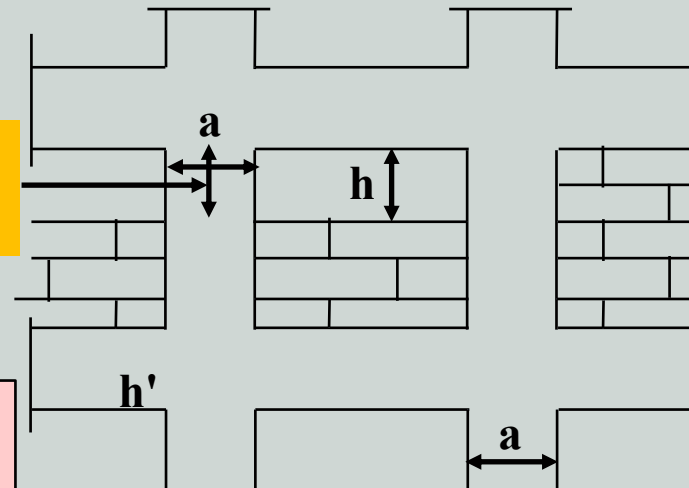
$$\rho_d = 0,075 \text{ Si } \lambda_g \geq 5$$

$$\rho_d = 0,04 \text{ Si } \lambda_g < 5$$

$\tau_{bu}$ : Contrainte de cisaillement conventionnelle de calcul dans le béton sous combinaison sismique

Dans le cas de remplissage en maçonnerie pas sur toute la hauteur d'un poteau (présence d'ouverture de vasistas) (poteau court), la hauteur de calcul de l'élanement géométrique sera celle de l'ouverture

Poteau court



$$\lambda_g = h/a$$

**Poteau court**: de préférence à éviter, **sinon**

Contreventements par voiles ou palées pour prendre l'essentiel de l'effort horizontale

Idem

# 3. Spécifications pour les poutres

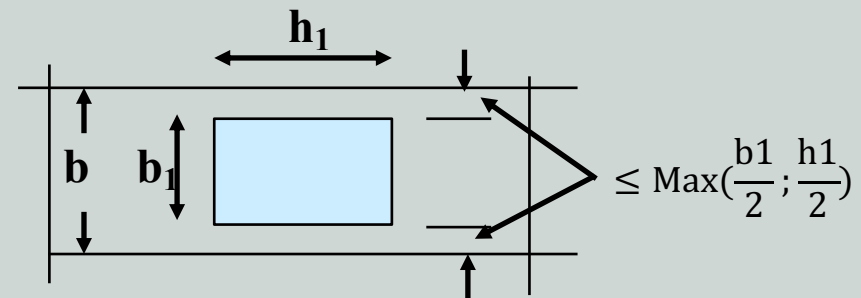
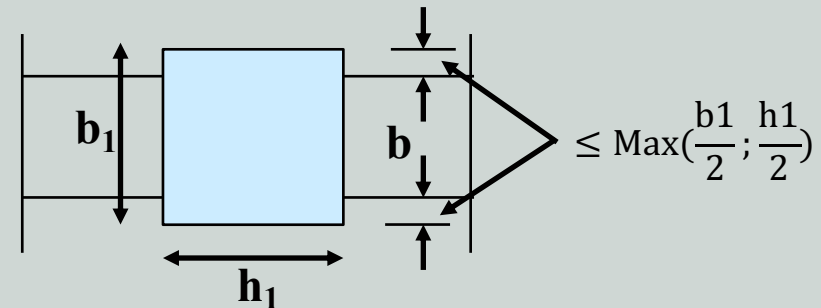
Il faut

Coffrage

## Coffrage des Poutres

- ❖  $b \geq 20 \text{ cm}$  : en zones I, II et III
- ❖  $b \geq 25 \text{ cm}$  : en zones IV, V et VI
- ❖  $h \geq 30 \text{ cm}$
- ❖  $h/b \leq 4$
- ❖  $b_{\max} \leq 1,5 h + b_1$

« h » peut être ramené à 20 cm dans les ouvrages contreventés par voiles





### 3. Spécifications pour les poutres

2003, 2024

Il faut

Idem

2024

Ferrailage  
Longitudinal

- ✓ Au moins 02 barres longitudinal à HA,  $\Phi=14\text{mm}$ , dans les zones IV, V et VI à placer sur les faces sup et inf sur la longueur totale de la poutre
- ✓  $\frac{1}{4}$  de la section max d'armature supérieures sur appuis est prolongée sur toute la longueur de la poutre

- ✓ Poutres sollicitées principalement par les forces latérales, prévoir des armatures symétriques avec section en travée au moins égale à  $\frac{1}{2}$  section en appui

#### Armatures longitudinales

HA.

% minimal

% maximal

- ❖ 0,5 % en toute section
- ❖ 4 % en zone courante
- ❖ 6 % en zone de recouvrement
- ❖ Longueur minimale des recouvrements :
  - 40  $50 \phi$  en zones I et IIa I, II et III
  - 50  $60 \phi$  en zones IIb et III IV, V et VI
- ❖ L'ancrage des armatures longitudinales supérieures et inférieures dans les poteaux de rive et d'angle avec des crochets de  $90^\circ$  (voir figure)
- ❖ Les cadres du nœud en 2U superposés formant un carré ou rectangle.
- ❖ Les directions de recouvrement des U doivent être alternées.

