

Dynamique des Structures

Abdellatif MEGNOUNIF

E-mail: abdellatif_megnounif@yahoo.fr

Partie 4: Calcul d'une structure en Béton Armé.

Chapitre 08

Ferraillage – Ferraillage des Poteaux

Cours 08 Samedi 31.01.2026

1. Introduction

- ✓ L'objectif de ce chapitre est de calculer les sections d'acier nécessaires pour des éléments de type poteaux, à partir de sollicitations déterminées par une analyse numérique, par ROBOT.
- ✓ Le calcul sera basé sur les règles de BAEL en utilisant des logiciels disponibles tels que EXPERT BA ou SOCOTEC, ou autre...
- ✓ Les sections déterminées doivent aussi vérifier les conditions des RPA2024,
- ✓ Le calcul comprend la détermination des armatures longitudinales et transversales des poteaux de la structure étudiée.
- ✓ La finalité de cette partie est la présentation du dossier détaillé d'exécution.

Finalité : Plans d'exécution BA



2. Spécifications RP2024 des poteaux

§ 7.4.1
Page 106

On vérifie d'abord le coffrage des poteaux selon RPA (Déjà fait dans le prédimensionnement)

1.

Spécifications Coffrage

Min b_1 ; h_1 (en fonction des zones)

2.

Exigences de ductilité pour la zone critique

Zone critique
(Zone nodale) l_{cr}

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

$$l_{cr} = \text{Max}(1.5 \times 40; 261/6; 60\text{cm})$$

❖ h_c (cm) : Sup de (b_1 , h_1)

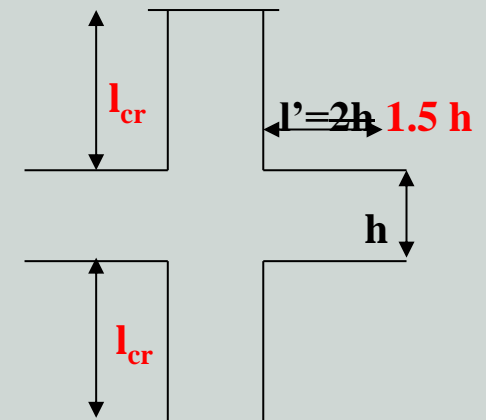
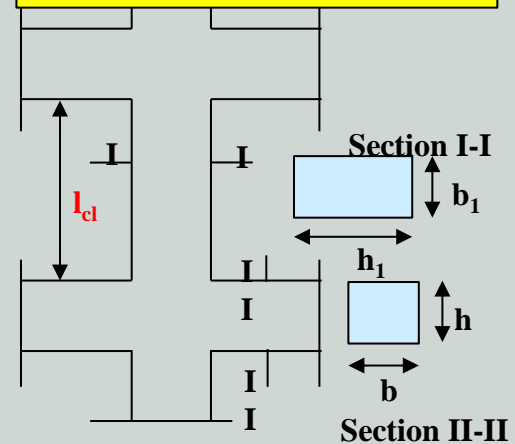
❖ l_{cl} (cm) : Longueur libre du poteau

$$l_{cr} = 60 \text{ cm}$$

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

$$l_{cr}/h_c = 261/40 = 6,5 > 3$$

Zone de recouvrement en dehors des zones nodales



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

Spécifications Ferrailage

§ 7.4.2
Pages 107
et 108

3.

- ✓ Longitudinal : % min; % max; ϕ min; etc...
- ✓ Transversal : t_{\min} ; $A_{t\min}$;

Ferrailage Longitudinal

Armatures longitudinales

HA, droites et sans crochets.

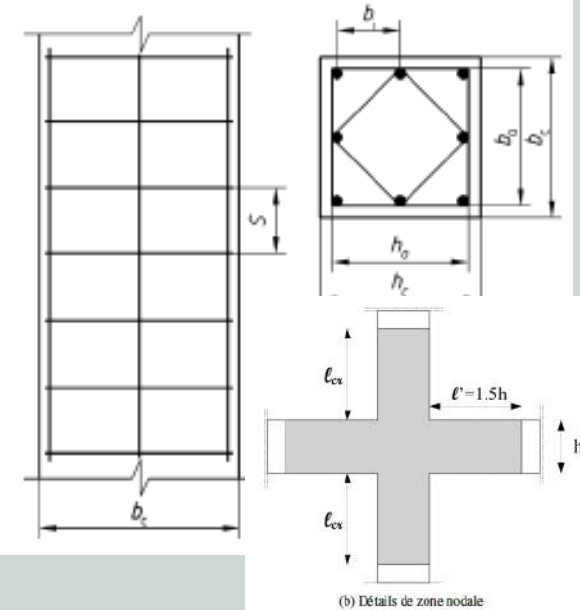
% minimal

% maximal

- ❖ 0.8 % en Zone I, et II
- ❖ 0.9 % en zone III
- ❖ 1.0 % en zones IV, V et VI
- ❖ Diamètre minimum : 12 mm
- ❖ Longueur minimale des recouvrements :
 - 50 ϕ en zones I, II et III
 - 60 ϕ en zones IV, V et VI
- ❖ La distance entre les barres verticales dans une face du poteau ne doit pas dépasser:
 - 20 cm en zones I, II et III
 - 15 cm en zones IV, V et VI

4 % en zone courante

8 % en zone de recouvrement



- 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

Notre
cas

Zone II

Armatures longitudinales

HA, droites et sans crochets.

% minimal

❖ **0.8 % en Zone I et II : $08\% \ 40 \times 40 = 12,8 \text{ cm}^2$**

% maximal

❖ **4 % en zone courante = $4\% \ 40 \times 40 = 64 \text{ cm}^2$**

❖ **8 % en zone de recouvrement = $8\% \ 40 \times 40 = 128 \text{ cm}^2$**

❖ **Diamètre minimum : 12 mm**

❖ **Longueur minimale des recouvrements :**

50ϕ en zones I, II et III

❖ **La distance entre les barres verticales dans une face du poteau ne doit pas dépasser:**

20 cm en zones I, II et III

Ferrailage Transversale

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

V_u : effort tranchant de calcul

h_1 : hauteur totale de la section brute

f_e : Contrainte limite de l'acier d'armature transversale

ρ_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 $\lambda_g < 5$

λ_g : élancement géométrique dans la direction, considérée

t : espacement des armatures transversales

Armatures Transversales

Valeur maximale de l'espacement « t » .

Zone nodale

❖ $t \leq \text{Min}(10\Phi_1; 12,5 \text{ cm})$ en Zones I, II et III.

❖ $t \leq \text{Min}(b_0/3, 10\text{cm}, 60\Phi_1)$ en zones IV, V et VI

❖ **Zone courante** : $t' \leq 15\Phi_1$ en Zones I, II et III

et $t' \leq \text{Min}(b_1/2; h_1/2; 10\Phi_1)$ en zones 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 $10\Phi_1$
- ✓ ménager des cheminées verticales en nombre et diamètre suffisants (Φ cheminées $> 12\text{cm}$) pour permettre une vibration du béton sur toute la hauteur du poteau

Notre
cas

Zone II

Armatures Transversales

Valeur maximale de l'espacement « t » .

Zone nodale

❖ $t \leq \text{Min}(10\Phi_i; 12.5 \text{ cm})$ en Zones I, II et III.

