

Dynamique des Structures

Abdellatif MEGNOUNIF

E-mail: abdellatif_megnounif@yahoo.fr

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

Chapitre 10

Ferraillage – Ferraillage de la Dalle en Corps Creux

Cours 10 Samedi 07.02.2026

1. Introduction

- ✓ L'objectif de ce chapitre est de calculer les sections d'acier nécessaires pour les éléments de la dalle en corps creux, à savoir principalement les poutrelles, 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 poutrelles de la structure étudiée.
- ✓ Le corps creux, n'est pas un élément structurant de la structure, mais juste un bardage qui fait transmettre les charges aux poutres principales et chainages.
- ✓ La finalité de cette partie est la présentation du dossier détaillé d'exécution.

Finalité : Plans d'exécution BA



2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

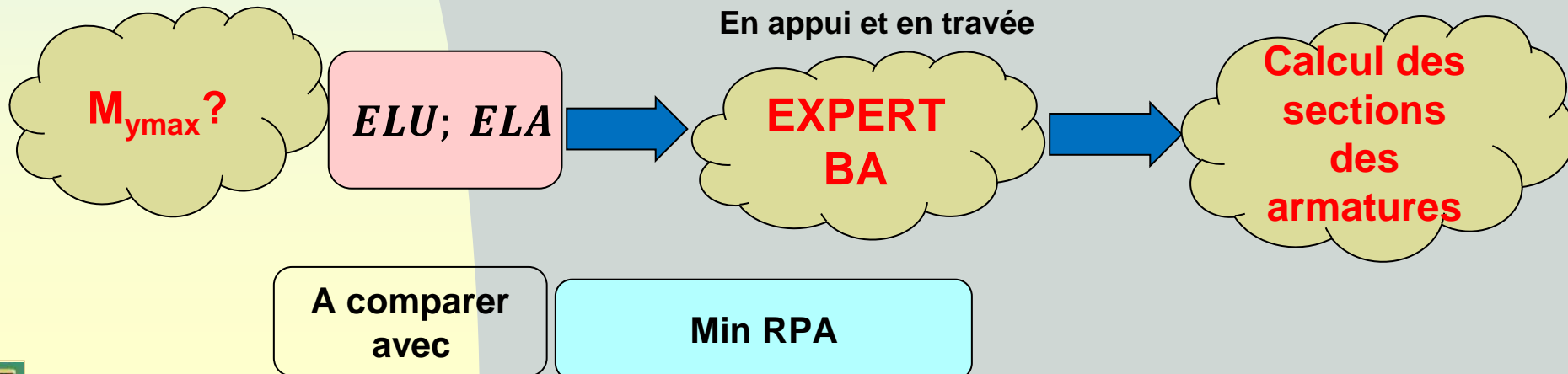
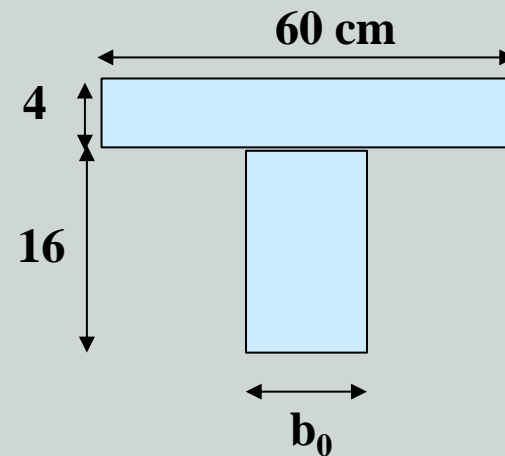
C'est le ferrailage des poutrelles

On choisit une section en « T »
et on la charge (par ml)

Prédimensionnement

1. $\frac{l}{20} \leq h \leq \frac{l}{25} \approx h = \frac{l}{22,5}$

2. $0,4 h_t \leq b_0 \leq 0,8 h_t$



Charges à appliquer ?

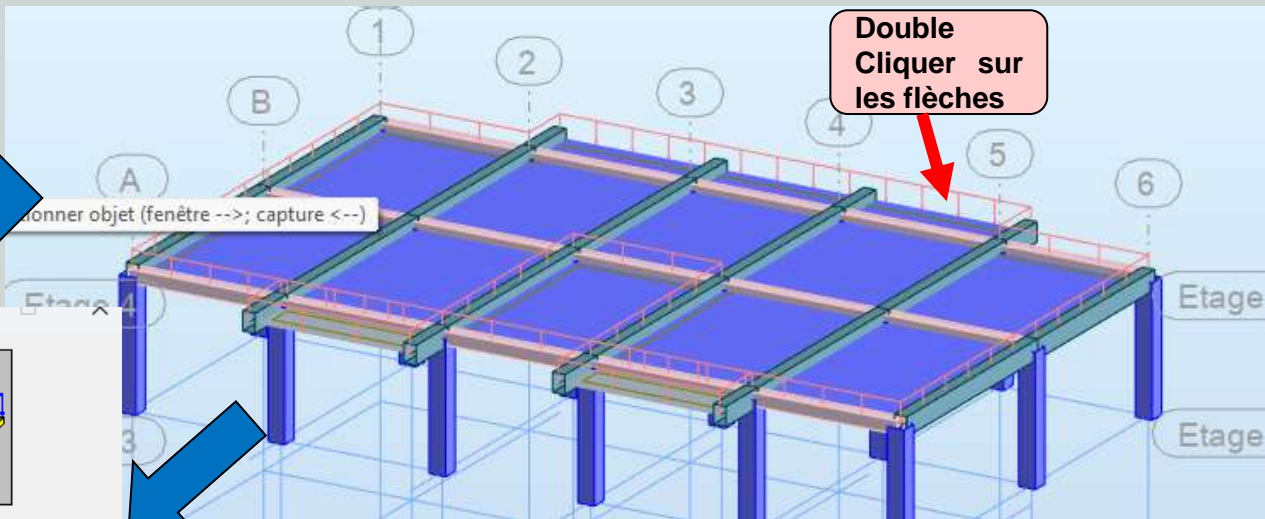
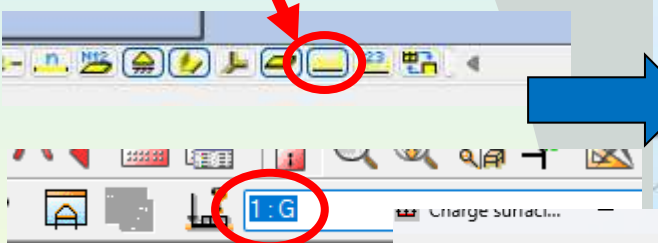
Les charges « G » et « Q » sont des KN/m², il faut les rendre linéaires KN/ml

Exemple : Poutrelle de la toiture

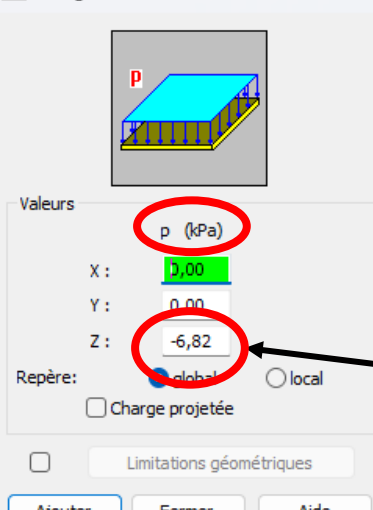
✓ Sélectionner le plancher toiture et lire les charges appliquées G et Q

Appuyer pour afficher les charges

Double Cliquer sur les flèches



Choisir « G »



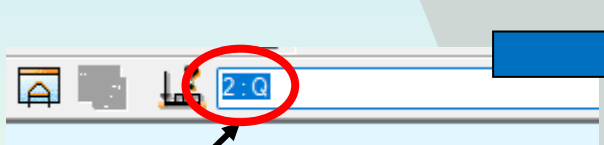
Lire la valeur de Pz = -6,82 KN/m² pour « G »

Pour « G »

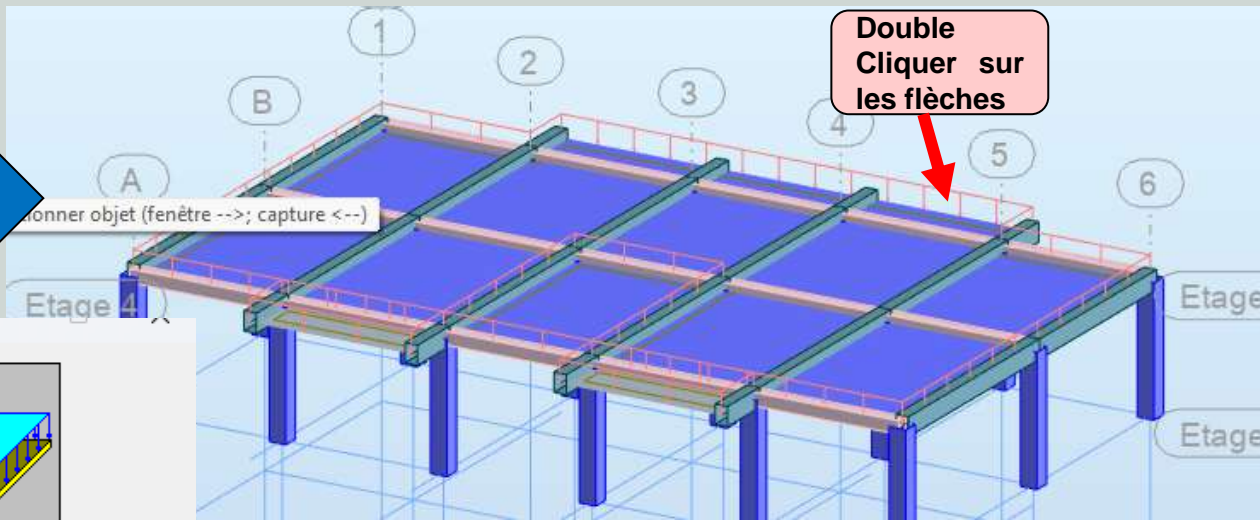
Charges à appliquer ?