### 3. Spécifications pour les poutres

2003, 2024

Il faut

Ferraillage  
Transversale

Idem

$$A_t = 0,003 s. b$$

(18C.4)

Armatures transversales

#### Armatures Transversales

Valeur maximale de l'espacement entre armatures transversales.

- ❖  $s = \text{Min}(h/4; 12\Phi_t; \text{Min}(h/4; 24\Phi_t; 17.5 \text{ cm}; 6\Phi_l))$  dans les zones critiques
- ❖  $s' \leq h/2$  en dehors de la zone nodale avec  $s' = \text{min}(h/4; 12\Phi_l)$

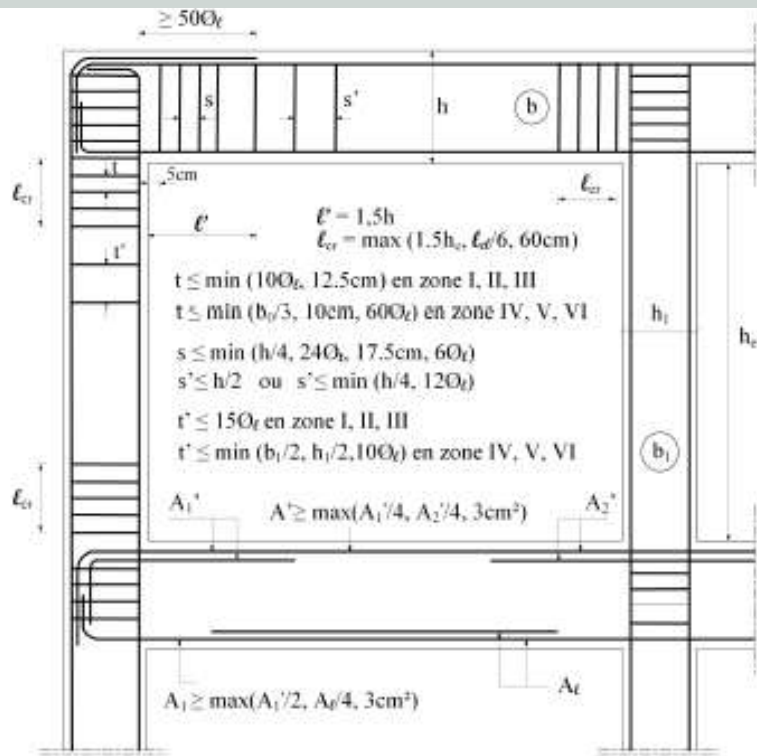
- ✓  $\Phi_t$ : diamètre des armatures de confinement
- ✓  $\Phi_l$ : diamètre minimal des barres longitudinales

- ❖ Diamètre  $\Phi_l$  à prendre est le plus petit diamètre utilisé, et dans le cas d'une section en travée avec armatures comprimées, c'est le diamètre le plus petit des aciers comprimés.
- ❖ Les premières armatures transversales doivent être disposées à 5 cm au plus du nu de l'appui ou de l'encastrement

### 3. Spécifications pour les poutres

Il faut

Dispositions constructives des portiques



$l_{cr}$ : longueur libre

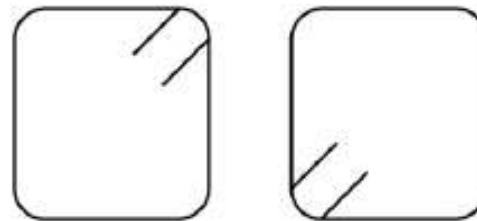
$l_{cr}$ : longueur critique

$h_c$ : plus grande dimension de la section transversale du poteau

$l'$ : longueur critique de la poutre

$b_0$ : dimension minimal du noyau béton

(a) Détail d'un cours d'armatures transversales de la zone nodale



(b) Deux cadres fermés (avec alternance dans l'orientation)

Figure 7.5: Spécifications pour les nœuds poteaux-poutres

# 4. Spécifications nœuds poteaux-poutres

**Il faut**

Les dispositions constructives doivent être respectées pour leurs parties communes que sont les nœuds pour assurer un minimum de confinement préservant au maximum l'intégrité de ces derniers et permettre au reste de la structure de déployer ses capacités de dissipation d'énergie

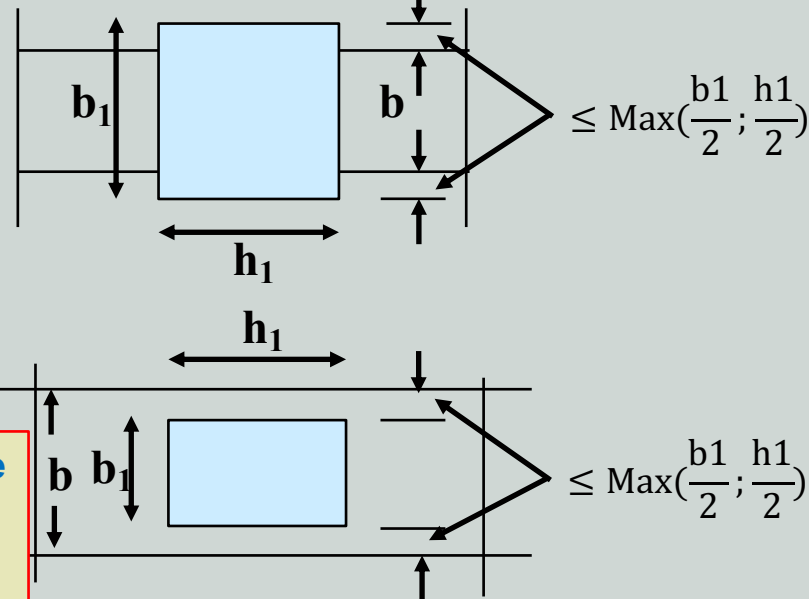
- ❖ On veille au moins un coté fermé des U soit disposé de sorte à s'opposer à la poussée au vide des crochets droits des Armatures longitudinales des poutres.
- ❖ Espacement maximum = 10 cm entre 02 cadres et un minimum de 03 cadres par nœud.