Zone courante

❖ $t' \leq 15\Phi_i$ en Zones I, II et III

Quantité d'armatures transversales minimales $A_t/(t b_1)$ en % est:

Avec $l_f = 0,7 * l_{libre} = 0,7 * (3,06 - 0,45) = 1,827 \text{ m}$

$$\lambda_g = \left(\frac{l_f}{a} \text{ ou } \frac{l_f}{b} \right) = \frac{182,7}{40} = 4,56$$

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

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

Si $3 < \lambda_g = 4,56 < 5$: Par interpolation = 0,41%

❖ D'où : $\min(A_t/(t b_1)) = 0,41 \%$

§ 7.4.3
Page 110

Vérifications spécifiques pour les poteaux

Pour éviter ou limiter le risque de rupture fragile

Effort normal de compression de calcul

$$v = \frac{N_d}{B_c f_{c28}} \leq 0,35$$

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

$$\tau_{bu} \leq \bar{\tau}_{bu} = \rho_d f_{c28}$$

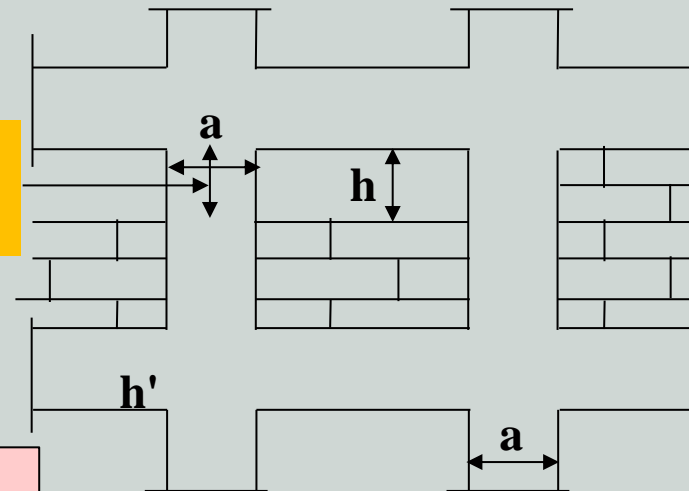
$\rho_d = 0,075$ Si $\lambda_g \geq 5$

$\rho_d = 0,04$ Si $\lambda_g < 5$

τ_{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'élançement 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

Notre cas



Vérification de sollicitations normales et tangentes

$$v = \frac{N_d}{B_c f_{c28}} \leq 0,35$$

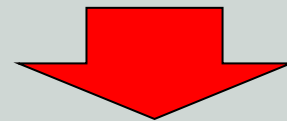
$$\tau_{bu} \leq \bar{\tau}_{bu} = \rho_d f_{c28}$$

ROBOT



Efforts normal (N (Fx)) et tranchants (Fy et Fz) (par filtre)

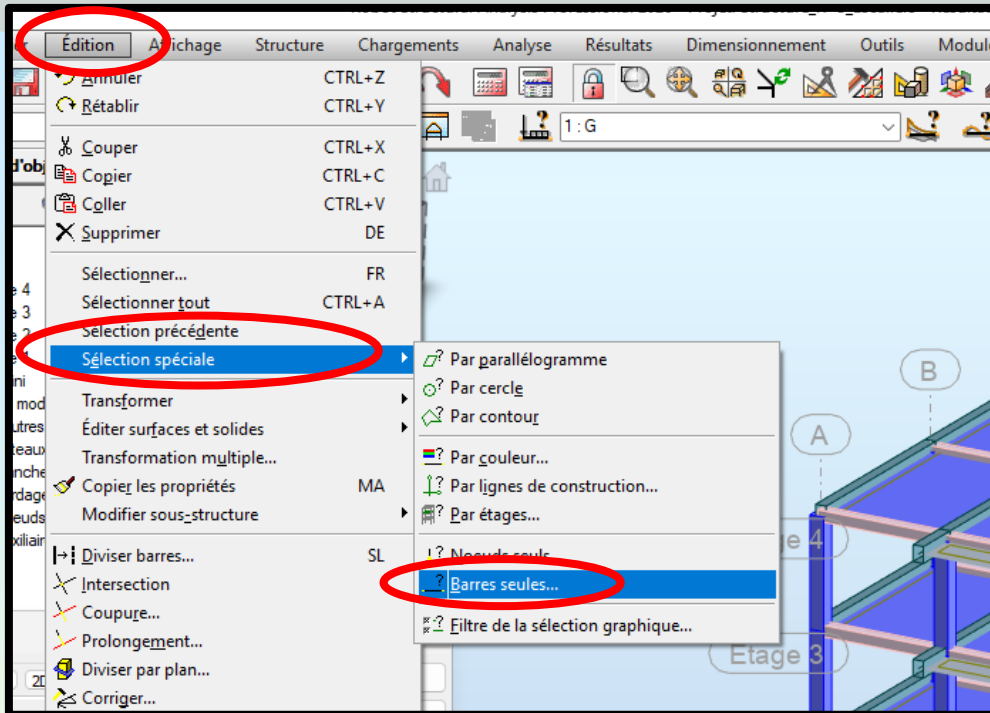
ELU
Accidentelles (08)



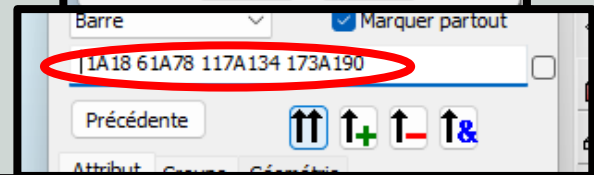
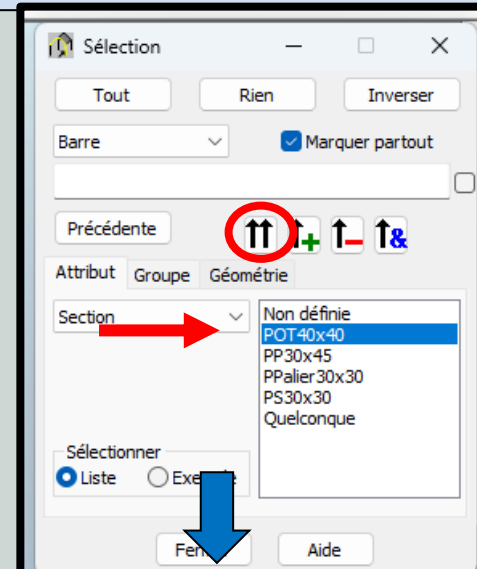
Effort normal

2. Spécifications RP2024 des poteaux

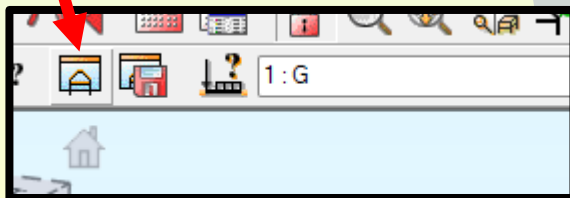
Après calcul (ROBOT, on sélectionne les poteaux et on tire les différentes sollicitations correspondantes(**Edition/Sélection spéciale/Barres seules**)