Même chose pour « Q »

✓ Sélectionner le plancher toiture et lire les charges appliquées G et Q



Choisir « Q »



Charge structurale

Valeurs

	p (kPa)
X :	1,00
Y :	0,00
Z :	-1,00

Repère: global local

Charge projetée

Limitations géométriques

Ajouter Fermer Aide

Lire la valeur de $P_z = -1,0 \text{ KN/m}^2$ pour « Q »

Charges à appliquer ?

Les charges « G » et « Q » sont des KN/m², il faut les rendre linéaires KN/ml en les multipliant par la largeur de la table 60 cm

$$G : Pz = - 6,82 \times 0,6 = - 4,092 \text{ KN/ml}$$

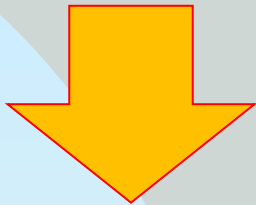
$$Q : Pz = - 1,0 \times 0,6 = - 0,6 \text{ KN/ml}$$

On peut par exemple choisir, 02 types de poutrelles pour toute la structure : la poutrelle de la terrasse et la poutrelle d'un plancher courant



Il faut modéliser la poutrelle avec ROBOT

**Aller vers ROBOT pour modéliser
la poutrelle**

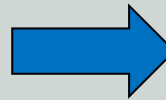
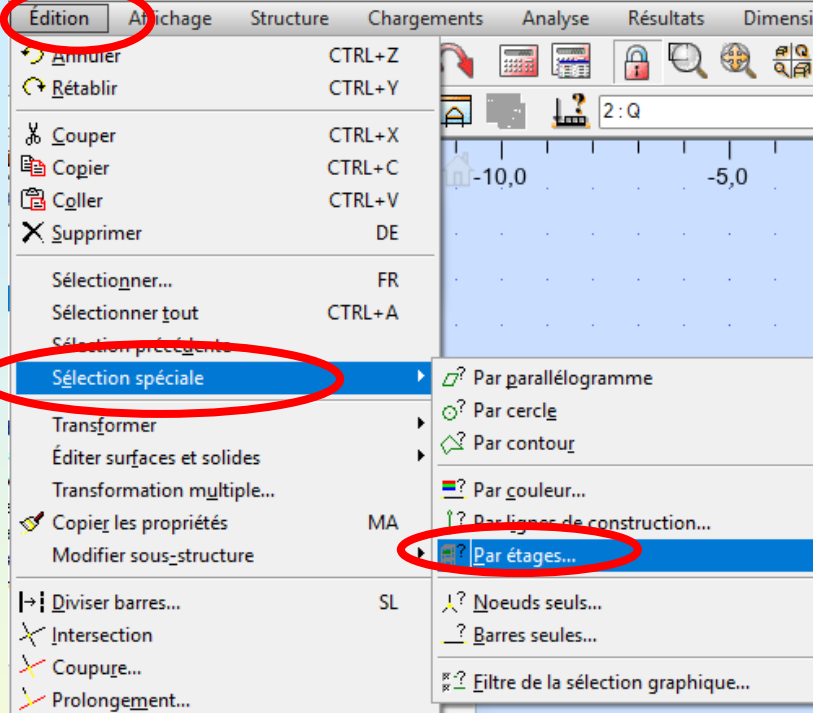


**Modélisation
poutrelle
terrasse
inaccessible**

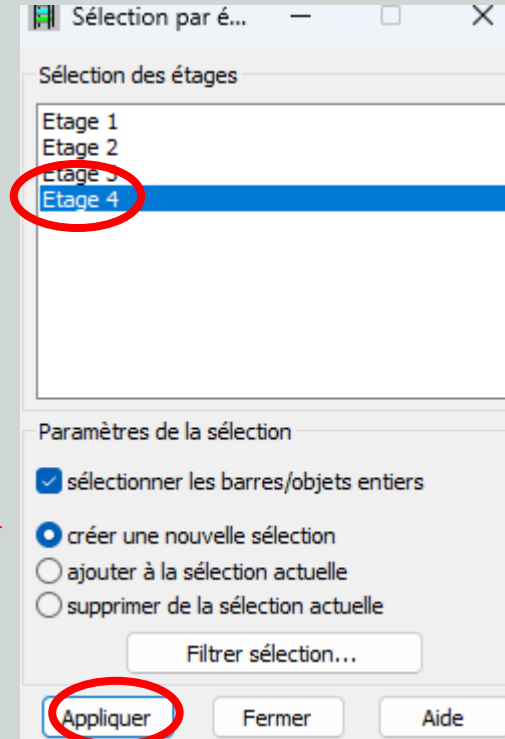
**Commencer par
définir la section de la
poutrelle puis la
charger**

2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

Aller à ROBOT, on sélectionne le plancher terrasse (**Edition/Sélection spéciale/par étages 4**)



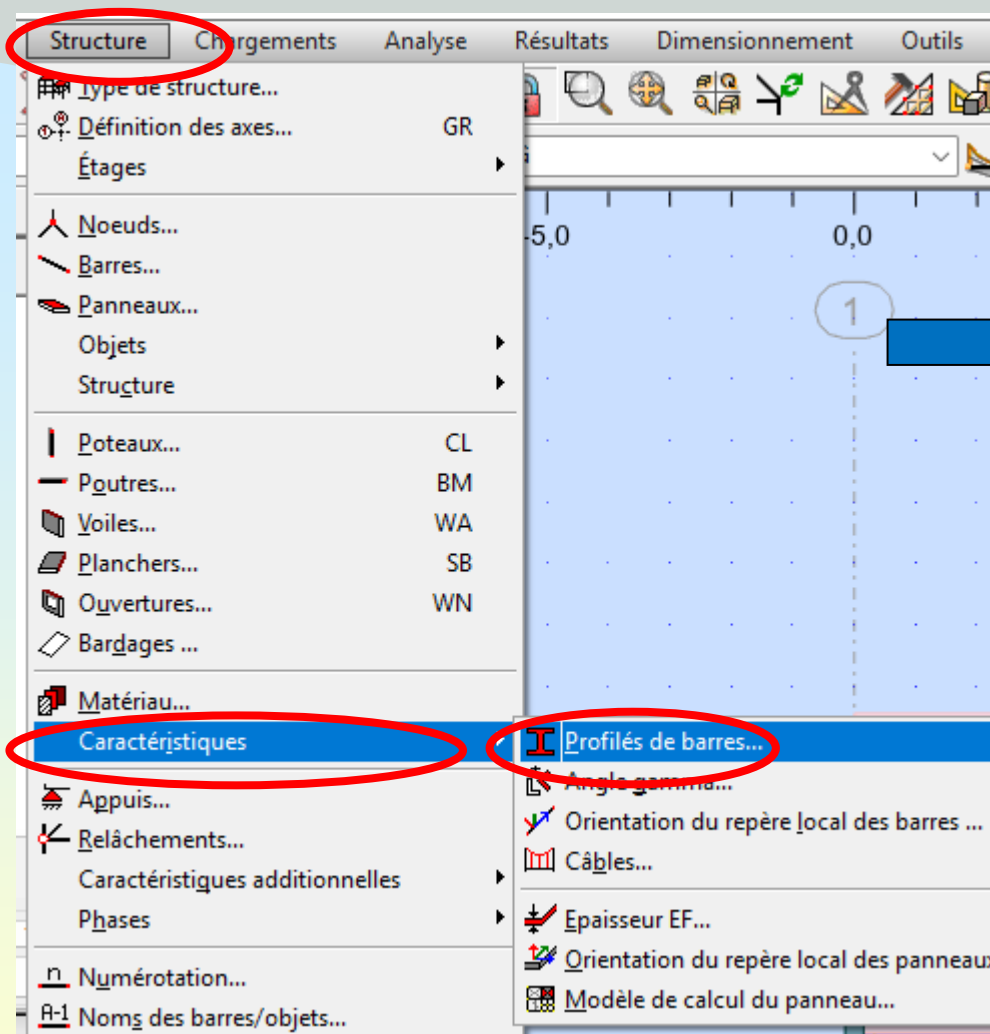
Choisir



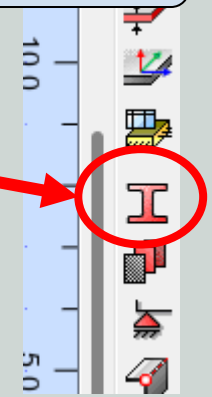
On définit la section en « T »

2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

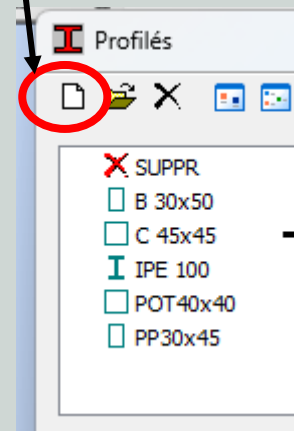
On définit une nouvelle section en « T »
(Structures/Caractéristiques/Profils de barres)