Généralement, la ductilité des poteaux est plus limitée que celle des poutres de même formation que la forme des articulations plastiques dans les poteaux a pour conséquence la transformation de la structure en un mécanisme

Conférer aux poteaux une résistance supérieure à celle des poutres

**Articulations plastiques se forment dans les poutres plutôt que dans les poteaux**

Idem

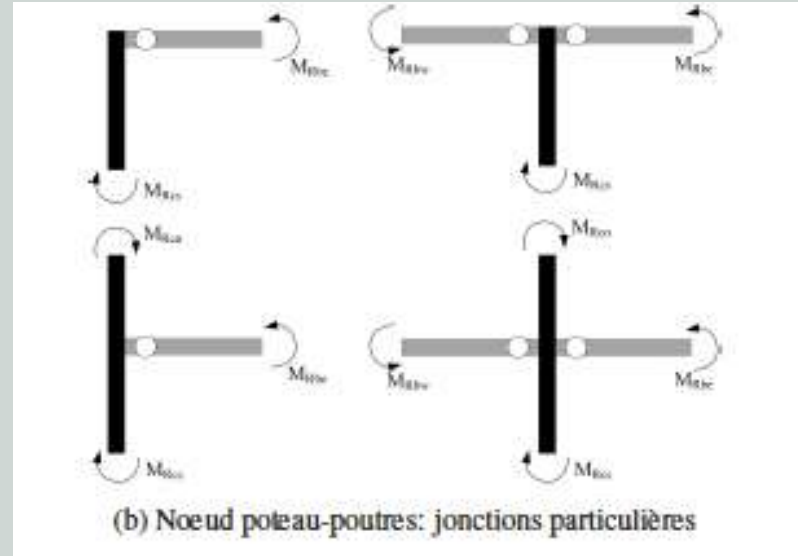
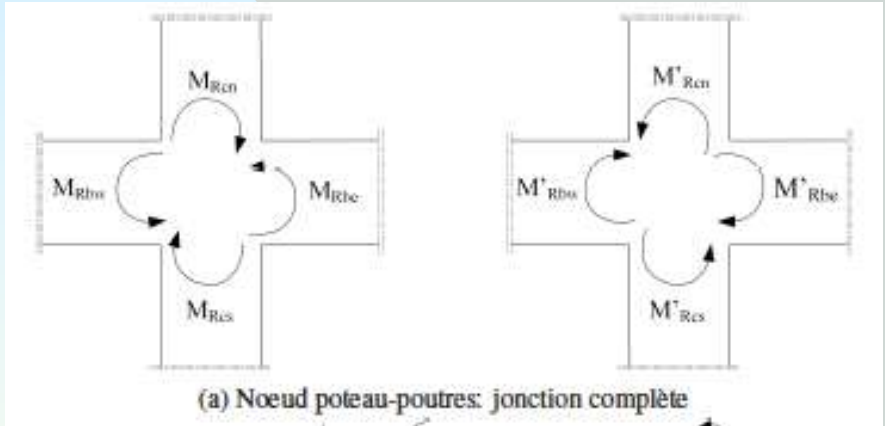


4. Spécifications nœuds poteaux-poutres

**Il faut**

Dimensionnement des nœuds vis-à-vis des moments fléchissants

**Idem**



$$|M_{Rcn}| + |M_{Rcs}| \geq \mathbf{1,25} \mathbf{1,30} (|M_{Rbw}| + |M_{Rbe}|)$$

$$|M'_{Rcn}| + |M'_{Rcs}| \geq \mathbf{1,25} \mathbf{1,30} (|M'_{Rbw}| + |M'_{Rbe}|)$$