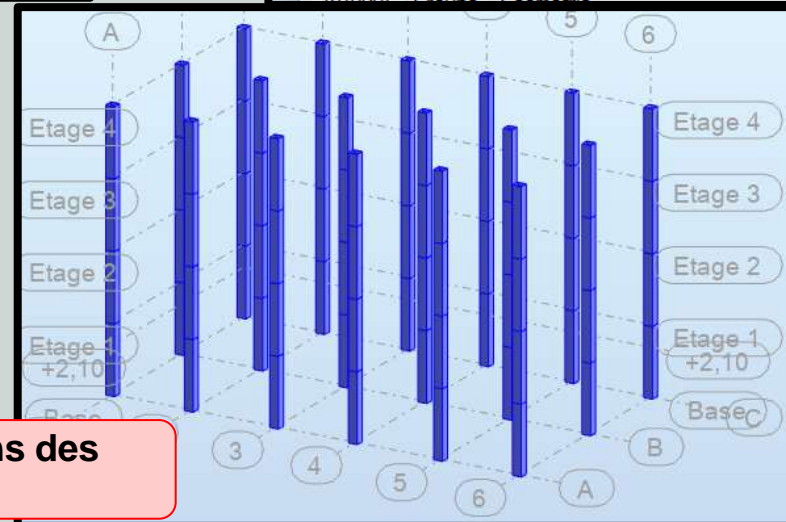
Choisir



Cliquer



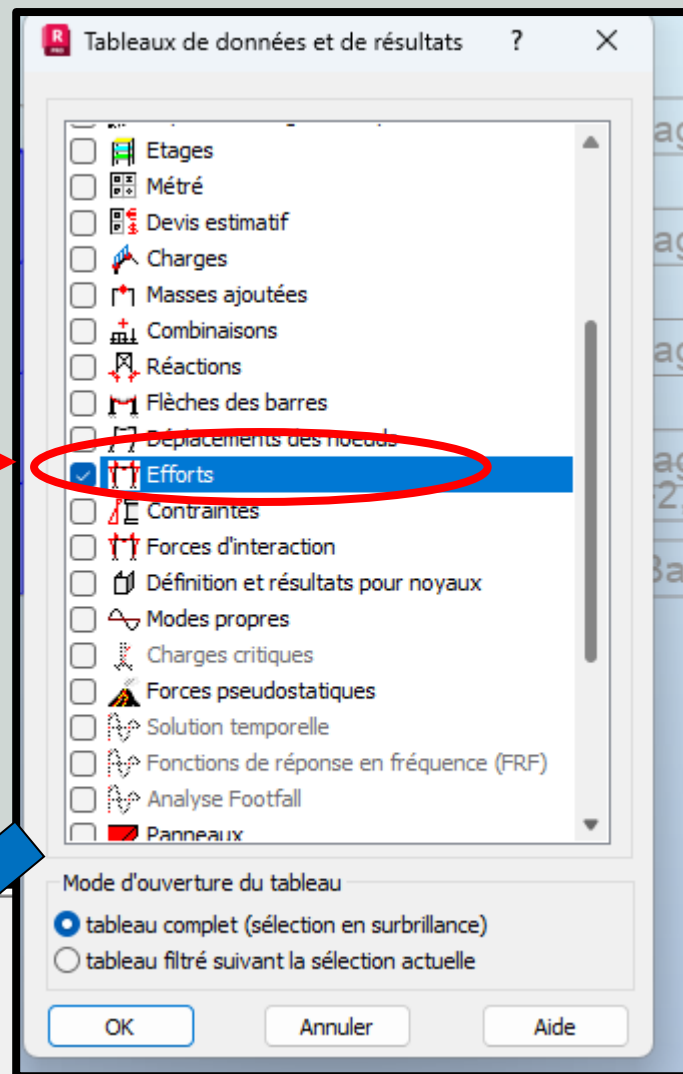
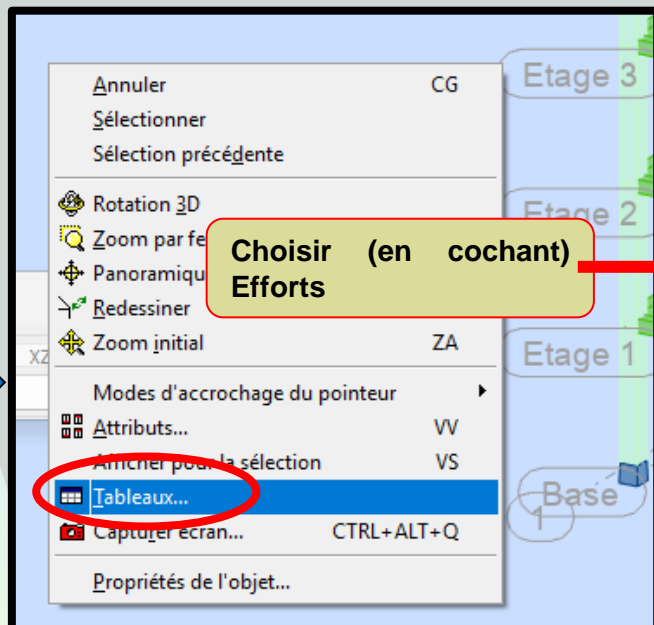
On tire alors seules les sollicitations des poteaux



2. Spécifications RP2024 des poteaux

Après calcul (ROBOT), on sélectionne les poteaux et on tire les différentes sollicitations correspondantes (**Résultats/Efforts**)

Double cliquer sur l'écran principal



Barre/Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 5/ 3 (C)	439,59	14,24	-2,88	0,05	3,63	16,34
1/ 16/ 3 (C)	423,37	14,24	-2,88	0,05	-5,17	-27,23
2/ 7/ 3 (C)	823,55	13,07	-5,17	0,05	5,97	15,30
2/ 17/ 3 (C)	807,34	13,07	-5,17	0,05	-9,85	-24,68
3/ 9/ 3 (C)	753,02	18,06	-8,72	0,54	7,43	18,85
3/ 18/ 3 (C)	710,54	-7,02	30,19	-1,03	27,58	-2,97
4/ 11/ 3 (C)	732,90	21,42	1,28	-0,47	0,50	22,74
4/ 19/ 3 (C)	703,33	-17,25	-14,98	1,18	-17,28	-3,80
5/ 13/ 3 (C)	823,06	13,88	3,40	0,05	-2,77	16,62
5/ 20/ 3 (C)	806,84	13,88	3,40	0,05	7,64	-25,85
6/ 15/ 3 (C)	439,36	15,15	1,60	0,05	-0,93	16,34

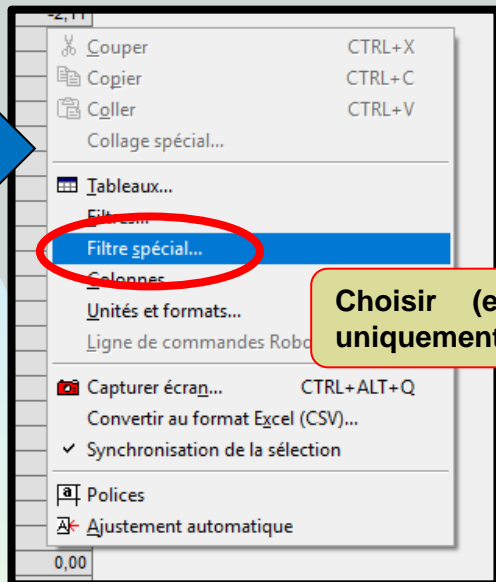
On veut sortir uniquement Fx, Fy et Fz (par filtre spécial)

2. Spécifications RP2024 des poteaux

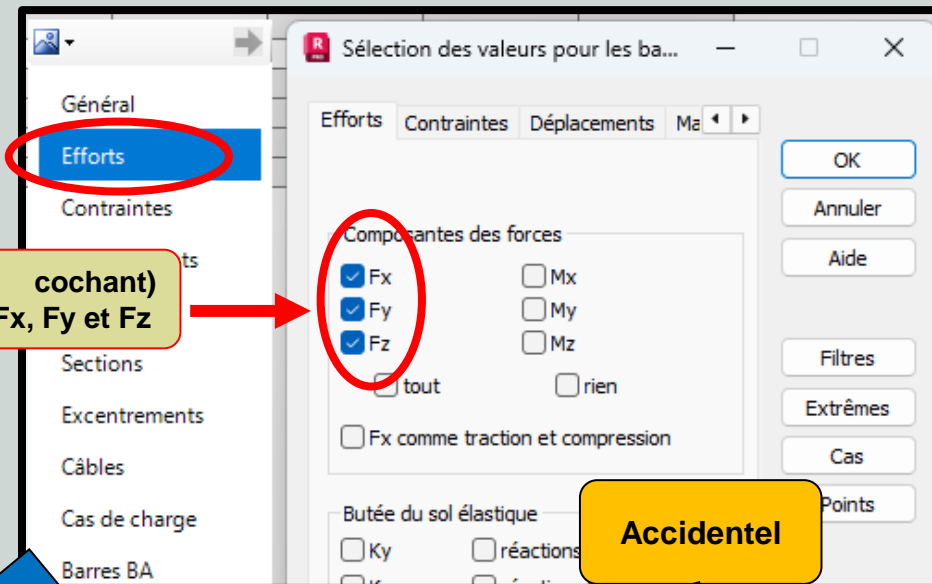
On veut garder que les valeurs maximales de Fx, Fy et Fz (**filtre spécial**)

valeurs \ Envelopp \ Extrêmes globaux \ Info /

Double cliquer sur l'écran principal



Choisir (en cochant) uniquement Fx, Fy et Fz



ELU

Accidentel

IA78 117A1: 3 : ELU

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]
MAX	972,43	32,40	30,19
Barre	9	174	3
Noeud	26	103	18
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	69,95	-26,19	-16,41
Barre	185	189	120
Noeud	140	118	61
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