Ou bien appuyer
directement



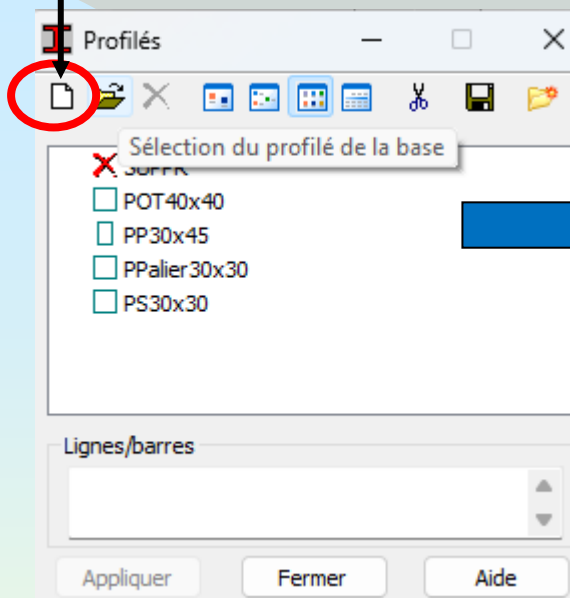
Choisir
Nouveau



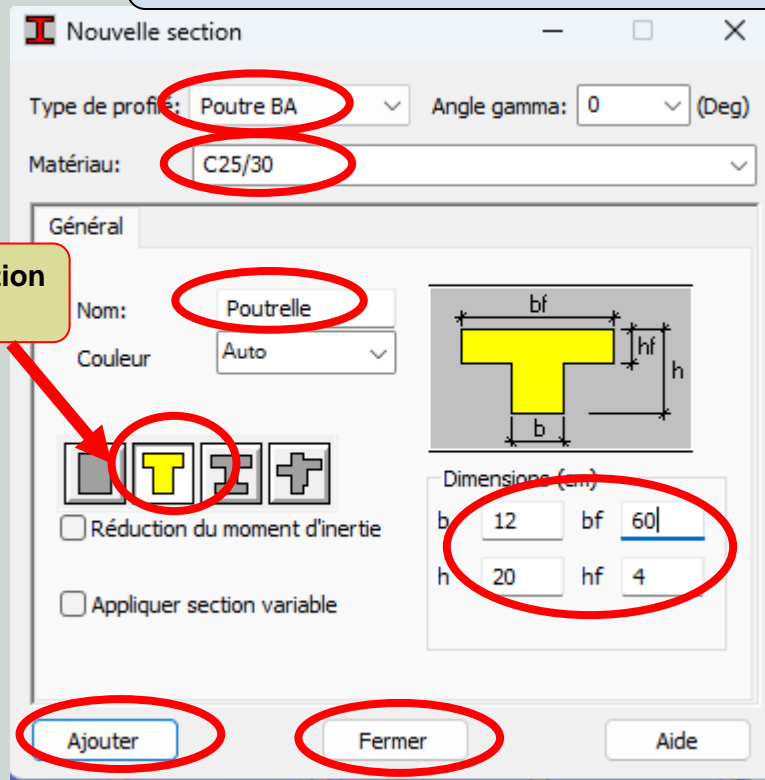
On définit la section en « T »

2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

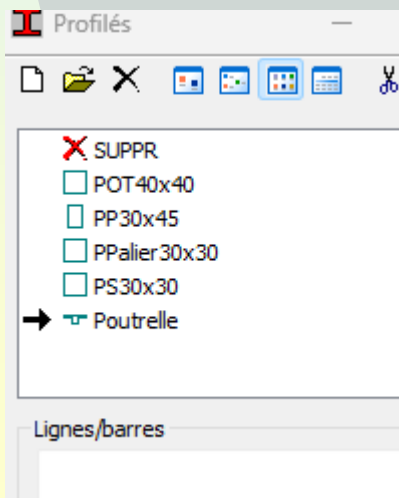
Choisir Nouveau



Choisir section en « T »



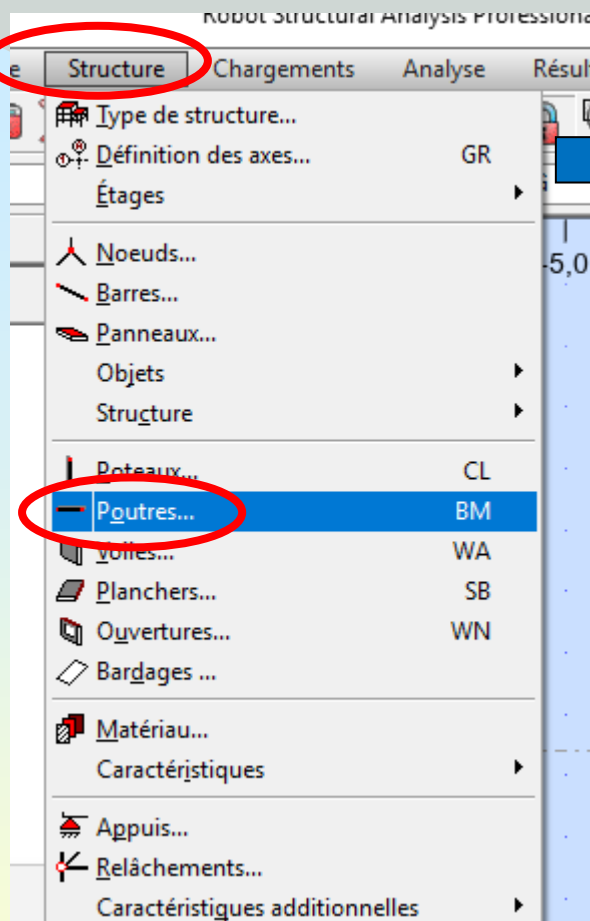
On définit une nouvelle section en « T »
(Structures/Caractéristiques/Profilés de barres)



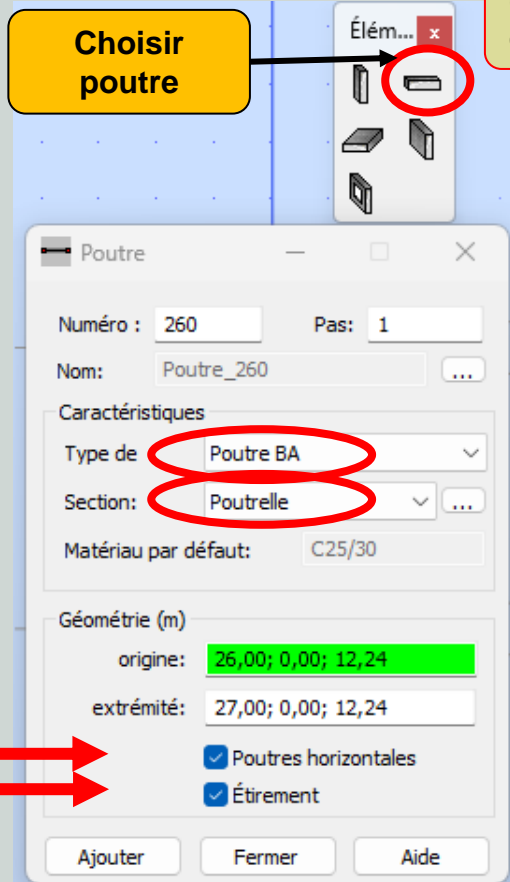
On définit l'élément de construction et on dessine la poutrelle sur le plancher

2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

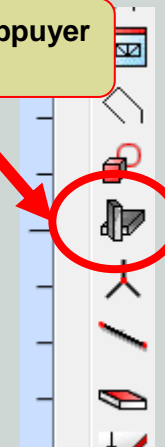
On définit l'élément de construction et on dessine la poutrelle sur la plancher terrasse



Choisir poutre



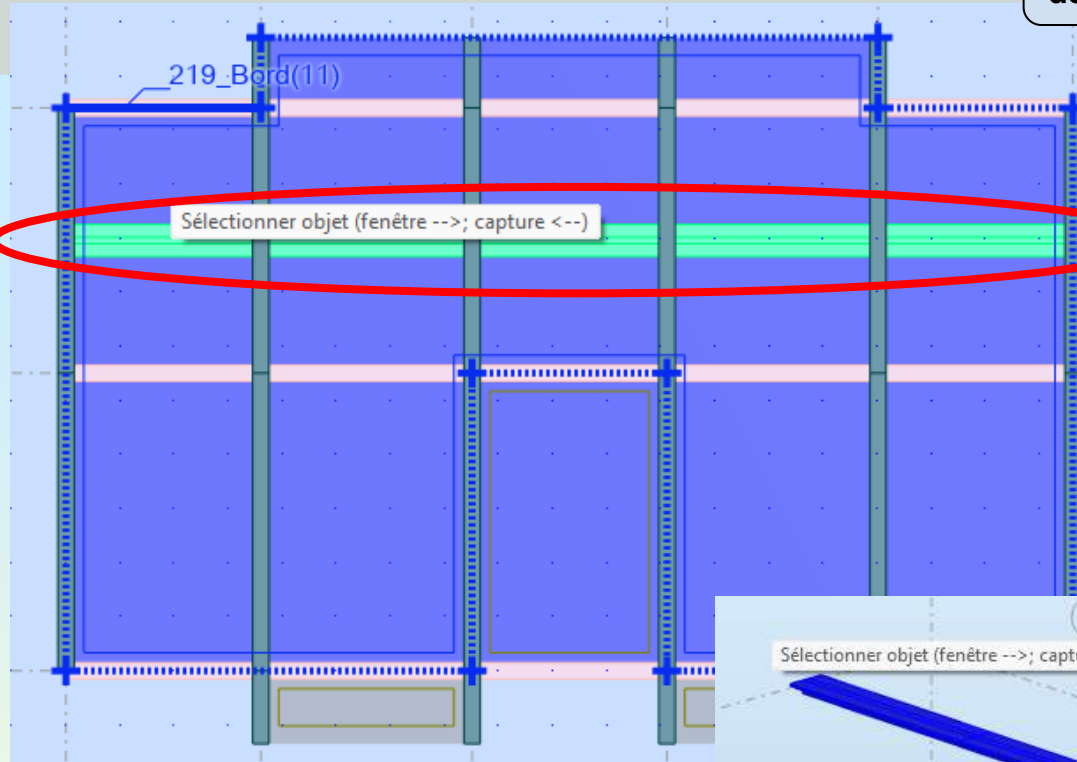
Ou bien appuyer directement



On dessine la section en « T » directement sur le plancher terrasse, dans n'importe quelle ligne, l'essentiel il y ait des intersections avec les poutres principales