**(18C.5)**

**Ne s'applique pas**

**2024**

**Dernier niveau de bâtiments à plusieurs étages  
Aux portiques contreventés par des voiles (Système 6)**

Idem

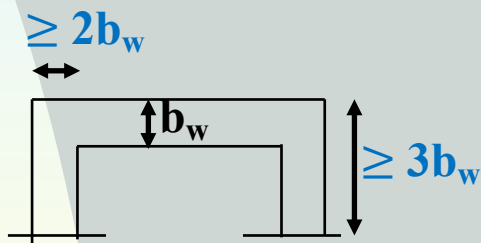
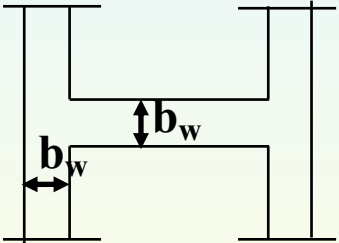
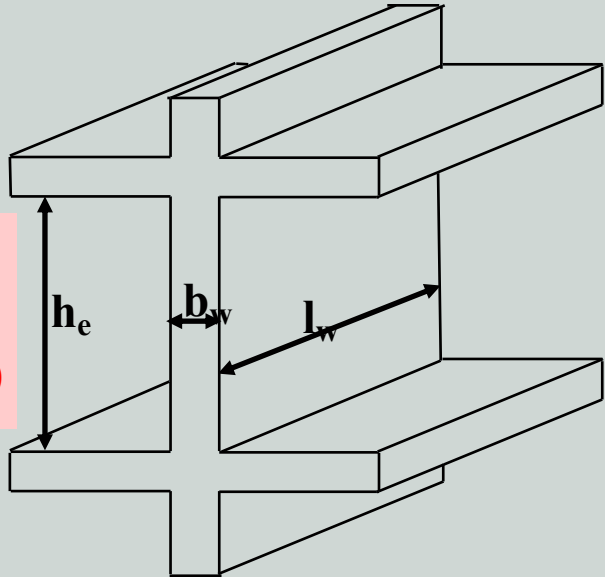
# 5. Voiles de contreventement

Il faut

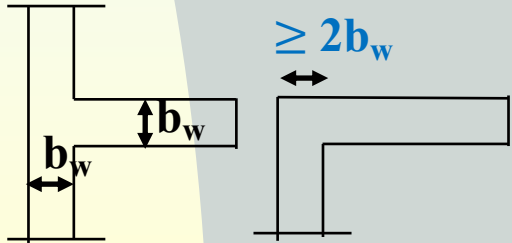
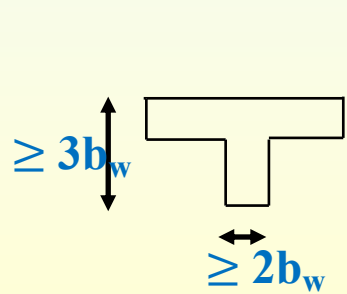
Coffrage

Si  $l \geq 4a$   $l_w \geq \max(\frac{h_e}{3}, 4 b_w, 1 m)$  Voiles  
 Sinon : Eléments linéaires (poteaux)

Epaisseur minimale = 15 cm  $b_w \geq \max(15 cm, \frac{h_e}{20})$   
 En plus, pour stabilité de forme (non flambement) épaisseur doit être déterminée en fonction de «  $h_e$  » et des conditions de rigidité aux extrémités (ci-dessous)



$$b_w \geq \frac{h_e}{25} \geq \max(0.15, \frac{h_e}{20})$$



$$b_w \geq \frac{h_e}{22} \max(0.15, \frac{h_e}{20})$$

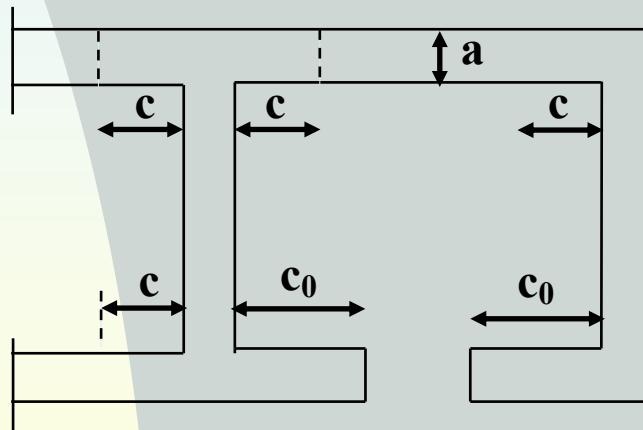
$$b_w \geq \frac{h_e}{20} \max(0.15, \frac{h_e}{20})$$

Il faut

Idem

Coffrage

Pour les calculs de l'inertie des voiles, il est admis de considérer l'influence des voiles perpendiculaires. La longueur du voile prise en compte de chaque coté sera la plus petite selon la figure



Prise en compte des voiles de retour

$$c \leq \min\left(8a; \frac{L_0}{2}; c_0\right)$$

(18C.6)

## 5. Voiles de contreventement

2003, 2024

Il faut

Idem

Acier

Contraintes limites de cisaillement du béton dans les linteaux et trumeaux

$$\tau_b \leq 0,20 f_{c28}$$

(18C.7)

où 
$$\tau_b = \frac{\bar{V}}{b_0 d}$$

avec 
$$\bar{V} = 1,4 Vu_{calcul}$$

$b_0$ : Epaisseur du linteau ou du voile  
 $d$ : hauteur utile = 0,90 h  
 $h$ : hauteur totale de la section brute



**Il faut**

**Ferrailage des linteaux**

**Idem**

**Premier cas :  $\tau_b \leq 0,06 f_{c28}$**

Linteaux calculés en flexion simple (M, V) on devra disposer des aciers longitudinaux ( $A_l$ ), des aciers transversaux ( $A_t$ ) et des aciers en partie courante (de peau) ( $A_c$ )

## Armatures longitudinales

## Armatures transversales

Inférieurs et supérieurs, calculés par:

$$A_l \geq \frac{M}{z f_e} \quad \text{avec} \quad z = h - 2d' \quad (d' \text{ distance d'enrobage})$$