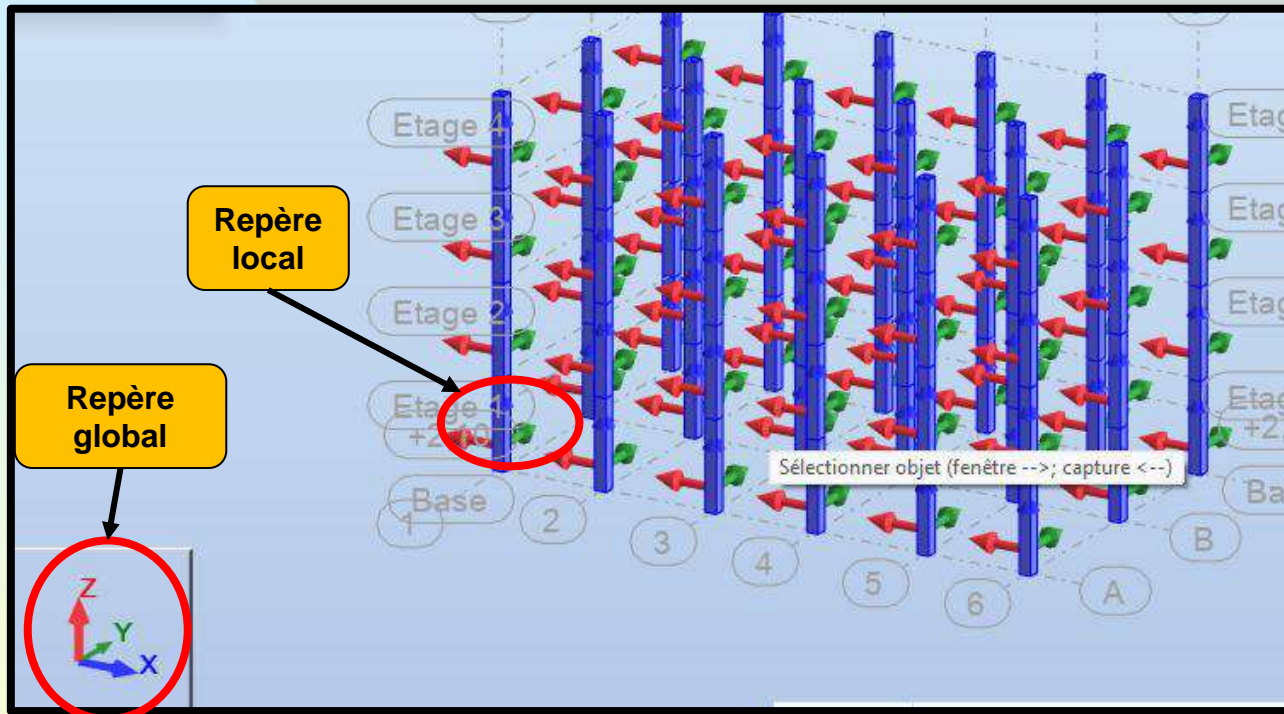
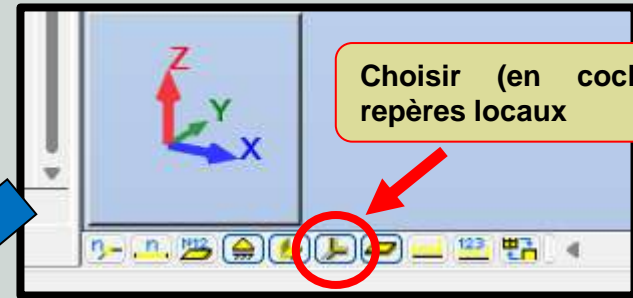
IA78 117A1: 6 8A17

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]
MAX	673,56	50,73	43,00
Barre	9	63	3
Noeud	26	18	18
Cas	10 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)	10 (C) (CQC)
Mode			
MIN	0,50	-38,62	-27,01
Barre	180	4	4
Noeud	109	19	19
Cas	8	17 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)
Mode	CQC		

Il faut vérifier les axes (x, y et z) ?

2. Spécifications RP2024 des poteaux

Vérification des axes (x, y et z)



Résultats $F_{x\max}$, $F_{y\max}$ et $F_{z\max}$?

2. Spécifications RP2024 des poteaux

ELU

IA78 117A1

3: ELU

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]
MAX	972,43	32,40	30,19
Barre	9	174	3
Noeud	26	103	18
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	69,95	-26,19	-16,41
Barre	185	189	120
Noeud	140	118	61
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

Accidentel

IA78 117A1

6 8A17

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]
MAX	673,56	50,73	43,00
Barre	9	63	3
Noeud	26	18	18
Cas	10 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)	10 (C) (CQC)
Mode			
MIN	0,50	-38,62	-27,01
Barre	180	4	4
Noeud	109	19	19
Cas	8	17 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)
Mode	CQC		

Cas	Valeurs maximales			Valeur retenues		
	Fx (KN)	Fy (KN)	Fz (KN)	Fx (KN)	Fy (KN)	Fz (KN)
ELU	972,43	32,40	30,19	972,43	50,75	43
ELA	673,54	50,75	43			

Vérification des sollicitations normales et tangentielles

Notre cas

Vérification de sollicitations normales et tangentes

$$\tau_{bu} = \frac{T}{b_0 d}$$

$$d = 0,9 h$$

$$v = \frac{N_d}{B_c f_{c28}} \leq 0,35$$

$$\tau_{bu} \leq \bar{\tau}_{bu} = \rho_d f_{c28}$$

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

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

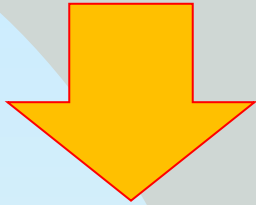
$$\lambda_g = 4,56$$

Sollicitation normale	
$N_d = F_x$ (KN)	972,43
B_c (cmxcm)	40x40
f_{c28} (Mpa)	25
v	0,24
Condition vérifiée	

Sollicitation tangentielle	
$T = \max(F_y, F_z)$ (KN)	50,75
b_0 (cm)	40
d (cm)	36
ρ_d	0,04
f_{c28} (Mpa)	25
τ_{bu} (Mpa)	0,35
$\bar{\tau}_{bu} = \rho_d f_{c28}$ (Mpa)	1,0
Condition vérifiée	

Effort normal

**Aller vers EXPERT BA pour
calculer le ferrailage des poteaux**



**Ferrailage des
poteaux**

**Commencer par
calculer les armatures
longitudinales**

3. Armatures longitudinales

Le ferrailage des poteaux : **Longitudinal**

Logiciel disponible (SOCOTEC, EXPERT BA (Robot), etc.)

Flexion
composée
déviée

Efforts et moments (N
(Fx), My et Mz) (par filtre)

ELU
Accidentelles (08)

On s'intéresse à :

✓ N_{\min} (Compression +); N_{\max} (Traction -); $M_{y\max}$; $M_{z\max}$

Des 02 combinaisons
(ELU, ELA), on prend les
valeurs recherchées
(N_{\min} , N_{\max} , $M_{y\max}$ et
 $M_{z\max}$)

EXPERT
BA

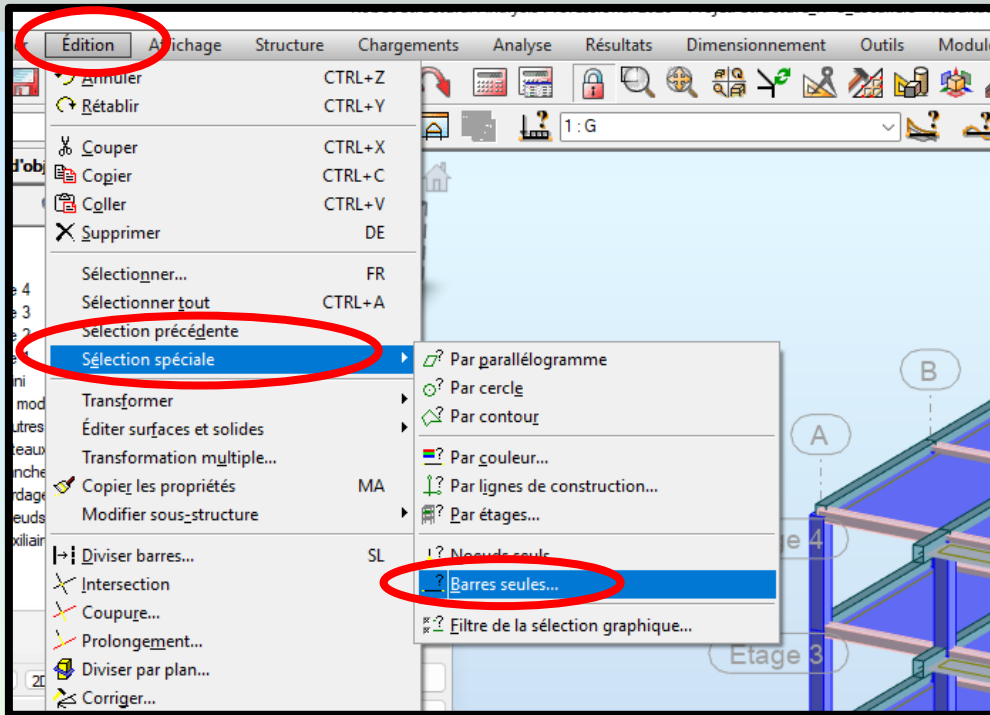
Choix
d'armature
pour la
section

On tire alors seules les sollicitations des
poteaux (Fx, My et Mz)