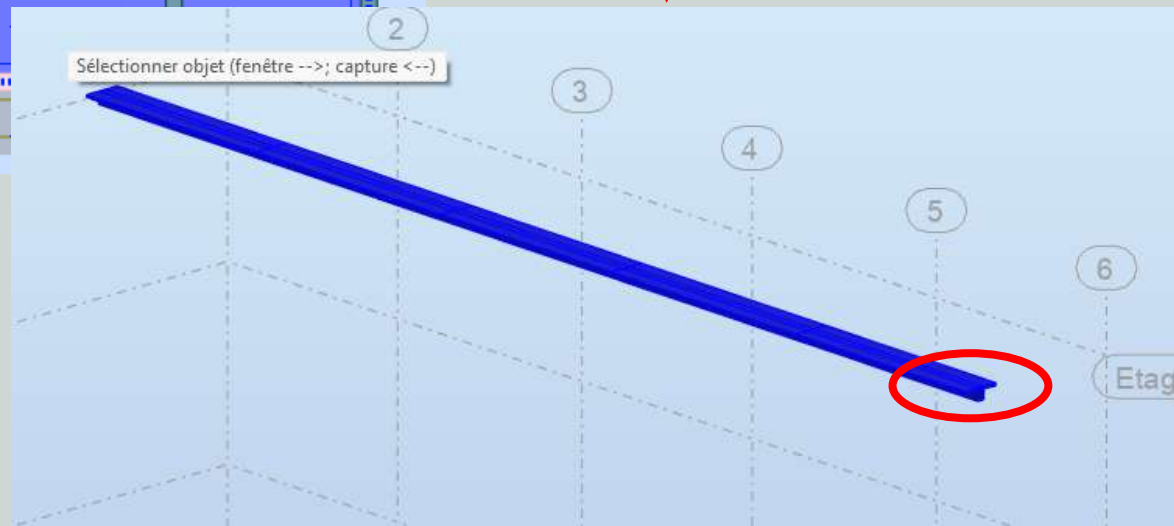
2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

On définit l'élément de construction et on dessine la poutrelle sur la plancher terrasse



Poutrelle en « T » dessinée

On peut sélectionner uniquement la poutrelle et vérifie sa section en « T » en 3D



On sélectionne la poutrelle et on la charge avec G_poutrelle et Q_poutrelle. On commence par définir d'abord les cas de charge de la poutrelle

**Introduction des
charges permanentes
« G_poutrelle et
d'exploitation
Q_poutrelle sur la
poutrelle »**

2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

On définit l'élément de construction et on dessine la poutrelle sur la plancher terrasse



Choisir Cas de charge

Cas de charge

Description du cas

Número: 1 Préfixe: PERM1

Nature: permanente Signature: poids propre

Nom: G_poutrelle

Ajouter Modifier

Liste des cas définis:

N°	Nom de cas	Nature
→ 1	G	poids propre
2	Q	d'exploitation
3	ELU	poids propre
4	ELS	poids propre
5	Modale	
6	Ex	sismique
8	Ey	sismique
9	G+ψQ	poids propre
10	G+ψQ+Ex+0,3 Ey	poids propre

Supprimer Supprimer tout

Fermer Aide

Puis, Q

Cas de charge

Description du cas

Número: 18 Préfixe: PERM11

Nature: d'exploitation

Nom: Q_poutrelle

Ajouter Modifier

Liste des cas définis:

N°	Nom de cas	Nature
11	G+ψQ+Ex-0,3 Ey	poids propre
12	G+ψQ-Ex+0,3 Ey	poids propre
13	G+ψQ-Ex-0,3 Ey	poids propre
14	G+ψQ+0,3 Ex+Ey	poids propre
15	G+ψQ+0,3 Ex-Ey	poids propre
16	G+ψQ-0,3 Ex+Ey	poids propre
17	G+ψQ-0,3 Ex-Ey	poids propre
→ 18	G_poutrelle	poids propre

Supprimer Supprimer tout

15	G+ψQ+0,3 Ex-Ey	poids propre
16	G+ψQ-0,3 Ex+Ey	poids propre
17	G+ψQ-0,3 Ex-Ey	poids propre
18	G_poutrelle	poids propre
→ 19	Q_poutrelle	d'exploitation

Supprimer Supprimer tout

Fermer Aide

On charge la poutrelle avec G_poutrelle=-4,092 KN/ml et Q_poutrelle=-0,6 KN/ml

2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

Plancher poutrelle

On commence par les charges « G » de la poutrelle puis Q (Chargement/Définir charges)

Commencer par sélectionner la poutrelle

Charge permanente « G_poutrelle »

Vérifier qu'il s'agit de « G_poutrelle »

Éléments sélectionnés pour les charger

Ou bien, directement

Même chose pour Q_poutrelle

The image shows a screenshot of the ROBOT software interface with several annotations. The 'Chargements' menu is open, with 'Définir charges...' selected. The 'Définir charges' dialog is open, showing 'Cas n°: 18 : G_poutrelle' and 'Sélection: Noeud Barre Surface Poids et masse'. The 'Barre' option is selected in the 'Sélection' section. The 'Appliquer' button is highlighted. The 'Charge uniforme' dialog is also open, showing the 'Z' value set to -4.092. Annotations include a blue arrow pointing from the 'Définir charges...' menu item to the dialog, another blue arrow pointing from the 'Barre' selection to the 'Charge uniforme' dialog, and a red arrow pointing from the 'Barre' icon in the dialog to the 'Charge uniforme' dialog. A red circle highlights the 'Z' value in the 'Charge uniforme' dialog. A yellow box contains the text 'Vérifier qu'il s'agit de « G_poutrelle »' with an arrow pointing to the 'Cas n°' field. A yellow box contains the text 'Éléments sélectionnés pour les charger' with an arrow pointing to the 'Appliquer' button. A yellow box contains the text 'Ou bien, directement' with an arrow pointing to the 'Barre' icon in the dialog. A pink box contains the text 'Même chose pour Q_poutrelle' with an arrow pointing to the 'Barre' icon. A pink box contains the text 'Commencer par sélectionner la poutrelle' with an arrow pointing to the 'Barre' icon. A green box contains the text 'Charge permanente « G_poutrelle »'. The background shows a 3D model of a beam structure.

2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

Plancher poutrelle

Même chose pour Q_poutrelle
(Chargement/Définir charges)

Commencer par sélectionner la poutrelle

Charge d'exploitation « Q_poutrelle »

Vérifier qu'il s'agit de « Q_poutrelle »

Éléments sélectionnés pour les charger

Ou bien, directement

Vérifier les charges avant de lancer le calcul

Structure Chargements Analyse Résultats Dimensionner

Cas de charge...
Définir charges... LD
Combinaisons manuelles...
Combinaisons automatiques...

Tableau - chargements
Tableau - combinaisons
Tableau - masses

Sélectionner cas de...
Sélectionner compo...
Sélectionner modes propres...
Sélectionner type de résultats
Vent & neige
Simulation des charges de vent
Autres charges

Charge

Cas n°: 19 : Q_poutrelle
Sélection: Charge uniforme

Noeud Barre Surface Poids et masse

Appliquer à
255A259

Appliquer Fermer Aide

Charge unifor...