M: moment du à l'effort tranchant ( $\bar{V} = 1,4 V u_{calcul}$ )

**1<sup>er</sup> sous cas : linteaux longs ( $\lambda_g = \frac{l}{h} > 1$ )**

$$s \leq \frac{A_t f_e z}{\bar{V}}$$

s : espacement des cours d'armatures transversales

$A_t$ : Section d'un cours d'armatures transversales

$$\bar{V} = 1,4 V u_{calcul}$$

l : portée du linteau

**2<sup>ème</sup> sous cas : linteaux courts ( $\lambda_g = \frac{l}{h} \leq 1$ )**

$$s \leq \frac{A_t f_e l}{V + A_t f_e}$$

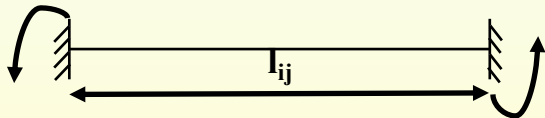
V : min ( $V_1$ ;  $V_2$ )

$$V_2 = 2 V u_{calcul}$$

$$V_1 = \frac{|M_{ci} + M_{cj}|}{l_{ij}}$$

$M_{ci}$  et  $M_{cj}$  : moments résistants ultimes des sections d'about (gauche et droite du linteau) ( $M_c = A_l f_e z$ )

$l_{ij}$  : portée du linteau



$$V_1 = \frac{|M_{ci} + M_{cj}|}{l_{ij}}$$

Il faut

Ferraillage des linteaux

Idem

Deuxième cas :  $\tau_b > 0,06 f_{c28}$

Il y a lieu de disposer les ferrillages longitudinaux (Sup et Inf), transversaux et en zone courante suivant les minimums réglementaires

M, V sont repris suivant des bielles diagonales suivant l'axe moyen des armatures  $A_D$  à disposer obligatoirement

Calculés par :