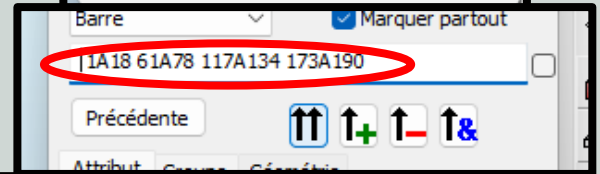
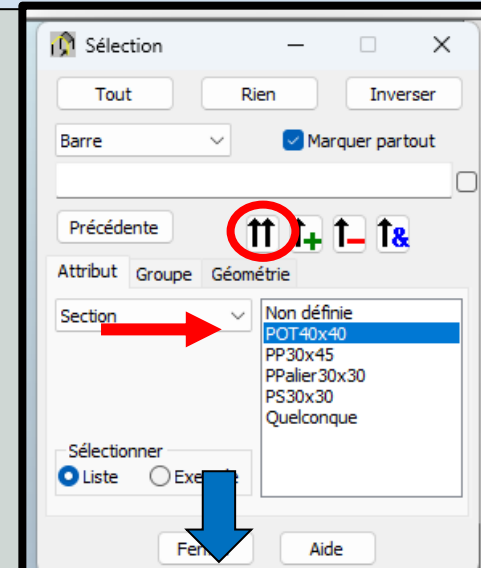


3. Armatures longitudinales

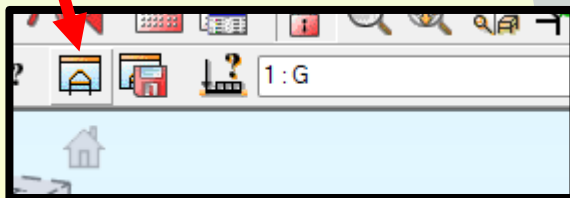
Après calcul (ROBOT, on sélectionne les poteaux et on tire les différentes sollicitations correspondantes(**Edition/Sélection spéciale/Barres seules**)



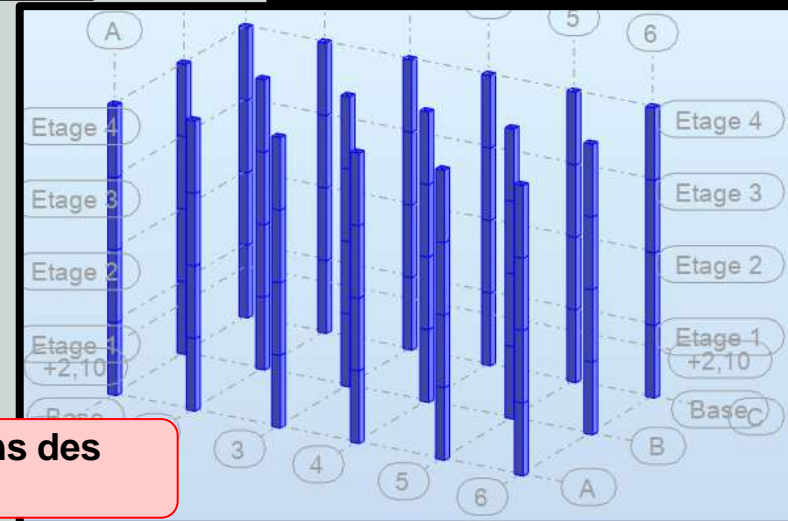
Choisir



Cliquer



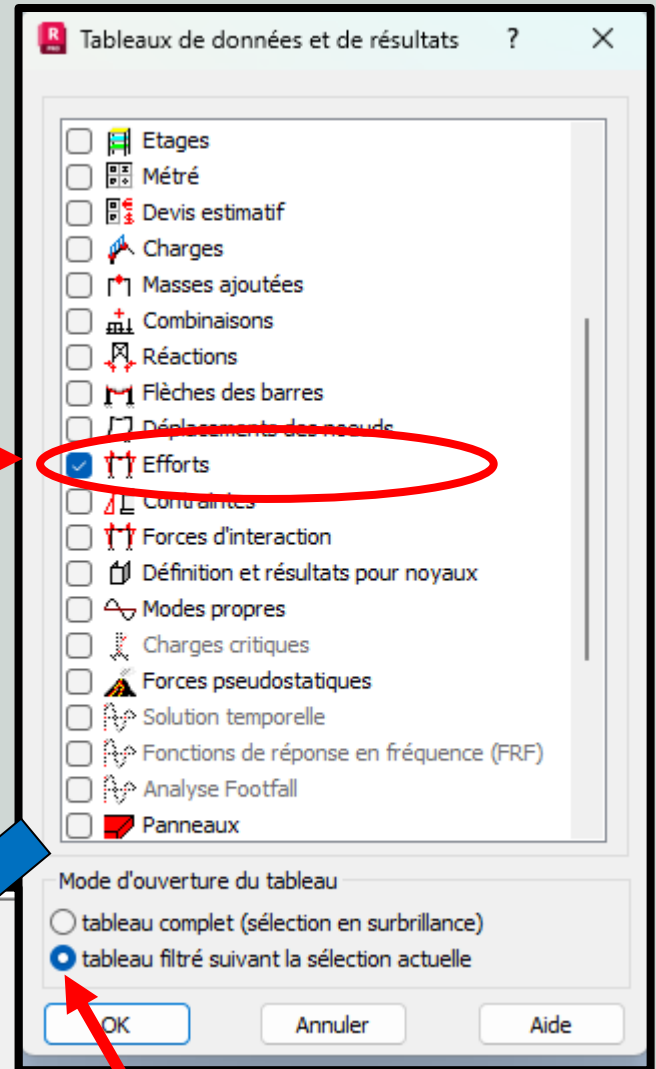
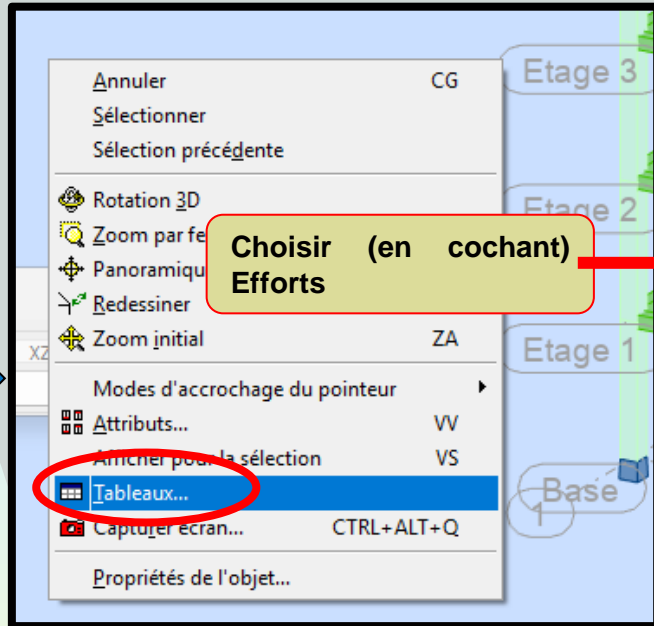
On tire alors seules les sollicitations des poteaux F_x , M_y et M_z



3. Armatures longitudinales

Après calcul (ROBOT), on sélectionne les poteaux et on tire les différentes sollicitations correspondantes (**Résultats/Efforts**)

Double cliquer sur l'écran principal



Choisir uniquement les éléments sélectionnés (Que les poteaux)