Valeurs

	p (kN/m)	(Deg)
X:	0,00	0,00
Y:	0,00	0,00
Z:	-0.6	0,00

Dans le repère: global local

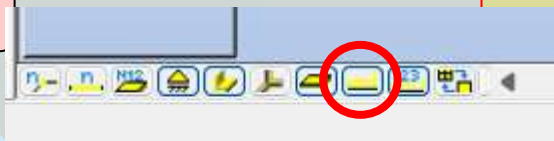
Charge projetée

Charges excentrées

Ajouter Fermer Aide

2. Modélisation de la poutrelle avec ROBOT

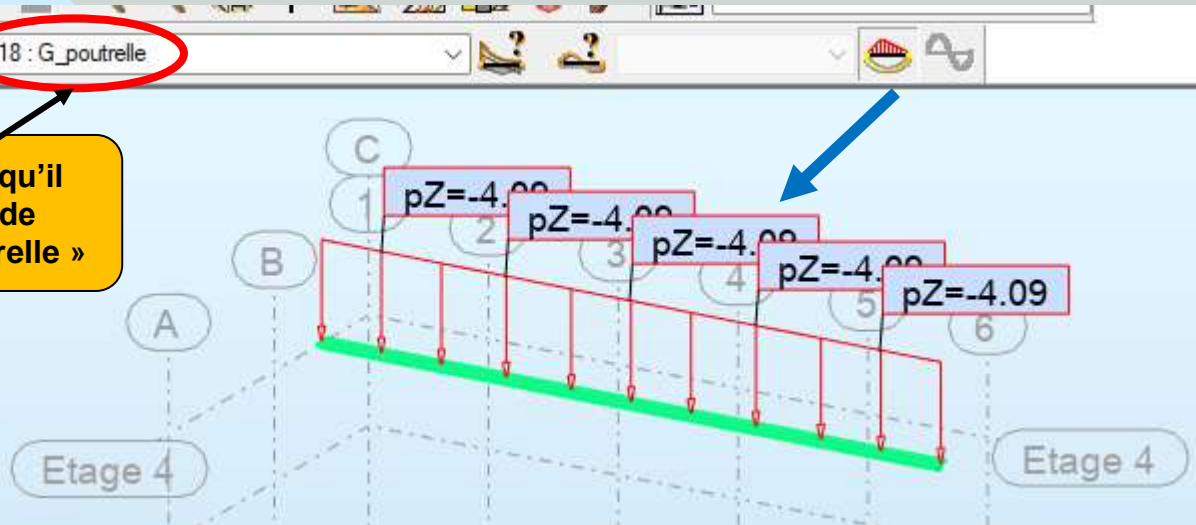
Afficher les charges



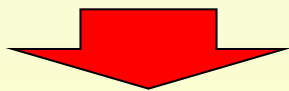
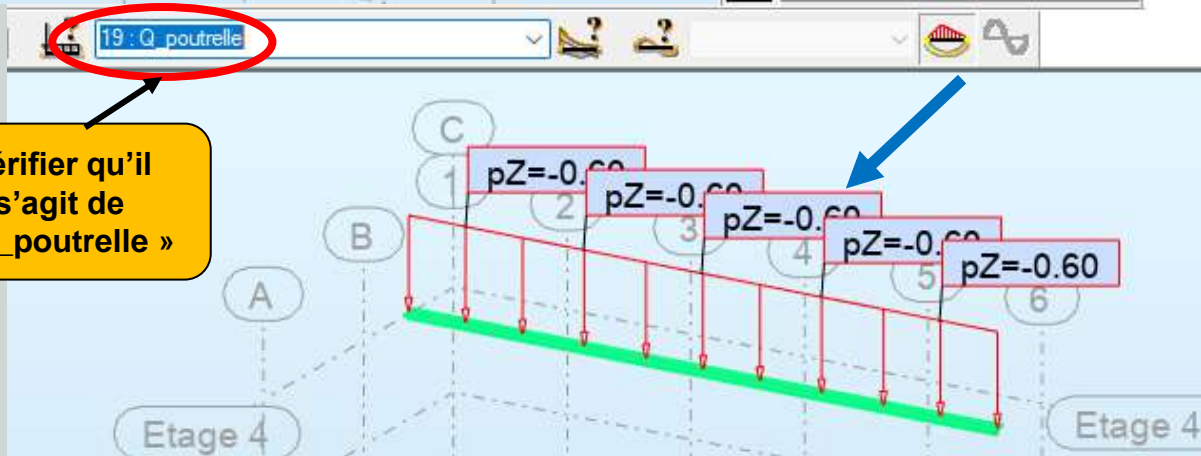
Vérification des charges sur la poutrelle

Afficher les charges G_poutrelle puis Q_poutrelle

Vérifier qu'il s'agit de « G_poutrelle »

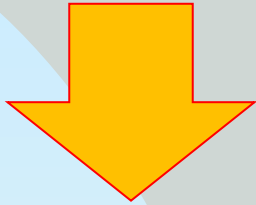


Vérifier qu'il s'agit de « Q_poutrelle »



Lancer le calcul

**Aller vers EXPERT BA pour
calculer le ferrailage de la poutrelle**



**Ferrailage des
poutrelles**

**Commencer par
calculer les armatures
longitudinales**

3. Armatures longitudinales

Le ferrailage des poutrelles : **longitudinal**

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

En appui

Flexion simple

En travée

Tirer uniquement les moments (M_y) (par filtre)

ELU
Accidentelles (08)
+Ex + Ey

On s'intéresse à « $M_{y\max}$ », en appui et en travée

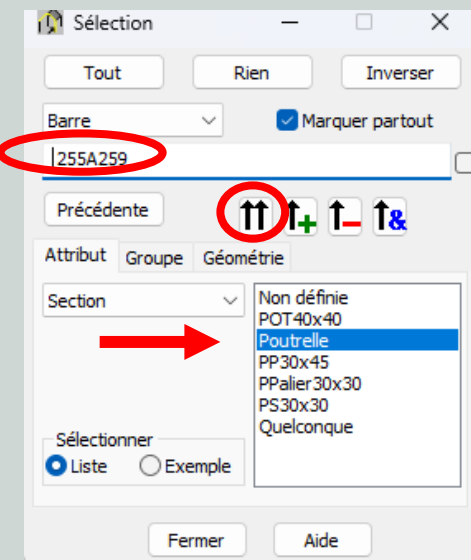
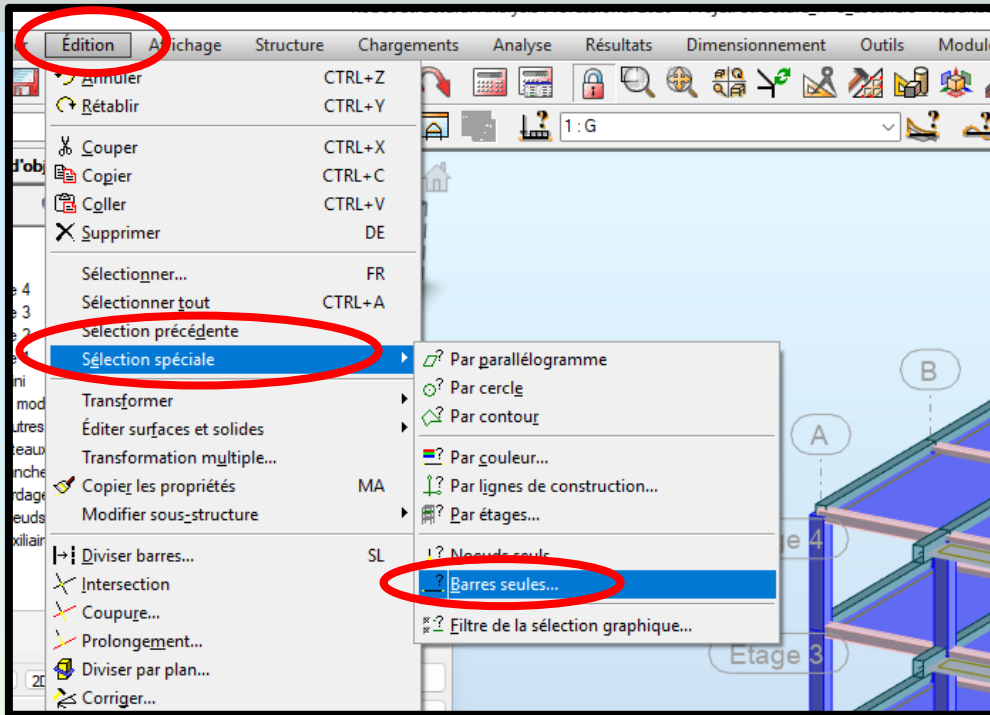
Des 02 combinaisons (ELU, ELA), on prend les valeurs recherchées ($M_{y\max}$)

EXPERT BA

Choix d'armature pour la section

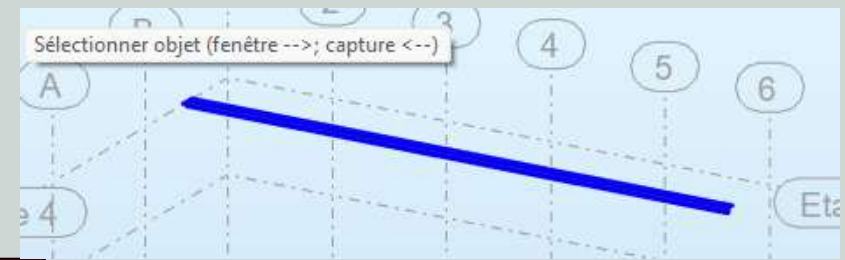
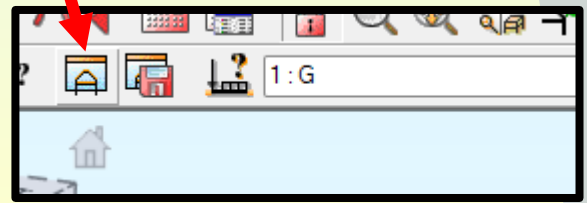
3. Armatures longitudinales

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



Choisir

Cliquer

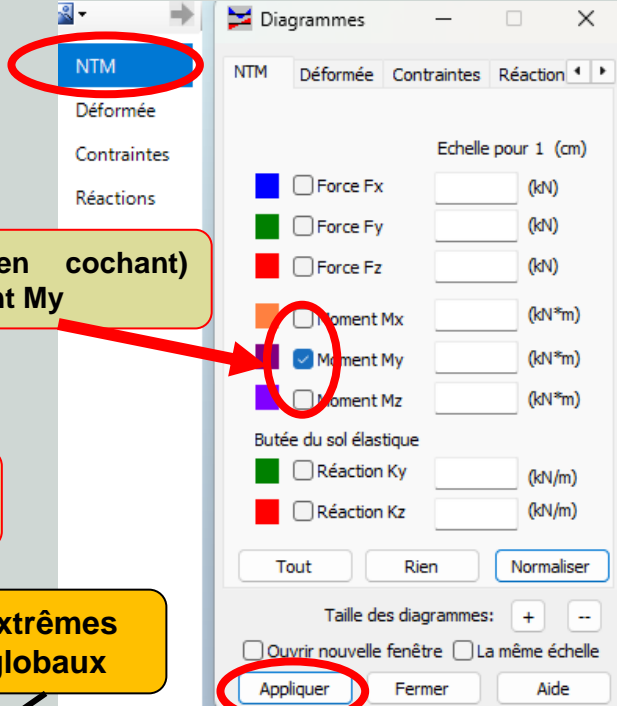
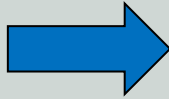
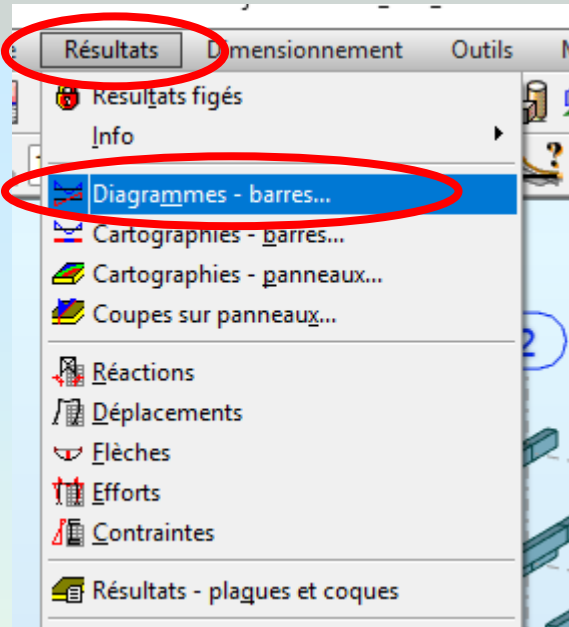