$$A_D = \frac{V}{2 f_e \sin \alpha} \quad (18C.8)$$

avec  $\text{tg} \alpha = \frac{h-2d'}{l}$

$V = V_{\text{calcul}}$

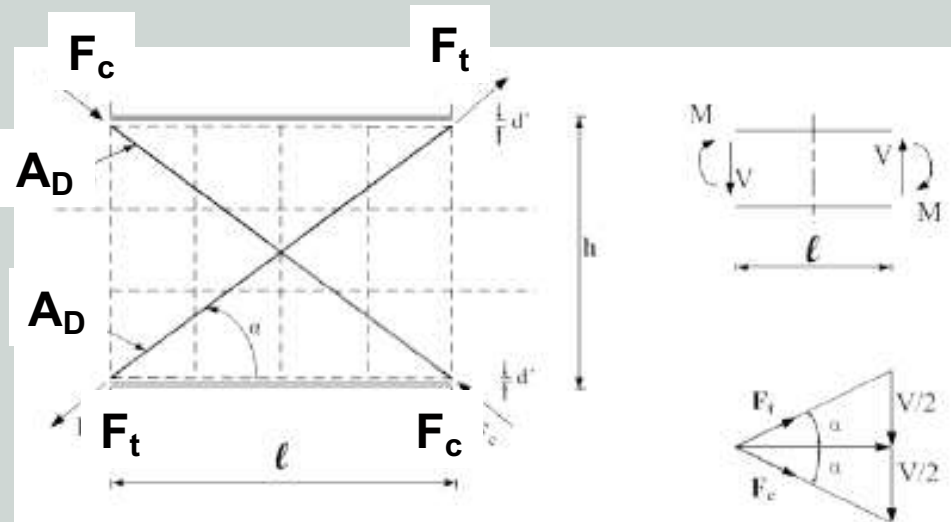


Figure 7.11: Efforts dans les bielles du linteau

Idem

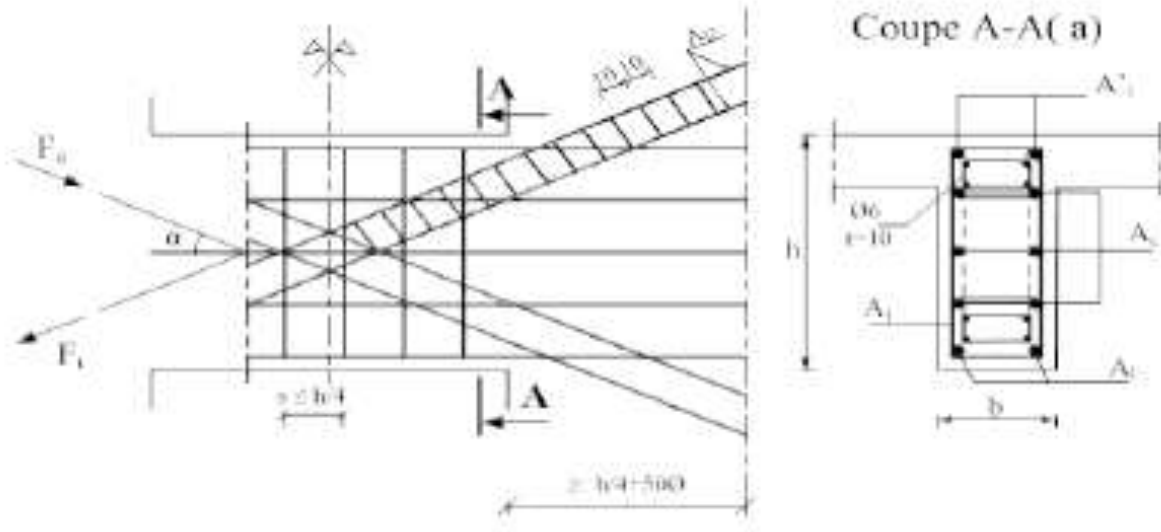


Figure 7.12: Armatures de linteaux

**Ferrailage minimal**

*Armatures longitudinales*

$$(A_l, A_l') \geq 0,0015 \text{ } 0,0025 b h (0,15 \text{ } 0,25\%)$$

*Armatures transversales*

Si  $\tau_b \leq 0,025 f_{c28}$   
 $A_t \geq 0,0015 b s \quad (0,15 \%)$

Si  $\tau_b > 0,025 f_{c28}$   
 $A_t > 0,0025 b s \quad (0,25 \%)$

*Armatures de peau*

Les armatures longitudinales intermédiaires de peau  $A_c$  (2 nappes) doivent être au total d'un minimum égale à 0,20%

Armatures de linteaux

$$\left\{ \begin{array}{l} A_l, A_l' \geq 0,0015bh \text{ } ? \text{ } 0,0025 bh \text{ } ? \\ A_c \geq 0,0020bh \\ A_D \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,0015bh : \text{ si } \tau_b > 0,06 f_{c28} \\ = 0 : \text{ si } \tau_b \leq 0,06 f_{c28} \end{array} \right. \\ A_t \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,0015bs : \text{ si } \tau_b \leq 0,025 f_{c28} \\ \geq 0,0025bs : \text{ si } \tau_b > 0,025 f_{c28} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Il faut

Ferrailage des trumeaux

Idem

Trumeaux calculés en flexion composée avec effort tranchant.

Effort normal limité

Moyennant la satisfaction des conditions de coffrage des RPA et la disposition de contreventement en voiles dans 02 directions orthogonales, Le calcul se fera exclusivement dans la direction, de leur plan moyen en appliquant les règles classiques de BA en vigueur.

2024

Différence dans la prise en compte des valeurs des moments fléchissants selon les voiles élancés ou courts (modifiés en cas élancé,  $h_w/l_w > 2.0$ )

Elancés

02 étapes:

1. Enveloppe linéaire (moment max à la base avec celui du sommet).
2. Décaler l'enveloppe linéaire verticalement par ( $h_{cr}$ )

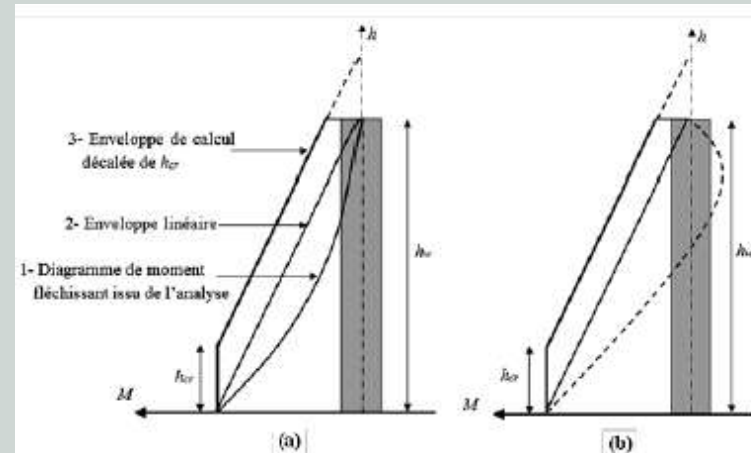


Figure 7.13: Enveloppe de calcul pour les moments fléchissant

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2.l_w \\ h_e: \text{ pour } n \leq 6 \text{ niveaux} \\ 2.h_e: \text{ pour } n > 6 \text{ niveaux} \end{cases}$$

Il faut

Ferrailage des trumeaux

Idem

2024

Enveloppe de calcul modifié effort tranchant

Systèmes de contreventement mixte avec voiles élancés

03 étapes:

1. Amplifier le diagramme initial de 40%
2. Maintenir la courbe amplifiée de la base du voile jusqu'à une hauteur ( $h_w/3$ )
3. Enveloppe linéaire entre ( $h_w/3$ ) et le sommet du voile.

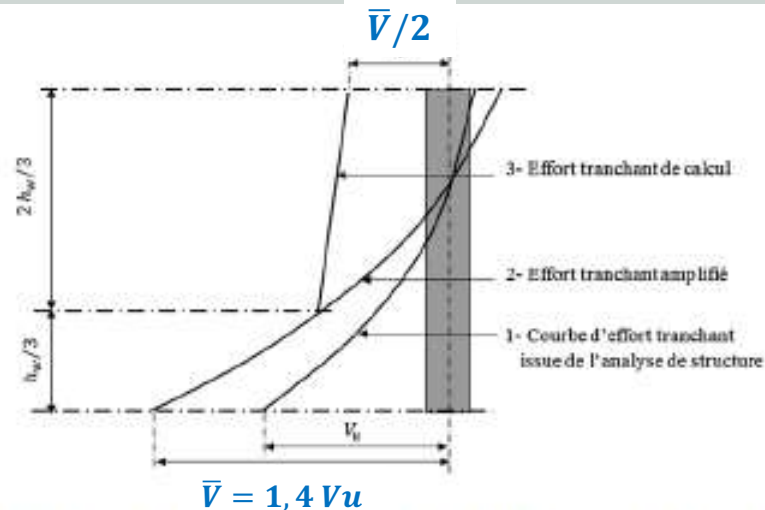


Figure 7.15: Enveloppe de calcul pour les efforts tranchants dans les voiles élancés des systèmes à contreventement mixte