Barre/Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 5/ 3 (C)	439,59	14,24	-2,88	0,05	3,63	16,34
1/ 16/ 3 (C)	423,37	14,24	-2,88	0,05	-5,17	-27,23
2/ 7/ 3 (C)	823,55	13,07	-5,17	0,05	5,97	15,30
2/ 17/ 3 (C)	807,34	13,07	-5,17	0,05	-9,85	-24,68
3/ 9/ 3 (C)	753,02	18,06	-8,72	0,54	7,43	18,85
3/ 18/ 3 (C)	710,54	-7,02	30,19	-1,03	27,58	-2,97
4/ 11/ 3 (C)	732,90	21,42	1,28	-0,47	0,50	22,74
4/ 19/ 3 (C)	703,33	-17,25	-14,98	1,18	-17,28	-3,80
5/ 13/ 3 (C)	823,06	13,88	3,40	0,05	-2,77	16,62
5/ 20/ 3 (C)	806,84	13,88	3,40	0,05	7,64	-25,85
6/ 15/ 3 (C)	439,36	15,15	1,60	0,05	-0,93	

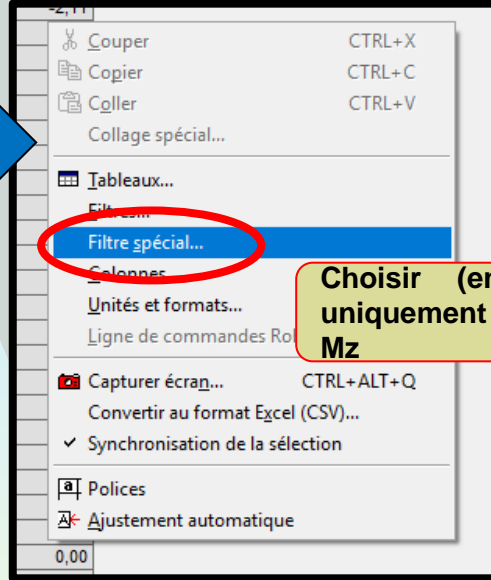
On veut sortir uniquement Fx, My et Mz (par filtre spécial)

3. Armatures longitudinales

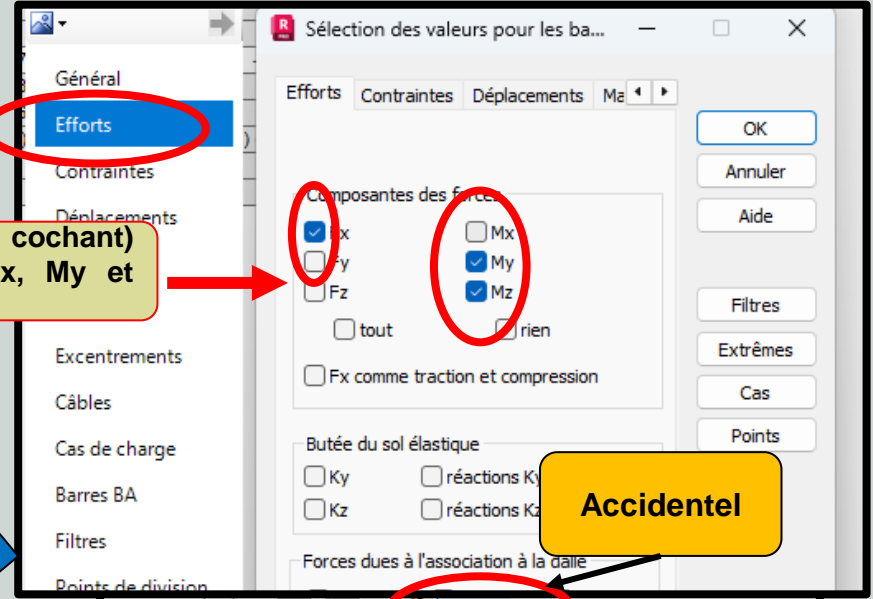
On veut garder que les valeurs maximales de Fx, My et Mz (**filtre spécial**)

valeurs \ Envelopp \ **Extrêmes globaux** \ Info /

Double cliquer sur l'écran principal



Choisir (en cochant) uniquement Fx, My et Mz



ELU

3 : ELU

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	972,43	27,58	45,62
Barre	9	3	189
Noeud	26	18	144
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	69,95	-18,36	-62,80
Barre	185	176	175
Noeud	140	131	130
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

6 8A17

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	673,54	35,48	56,23
Barre	9	14	3
Noeud	26	36	9
Cas	10 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)
MIN	0,51	-34,87	-52,93
Barre	180	17	175
Noeud	109	42	130
Cas	8	10 (C) (CQC)	17 (C) (CQC)
Mode	CQC		

Résultats à ELU et ELA obtenus

3. Armatures longitudinales

ELU

1A78 117A1: 3: ELU

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	972,43	27,58	45,62
Barre	9	3	189
Noeud	26	18	144
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	69,95	-18,36	-62,80
Barre	185	176	175
Noeud	140	131	130
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

Accidentel

8 117A1: 6 8A17

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	673,54	35,48	56,23
Barre	9	14	3
Noeud	26	36	9
Cas	10 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)
Mode			
MIN	0,51	-34,87	-52,93
Barre	180	17	175
Noeud	109	42	130
Cas	8	10 (C) (CQC)	17 (C) (CQC)
Mode	CQC		

04 cas possibles

N_{min} (Compression +)
(repérer la barre, le nœud et la combinaison)

Tirer (pour la même barre, nœud et combinaison)

M_y

M_z

N_{max} (Traction -)
(repérer la barre, le nœud et la combinaison)

Tirer (pour la même barre, nœud et combinaison)

M_y

M_z

M_{ymax}
(repérer la barre, le nœud et la combinaison)

Tirer (pour la même barre, nœud et combinaison)

N

M_z

M_{zmax}
(repérer la barre, le nœud et la combinaison)

Tirer (pour la même barre, nœud et combinaison)

N

M_y

3. Armatures longitudinales



ELU

N_{min} (Compression +)
(repérer la barre, le nœud et la combinaison)

$N_{min(+)} = 69,95 \text{ KN}$

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	972,43	27,58	45,62
Barre	9	3	189
Noeud	26	18	144
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	69,95	-18,36	-62,80
Barre	185	176	175
Noeud	140	131	130
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

Repérer Barre, Nœud et Cas correspondant à N_{min}

Barre = 185
Nœud = 140
Cas = 3

Barre = 185
Nœud = 140
Cas = 3

Pour ces valeurs, tirer

M_y

M_z

$M_y = -8,04 \text{ KN.m}$
 $M_z = 37,97 \text{ KN.m}$

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	86,16	7,31	37,97
Barre	185	185	185
Noeud	114	114	140
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	69,95	-8,04	-31,35
Barre	185	185	185
Noeud	140	140	114
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

Meme Chose pour N_{max} (Traction -), M_{ymax} , M_{zmax}



3. Armatures longitudinales

ELU

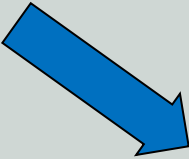
N_{max} (Traction -)
(repérer la barre, le nœud et la combinaison)

Pas de valeurs négatives pour N_{max} (Traction -)

ELU

3 : ELU

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	972,43	27,58	45,62
Barre	9	3	189
Noeud	26	18	144
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	69,95	-18,36	-62,80
Barre	185	176	175
Noeud	140	131	130
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)



$N = 0$
 $M_y = 0 \text{ KN.m}$
 $M_z = 0 \text{ KN.m}$

Même Chose pour $M_{y_{max}}$, $M_{z_{max}}$



3. Armatures longitudinales

ELU

$M_{y_{max}}$
(repérer la barre, le nœud et la combinaison)

$M_{y_{max}} = 27,58 \text{ KN.m}$

ELU

3 : ELU

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	972,43	27,58	45,62
Barre	9	3	189
Noeud	26	18	144
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
	69,95	-18,36	-62,80
	185	176	175
		31	130
Cas		(C)	3 (C)

Repérer Barre, Nœud et Cas correspondant à Nmin

Barre = 3
Nœud = 18
Cas = 3

Barre = 3
Nœud = 18
Cas = 3

Pour ces valeurs, tirer

N

M_z

$N = 710,54 \text{ KN}$
 $M_z = -2,97 \text{ KN.m}$

3

3 : ELU

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	753,02	27,58	18,85
Barre	3	3	3
Noeud	9	18	9
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	710,54	7,43	-2,97
Barre	3	3	3
Noeud	18	9	18
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

Enfin pour $M_{z_{max}}$

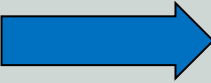
3. Armatures longitudinales



ELU

M_{zmax}
(repérer la barre, le nœud et la combinaison)