On tire alors seules les sollicitations de la poutrelle My



3. Armatures longitudinales

Après calcul (ROBOT, on sélectionne la poutrelle et on tire les différentes sollicitations correspondantes (My) (Résultats/Diagramme des barres)



Choisir (en cochant) uniquement My

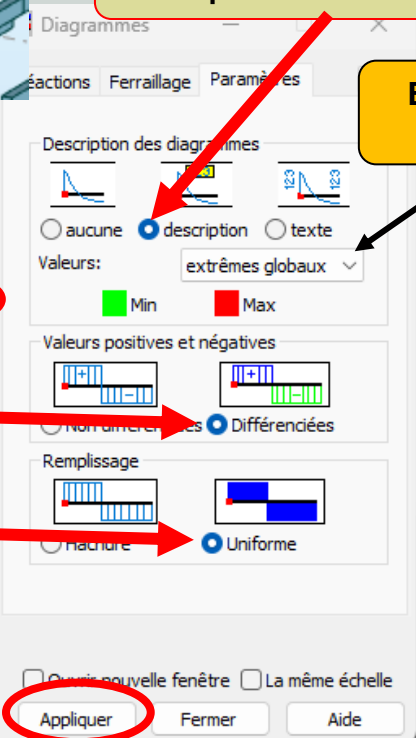
Choisir (en cochant) Description

Extrêmes globaux

Paramètres

Choisir (en cochant) Différenciées

Choisir (en cochant) Uniforme



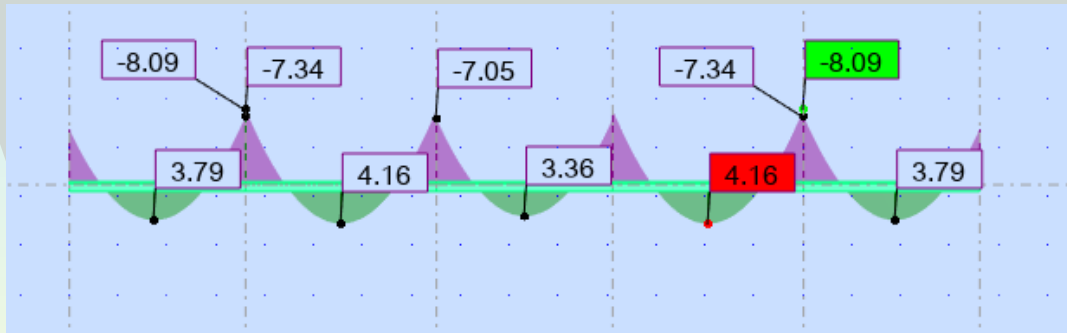
On veut lire sur les diagrammes Mymax (pour la poutrelle)

3. Armatures longitudinales

Après calcul (ROBOT, on sélectionne la poutrelle et on tire les différentes sollicitations correspondantes (My) (Résultats/Diagramme des barres)

Si on veut ferrailer toutes les poutrelles de la même manière

En vue 2D (XZ), ça donne directement Mymax en appui et en travée pour toute la poutrelle



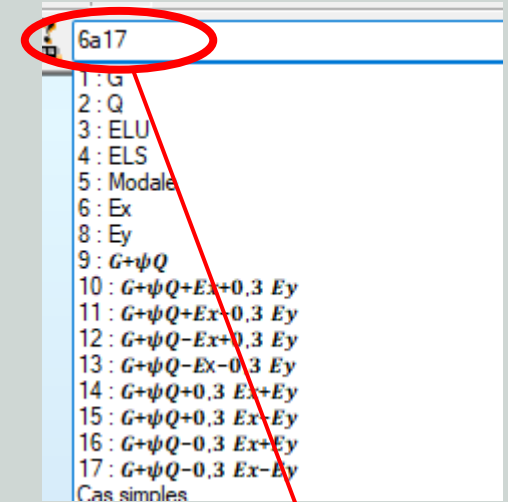
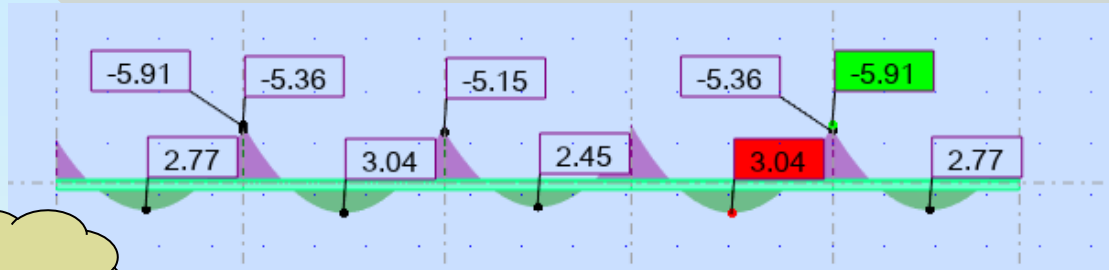
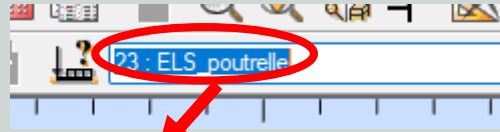
ELU

Mymax en travée = 4,16 KN.m
Mymax en appui = -8,09 KN.m

Même chose à ELS et ELA

3. Armatures longitudinales

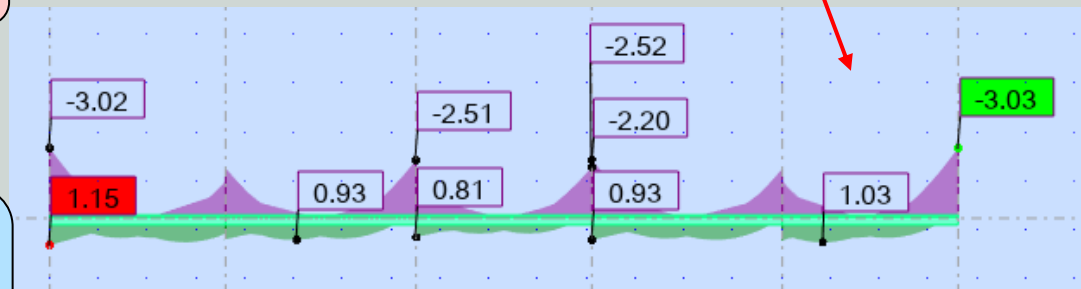
Après calcul (ROBOT, on sélectionne la poutrelle et on tire les différentes sollicitations correspondantes (My) (Résultats/Diagramme des barres)



6a17
1: G
2: Q
3: ELU
4: ELS
5: Modale
6: Ex
8: Ey
9: G+ψQ
10: G+ψQ+Ex+0,3 Ey
11: G+ψQ+Ex+0,3 Ey
12: G+ψQ-Ex+0,3 Ey
13: G+ψQ-Ex-0,3 Ey
14: G+ψQ+0,3 Ex+Ey
15: G+ψQ+0,3 Ex-Ey
16: G+ψQ-0,3 Ex+Ey
17: G+ψQ-0,3 Ex-Ey
Cas simples

ELS

Mymax en travée = 3,04 KN.m
Mymax en appui = -5,91 KN.m



ELA

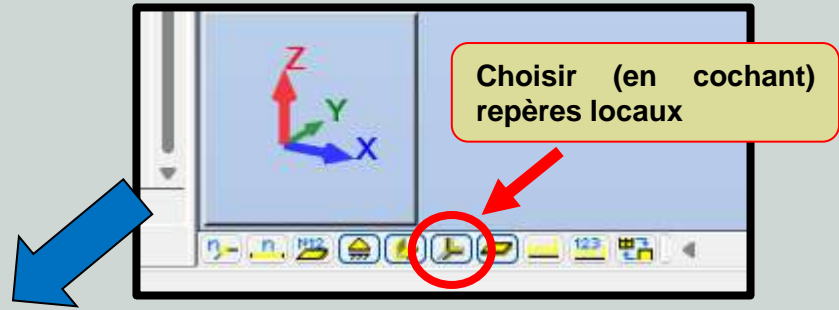
Mymax en travée = 1,03 KN.m
Mymax en appui = -3,03 KN.m

Si on veut ferrailer chaque portique à part, on choisit une vue 2D et on prend les valeurs max de chaque portique