**Il faut**

**Ferraillage des trumeaux**

**Empêcher la rupture d'une section critique du voile, ou la retarder ou bien quelle se manifeste sous forme de rupture ductile**

**Limitation de l'effort normal de compression de calcul des voiles :**

$$v = \frac{N_d}{B_c \cdot f_{c28}} \leq 0,40$$

**A vérifier sous combinaison sismiques réglementaires**

**Disposition d'armatures transversales rapprochées dans la zone critique**

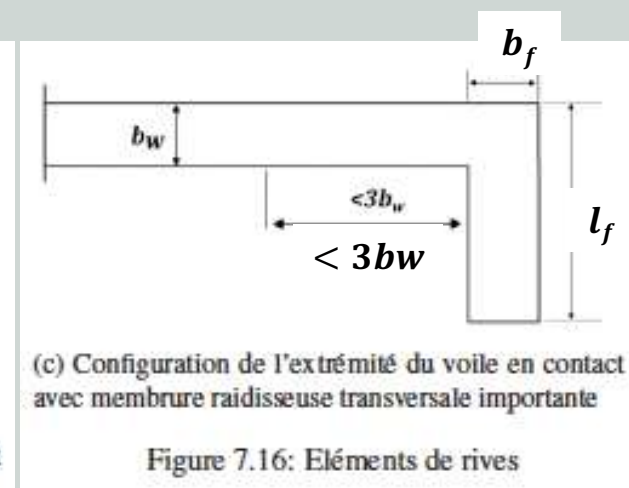
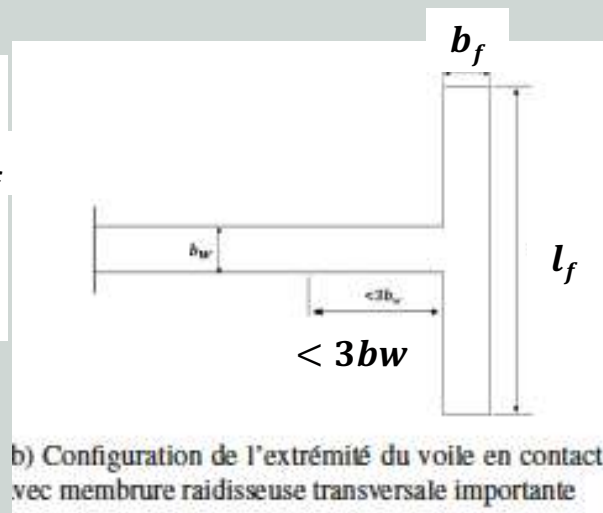
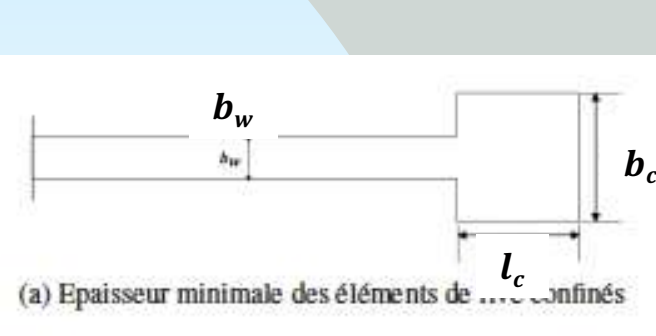
## 5. Voiles de contreventement

2024

Traiter de façon détaillée

Éléments de rive

New



$$l_c \geq \max(0,5l_w; 1,5b_w)$$

$$b_c \geq \max\left(20\text{cm}; \frac{h_e}{20}\right)$$

$l_w$ : longueur du voile

$b_w$ : largeur de l'âme du voile

$h_e$ : hauteur libre d'étage

- ✓ Si  $b_f \geq \frac{h_e}{15}$  et  $l_f \geq \frac{h_e}{5}$  avec une prolongation de la membrure dans l'âme à  $(3b_w)$ , alors  $b_c = b_w$
- ✓ Et le % d'armatures longitudinales dans les éléments de rive, au moins **0,5%** de la surface de la zone confinée



**Éléments de rive**

**Prévoir**

- ✓ Pour les éléments de rive, prévoir des cadres et/ou épingles avec espacement vertical

$$s_t \leq \min \left( \frac{b_c}{2}, 20\text{cm}, 8\phi_l \right)$$

$\phi_l$ : diamètre min. des armatures longitudinales de rive

- ✓ Distance horizontale entre 02 barres verticales ligaturées  $\leq 20\text{cm}$ .
- ✓ Section ( $A_t$ ) de rive, présente sur la hauteur ( $h_{cr}$ ) doit satisfaire :

$$A_t \geq 0,09 s_t b_0 \frac{f_{c28}}{f_e} \quad \text{Et} \quad A_t \geq 0,30 s_t b_0 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{c28}}{f_e}$$