$M_{zmax} = -62,80 \text{ KN.m}$



	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	972,43	27,58	45,62
Barre	9	3	189
Noeud	26	18	144
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
	69,95	-18,36	-62,80
	102	176	175
	140	131	130
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

Repérer Barre, Nœud et Cas correspondant à Nmin

Barre = 175
Nœud = 130
Cas = 3

Barre = 175
Nœud = 130
Cas = 3
Pour ces valeurs, tirer

N
 M_y

$N = 185,91 \text{ KN}$
 $M_y = 17,52 \text{ KN.m}$

	FX [kN]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	202,12	17,52	32,88
Barre	175	175	175
Noeud	104	130	104
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)
MIN	185,91	-15,40	-62,80
Barre	175	175	175
Noeud	130	104	130
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)

Récapitulatif, ELU

Récapitulatif

Idem pour ELA

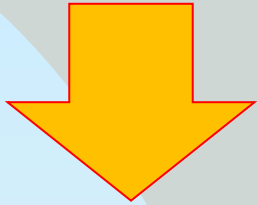
Cas	ELU		
	N (KN)	My (KN.m)	Mz (KN.m)
N_{\min} (Compression +)	69,95	-8,04	37,97
N_{\max} (Traction -)	0	0	0
$M_{y\max}$	710,54	27,58	-2,97
$M_{z\max}$	185,91	17,52	-62,80

Cas	ELA		
	N (KN)	My (KN.m)	Mz (KN.m)
N_{\min} (Compression +)	0,51	0,27	-13,99
N_{\max} (Traction -)	0	0	0
$M_{y\max}$	170,62	-17,4	22,49
$M_{z\max}$	170,60	-6,97	32,43



Aller vers EXPERT BA pour le calcul du ferrailage

**Aller vers EXPERT BA pour
calculer le ferrailage des poteaux**

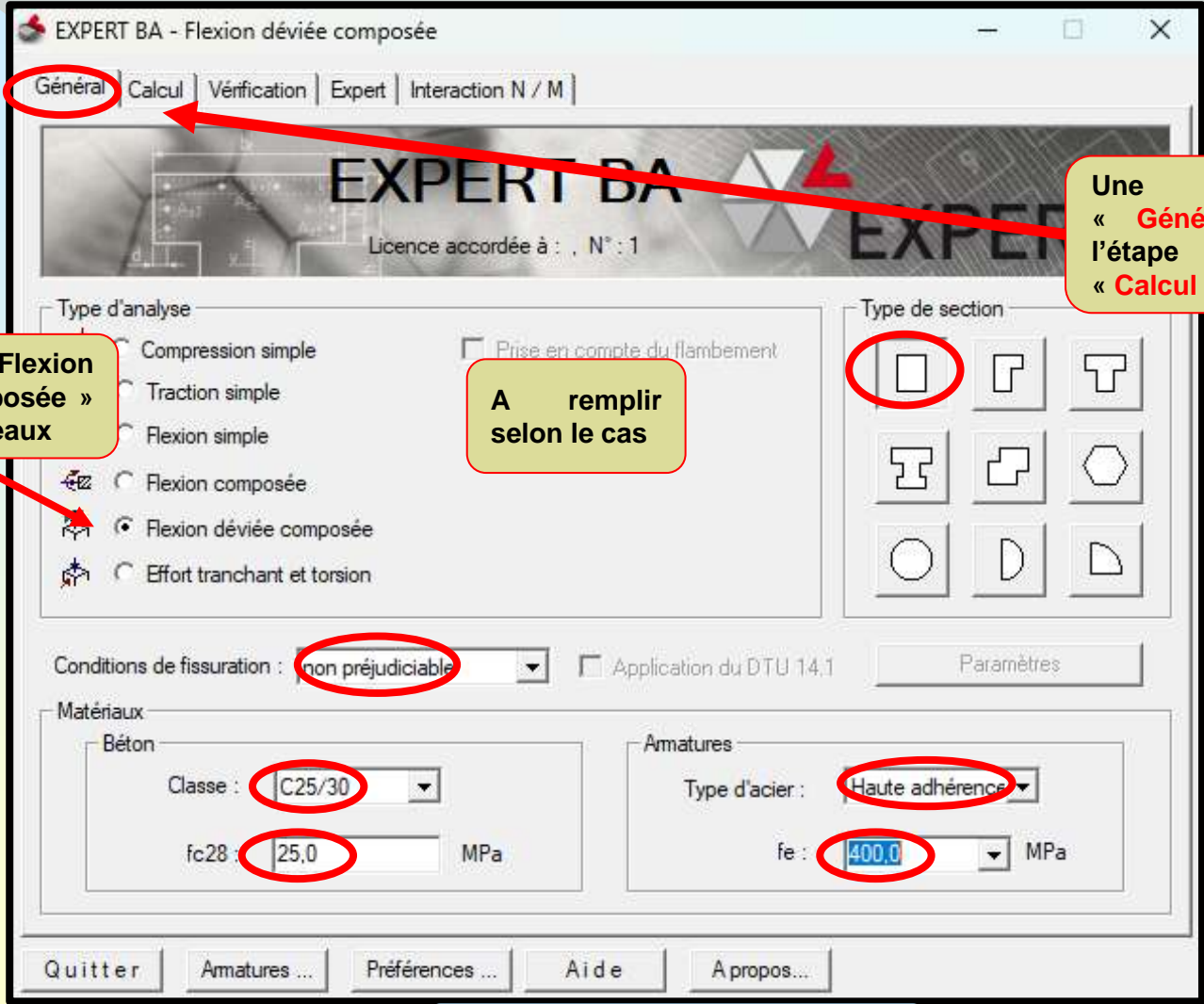


**Calcul du
ferrailage**

**Lancer
EXPERT BA**

**EXPERT
BA**

Calcul en flexion déviée



Choisir « Flexion déviée composée » pour les poteaux

A remplir selon le cas

Une fois rempli, « Général », aller à l'étape « Calcul »

Calcul, ELU et ELA

3. Armatures longitudinales

**EXERT
BA**

**A remplir
selon le cas**

EXPERT BA - Flexion déviée composée

Général Calcul Vérification Expert Interaction N / M

Charges (kN, kN*m)

Type de sollicitation	N	My	Mz
1 ELU	69,95	-8,04	37,97
2 ELU	0,00	0,00	0,00
3 ELU	710,54	27,58	-2,97
4 ELU	185,91	17,52	-62,80
5			

Résultats

$A_{s1} = 1,0$ cm² $A_{s2} = 2,2$ cm²

Enrobage

% d'armatures $\rho = 0,40$ %

Valeurs réglementaires

% d'armatures minimum $\rho_{min} = 0,20$ %

% d'armatures maximum $\rho_{max} = 5,00$ %

Section (cm)

$b = 40,0$ Bloquée

$h = 40,0$ Bloquée

$d = 2,5$

CALCULER

Quitter Armatures ... Préférences ... Aide A propos...

EXPERT BA - Flexion déviée composée

Général Calcul Vérification Expert Interaction N / M

Charges (kN, kN*m)

Type de sollicitation	N	My	Mz
1 ELA	0,51	0,27	-13,99
2 ELA	0,00	0,00	0,00
3 ELA	170,62	-17,40	22,49
4 ELA	170,60	-6,97	32,43
5			

Résultats

$A_{s1} = 0,5$ cm² $A_{s2} = 2,7$ cm²

% d'armatures $\rho = 0,40$ %

Valeurs réglementaires

% d'armatures minimum $\rho_{min} = 0,20$ %

% d'armatures maximum $\rho_{max} = 5,00$ %

Section (cm)

$b = 40,0$ Bloquée

$h = 40,0$ Bloquée

$d = 2,5$

CALCULER

Quitter Armatures ... Préférences ... Aide A propos...

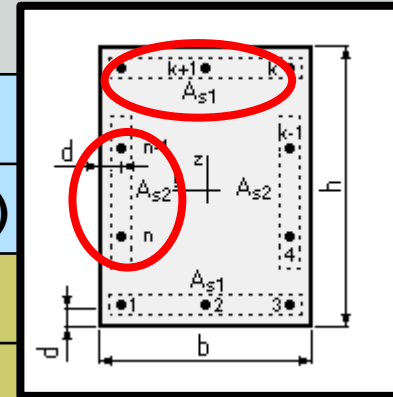
**Appuyer, une fois
terminé les données**

**Récapitulatif, Sections calculées,
à comparer avec RPA2024**

3. Armatures longitudinales

Choix des sections

Cas	ELU		
	As1 (cm ²)	As2 (cm ²)	Atot (cm ²)
ELU	1,0	2,2	6,4
ELA	0,5	2,7	6,4



RPA2024

Armatures longitudinales

HA, droites et sans crochets.