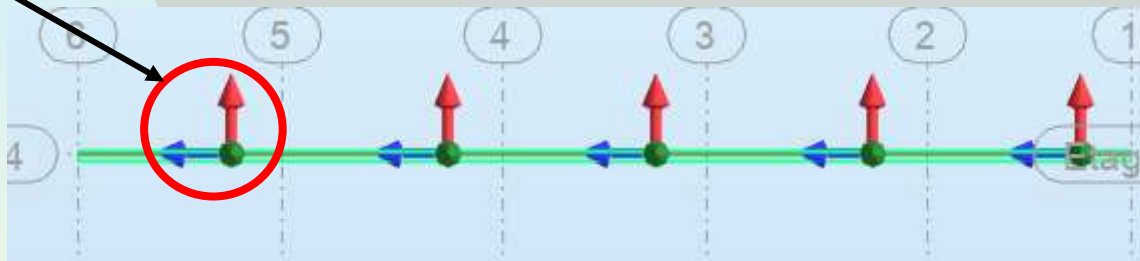
En vue 2D (ex. YZ) , ça donne Mymax en appui et en travée pour la poutrelle considérée

3. Armatures longitudinales

Vérification des axes (x, y et z)

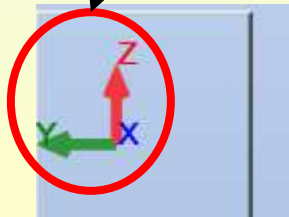


Repère local



- ✓ **Bleu** : axe x (localement effort normal)
- ✓ **Vert** : axe y (localement Moment M_y (en vert) autour de l'axe Y)
- ✓ **Rouge** : axe z (localement effort tranchant suivant z)

Repère global



Résultats M_{max} en appui et en travée ?

3. Armatures longitudinales

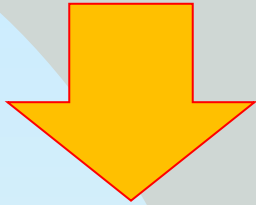
	Valeurs maximales M_{max}	
Cas	En appui	En travée
ELU	-8,09	4,16
ELS	-5,91	3,04
ELA	-3,03	1,03

On peut faire la même démarche pour l'effort tranchant (F_z) pour les armatures transversales



Aller à EXPERTY BA et calculer les aciers longitudinaux de la poutrelle

**Aller vers EXPERT BA pour calculer
le ferrailage de la poutrelle**



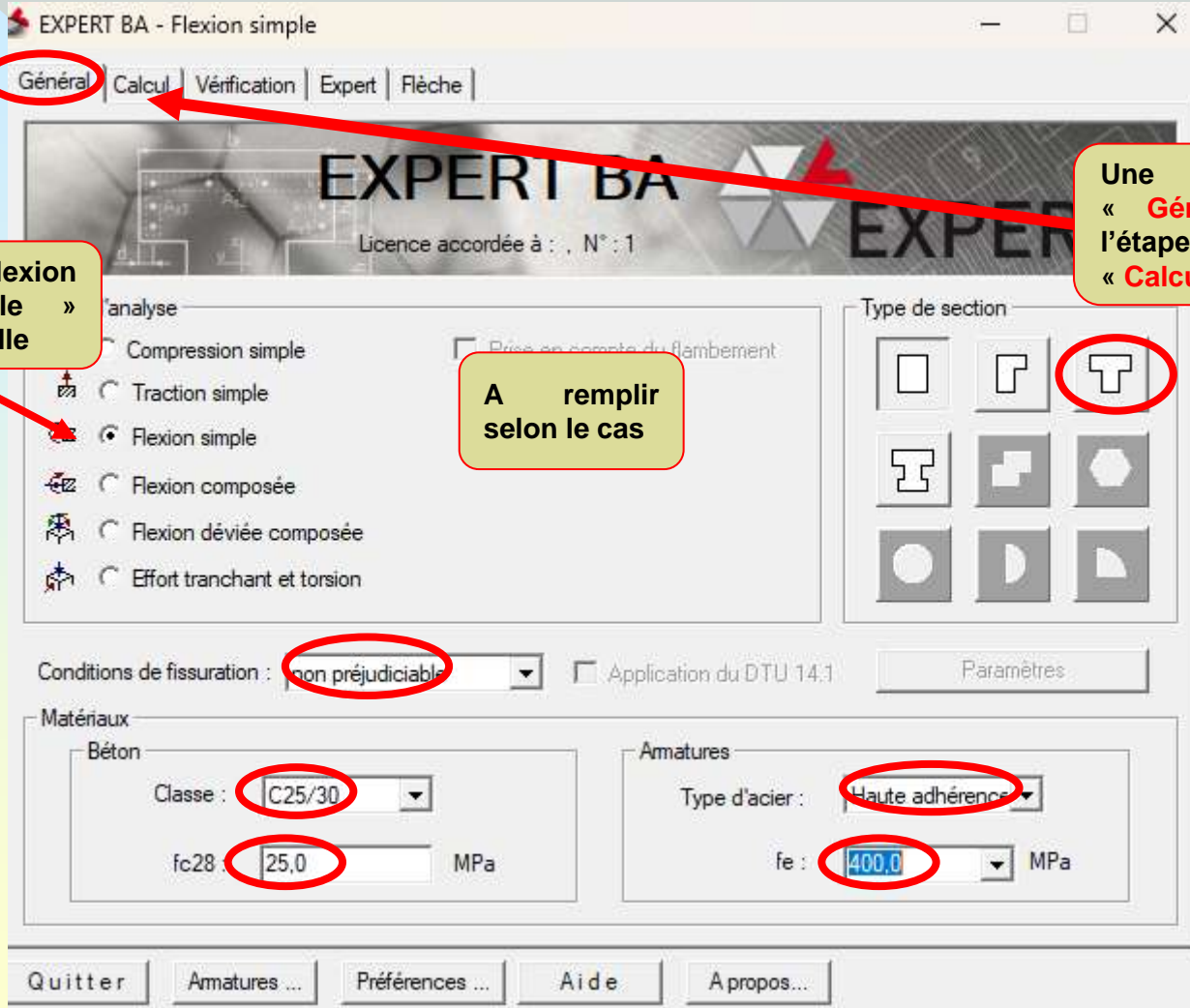
**Calcul du
ferrailage**

**Lancer
EXPERT BA**

3. Armatures longitudinales

**EXPERT
BA**

Calcul en flexion simple



Choisir « Flexion déviée simple » pour la poutrelle

A remplir selon le cas

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

Calcul, en appui et en travée

3. Armatures longitudinales

Uniquement ELU et ELA

EXERT
BA

Valeurs en travée

Charges (kN*m)

ELU : $M_{max} = 4.16$ $M_{min} = 0.00$

ELS : $M_{max} = 0.00$ $M_{min} = 0.00$

ELA : $M_{max} = 1.03$ $M_{min} = 0.00$

Prise en compte des armatures comprimées

Résultats

$A_{s1} = 0.7$ cm2 $A_{s2} = 0.0$ cm2

% d'armatures $\rho = 0.31\%$

Valeurs réglementaires

% d'armatures minimum $\rho_{min} = 0.17\%$

% d'armatures maximum $\rho_{max} = N/A$

Section (cm)

b = 12.0 Bloquée

h = 20.0

$b_f = 60.0$ $h_f = 4.0$

$d_1 = 2.0$ $d_2 = 2.0$

CALCULER Note

Appuyer, une fois terminé les données

A remplir selon le cas

Valeurs en appui

Charges (kN*m)

ELU : $M_{max} = 8.09$ $M_{min} = 0.00$

ELS : $M_{max} = 0.00$ $M_{min} = 0.00$

ELA : $M_{max} = 3.03$ $M_{min} = 0.00$

Prise en compte des armatures comprimées

Résultats

$A_{s1} = 1.3$ cm2 $A_{s2} = 0.0$ cm2

% d'armatures $\rho = 0.61\%$

Valeurs réglementaires

% d'armatures minimum $\rho_{min} = 0.17\%$

% d'armatures maximum $\rho_{max} = N/A$ Dispositions sismiques

Section (cm)

b = 12.0 Bloquée

h = 20.0

$b_f = 60.0$ $h_f = 4.0$

$d_1 = 2.0$ $d_2 = 2.0$

CALCULER Note

Récapitulatif, Sections calculées, à comparer avec RPA2024 et BAEL99

3. Armatures longitudinales

BAEL99

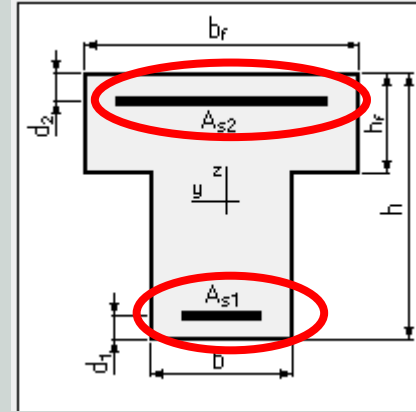
$$A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} b \cdot d$$

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28}$$

$$d = 0,9 h$$

Choix des sections

Cas	ELU			
	As1 (cm2)	As2 (cm2)	Amin RPA (cm2)	Amin BAEI (cm2)
Appui	1,3	0,0	2,16	0,26
Travée	0,7	0,0	2,16	0,26



RPA2024

Armatures longitudinales

HA.

% minimal

❖ 0,5 % en toute section = $0,5\% \times 0,0432 = 2,16 \text{ cm}^2$

% maximal

❖ 4 % en zone courante = $4\% \times 0,0432 = 17,28 \text{ cm}^2$

❖ 6 % en zone de recouvrement = $6\% \times 0,0432 = 25,92 \text{ cm}^2$

❖ Longueur minimale des recouvrements :

50 ϕ en zones I, II et III

❖ L'ancrage des armatures longitudinales supérieures et inférieures dans les poteaux de rive et d'angle avec des crochets de 90° (voir figure)

❖ Les cadres du nœud en 2U superposés formant un carré ou rectangle.