$b_0$ : Epaisseur confinée de rive

$\frac{A_g}{A_c}$ : surface totale de rive / surface confinée

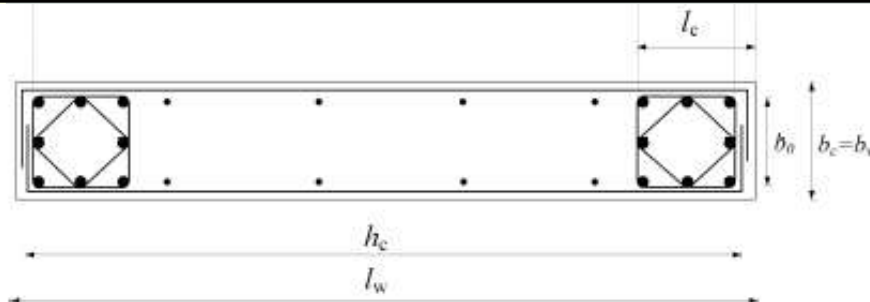


Figure 7.17: Éléments de rive pour les voiles



Il faut

Ferrailage des trumeaux

Idem

Aciers verticaux

- ✓ Les armatures d'âme en 02 treillis de barre de même adhérence reliés par des **épingles espacés d'environ 500 mm**.
- ✓ Pour les armatures d'âme  
 $8\text{mm} \leq \phi \leq \frac{b_w}{8}$  et  $esp \leq \min(250\text{mm}, 25\phi)$
- ✓ Les barres verticales du dernier étage munies de crochets à la partie supérieure
- ✓ Toutes les autres barres n'ont pas de crochets (recouvrement)

Aciers horizontaux

- ✓ Les barres horizontales doivent être munies de crochets à  $135^\circ$  ayant une longueur de «  $10\phi$  ».
- ✓ Dans le cas où il existe des talons de rigidité, les barres horizontales devront être ancrées sans crochets si les dimensions des talons permettent la réalisation d'un ancrage droit.
- ✓ Calcul à l'effort tranchant pour le ferrailage horizontal :  $\frac{A_h}{s} \geq \frac{\bar{V}}{z.f_e}$ . ( $\bar{V} = 1,4 Vu$ )

**Il faut**

**Ferrailage des trumeaux**

**Idem**

**Règles communes aux armatures verticales et horizontales des trumeaux**

- ✓ Le % minimal **hor et vert dans l'âme est de 0.20%**
  - ~~0,15 % dans la section du voile~~
  - ~~0,10 % en zone courante~~
- ✓ L'espacement des barres, plus petite des 02 valeurs ( $s \leq 1,5 b_w$  ;  $s \leq 30$  ~~25~~ **cm** )
- ✓ Les 02 nappes doivent être reliées avec au moins 04 épingles/m<sup>2</sup>
- ✓ Dans chaque nappe, les barres horizontales doivent être disposées vers l'extérieur

- ✓ Le diamètre des barres verticales et horizontales (à l'exception des zones d'about) ne devrait pas dépasser  $b_w/10$
- ✓ Les longueurs de recouvrement =
  - ~~40~~ **60**  $\Phi$  pour les barres situées dans les zones **IV, V et VI** où ~~le renversement du signe des efforts est possible.~~
  - ~~20~~ **50**  $\Phi$  pour les barres situées dans les zones **I, II et III** comprimées sous l'action de toutes les combinaisons possibles des charges.

Prévoir des **aciers de couture** le long des joints de reprise de coulage pour reprendre l'effort tranchant, de section

(18C.9)

$$A_{vj} = 1,1 \frac{\bar{V}}{f_e}$$

Cette section doit s'ajouter à la section d'aciers tendus nécessaires pour équilibrer les efforts de traction dus aux moments de renversement

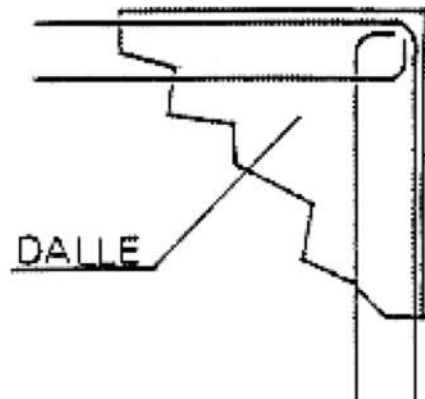
# 6. Dalles et Diaphragmes

2003, 2024

Idem

Il faut

- ✓ Un chaînage périphérique continu d'au moins  $3 \text{ cm}^2$  de section d'acier et un chaînage au croisement de chaque élément de contreventement avec le plancher de section minimale  $1,5 \text{ cm}^2$
- ✓ Respecter la règle de  $0,28 L$  dans le cas de contreventement par voile et de  $0,50 L$  dans le cas de contreventement par portiques,  $L$  : la largeur chaînée (m)



Chainage des dalles et des diaphragmes

**Merci. Fin du chapitre 18C**

# *Dynamique des structures*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

**Prochain Cours**

**Chap. 18D**

**Prescriptions de dimensionnement  
et dispositions constructives des  
structures en acier**