% minimal

❖ 0.8 % en Zone I et II : $0.8\% \cdot 40 \times 40 = 12,8 \text{ cm}^2$

% maximal

❖ 4 % en zone courante = $4\% \cdot 40 \times 40 = 64 \text{ cm}^2$

❖ 8 % en zone de recouvrement = $8\% \cdot 40 \times 40 = 128 \text{ cm}^2$

❖ Diamètre minimum : 12 mm

❖ Longueur minimale des recouvrements :

50 ϕ en zones I, II et III

❖ La distance entre les barres verticales dans une face du poteau ne doit pas dépasser:

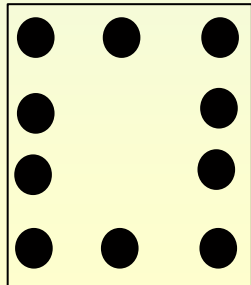
20 cm en zones I, II et III

A vérifier

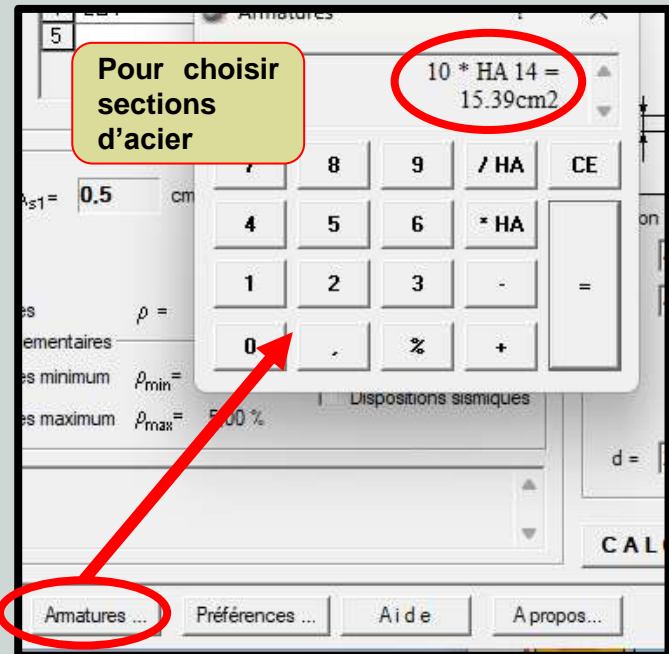
On choisit : 10 HA 14 (15,39 cm²)

As1 = 3 HA 14 (4,62 cm²)

As2 = 2 HA 14 (3,08 cm²)

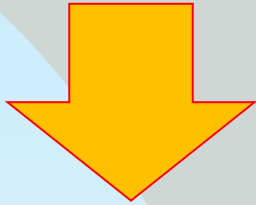


Appui
HA 14



Armatures transversales

**Aller vers EXPERT BA pour
calculer le ferrailage des poteaux**



**Ferrailage
transversal**

**Calcul sections
transversales
et espacements**

4. Armatures transversales

Sollicitations tangentés

V_u : effort tranchant de calcul
 h_1 : hauteur totale de la section brute
 f_e : Contrainte limite de l'acier d'armature transversale
 ρ_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 $\lambda_g < 5$
 λ_g : élancement géométrique dans la direction, considérée
 t : espacement des armatures transversales

Efforts tranchants

$F_{y\max}$,
 $F_{z\max}$?

Max $\left\{ \begin{array}{l} ELU \\ Accidentelles (08) \end{array} \right.$

Détermination de « t » et de « At » (On fixe un et on détermine l'autre)

$$\frac{A_t}{t} = \frac{\rho_a V_u = (F_{y\max} \text{ ou } F_{z\max})}{h_1 f_e}$$

On vérifie

$$\tau_{bu} = \frac{T = (F_{y\max} \text{ ou } F_{z\max})}{b_0 d} \leq \bar{\tau}_{bu} = \rho_d f_{c28}$$

Notre cas



Zone II

RPA2024

Armatures Transversales

Valeur maximale de l'espacement « t » .

Zone nodale

❖ $t \leq \text{Min}(10\Phi_i; 12.5 \text{ cm})$ en Zones I, II et III. $t \leq \text{Min}(10 \times 1,4; 12.5 \text{ cm}) = 12,5 \text{ cm}$

Zone courante

❖ $t' \leq 15\Phi_i$ en Zones I, II et III $t' \leq 15\Phi_i = 15 \times 1,4 = 21 \text{ cm}$

Quantité d'armatures transversales minimales $A_t/(t b_1)$ en % est:

Avec $l_f = 0,7 * l_{libre} = 0,7 * (3,06 - 0,45) = 1,827 \text{ m}$

$$\lambda_g = \left(\frac{l_f}{a} \text{ ou } \frac{l_f}{b} \right) = \frac{182,7}{40} = 4,56$$

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

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

Si $3 < \lambda_g = 4,56 < 5$: Par interpolation = 0,41%

❖ D'où : $\min(A_t/(t b_1)) = 0,41 \%$

4. Armatures transversales

ELU

Accidentel

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]		FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]
MAX	972,43	32,40	30,19	MAX	673,56	50,73	43,00
Barre	9	174	3	Barre	9	88	3
Noeud	26	103	18	Noeud	26	18	18
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)	Cas	10 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)	10 (C) (CQC)
MIN	69,95	-26,19	-16,41	MIN	0,50	-38,62	-27,01
Barre	185	189	120	Barre	180	4	4
Noeud	140	118	61	Noeud	109	19	19
Cas	3 (C)	3 (C)	3 (C)	Cas	8	17 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)
				Mode	CQC		

	Valeurs maximales			Valeur retenues		
Cas	Fx (KN)	Fy (KN)	Fz (KN)	Fx (KN)	Fy (KN)	Fz (KN)
ELU	972,43	32,40	30,19	972,43	50,73	43
ELA	673,56	50,73	43			



**Calcul des armatures transversales et
Vérification des sollicitations tangentielles**

4. Armatures transversales

Notre cas

Armatures transversales

$$\frac{A_t}{t} = \frac{\rho_a V_u}{h_1 f_e} = (F_{y\max} \text{ ou } F_{z\max})$$

$$\rho_a = 2,5 \text{ Si } \lambda_g \geq 5$$

$$\rho_a = 3,75 \text{ Si } \lambda_g < 5$$

$$\lambda_g = 4,56$$

Armatures transversales

	Y-Y	Z-Z
$T = \max(F_y, F_z)$ (KN)	50,73	43
h_1 (cm)	40	40
ρ_a	3,75	3,75
f_e (Mpa)	400	400
$A_{t\min}$ (cm ²)	1,189	1,01

Choix des armatures

At min	At choisi	Phi choisi	Nb
1,20	2,02	8	4

Choix des espacements

St max (cm)		St Choisi (cm)	
Nodale	Courante	Nodale	Courante
12,50	21	10	20

Avec : $\min(A_t/(t b_1)) = 0,41 \%$

Vérification des sollicitations tangentes

Notre cas

Vérification des sollicitations tangentielles

Sollicitations tangentielles		
	Y-Y	Z-Z
$T = \max(F_y, F_z)$ (KN)	50,73	43
b_0 (cm)	40	40
h (cm)	40	40
d (cm)	36	36
ρ_d	0,04	0,04
f_{c28} (Mpa)	25	25
τ_{bu} (Mpa)	0,35	0,298
$\bar{\tau}_{bu} = \rho_d f_{c28}$ (Mpa)	1,0	1,0
	Condition vérifiée	Condition vérifiée

$$\tau_{bu} \leq \bar{\tau}_{bu} = \rho_d f_{c28}$$

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

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

$$\lambda_g = 4,56$$

$$\tau_{bu} = \frac{T}{b_0 d}$$

$$d = 0,9 h$$

Fin ferrailage poteaux

Merci. Fin du Chapitre 08

Dynamique des structures

Abdellatif MEGNOUNIF

Prochain Cours

Chap. 09

Ferrailage – Ferrailage des Poutres