❖ Les directions de recouvrement des U doivent être alternées.

A vérifier

Pour choisir sections d'acier

3 * HA 12 = 3,39 cm²

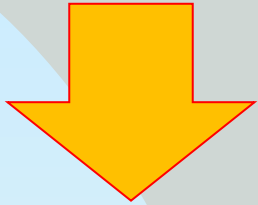
On choisit :

En appui: 3 HA 12 (filante) (3,39 cm²)

En travée: 3 HA 12 (filante) (3,39 cm²)

Armatures transversales

**Aller vers EXPERT BA pour
calculer le ferrailage de la poutrelle**



**Ferrailage
transversal**

**Calcul sections
transversales
et espacements**

4. Armatures transversales

Il faut

Ferraillage
Transversale

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

Armatures transversales

Armatures Transversales

Valeur maximale de l'espacement entre armatures transversales.

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

- ✓ Φ_t : diamètre des armatures de confinement
- ✓ Φ_l : diamètre minimal des barres longitudinales

- ❖ Diamètre Φ_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

Sollicitations tangentés

A tirer de ROBOT

$F_{zmax}?$

Efforts tranchants

Max { ELU
Accidentelles (08)

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

$$\frac{A_t}{t} = \frac{\rho_a V_u = (F_{ymax} \text{ ou } F_{zmax})}{h_1 f_e}$$

On vérifie

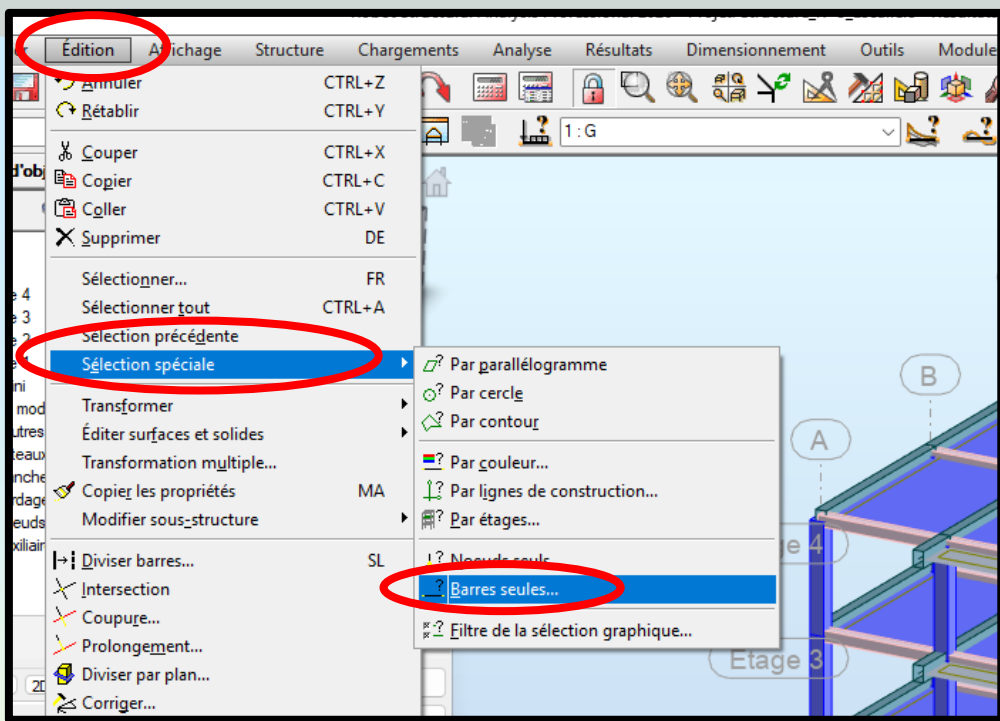
$$A_{t_calc} \geq A_t = 0,003 s. b$$



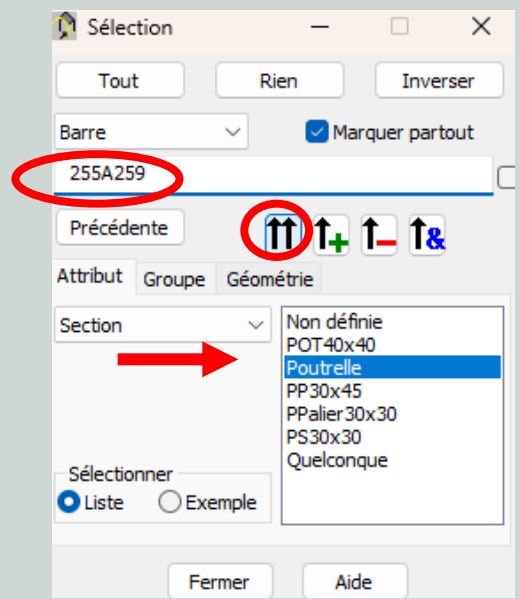
Aller vers ROBOT pour tirer Fzmax

4. Armatures transversales

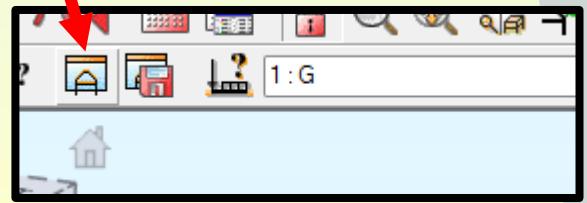
Après calcul (ROBOT, on sélectionne poutrelle et on tire les différentes sollicitations correspondantes(**Edition/Sélection spéciale/Barres seules**)



Choisir



Cliquer

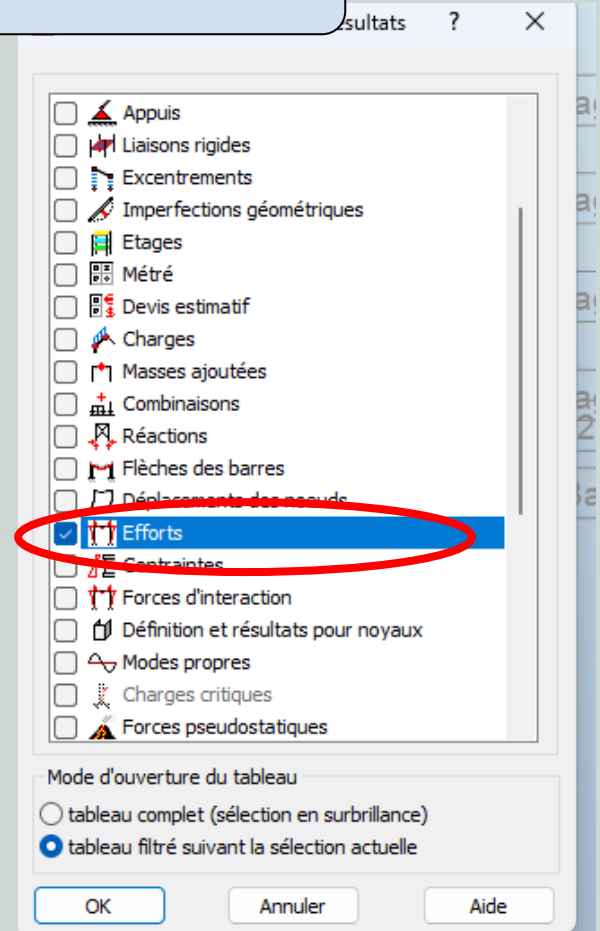
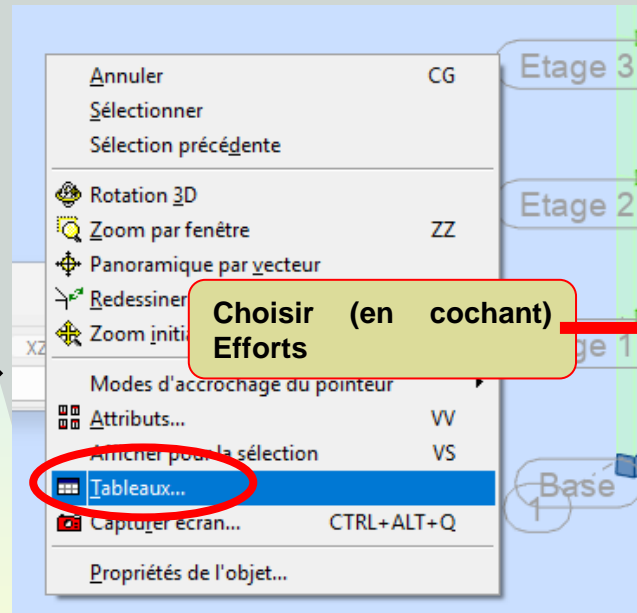
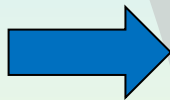


On tire alors seules les efforts tranchants Fz des poutres

4. Armatures transversales

Après calcul, on peut déterminer les efforts tranchants (F_z) (Résultats/Efforts)

Double cliquer sur l'écran principal



On veut sortir F_z (due ELU et ELA)

4. Armatures transversales

Tableaux de données et de résultats ?

- Appuis
- Liaisons rigides
- Excentrement
- Imperfections géométriques
- Etages
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Efforts**
- Contraintes
- Forces d'interaction
- Définition et résultats pour noyaux
- Modes propres
- Charges critiques
- Forces pseudostatiques

Mode d'ouverture du tableau
 tableau complet (sélection en surbrillance)
 tableau filtré suivant la sélection actuelle

OK Annuler Aide

Efforts Fz
ELU

Choisir (en cochant)
Efforts

Choisir le cas de charge
: *ELU (poutrelle)*

ELU

22 : ELU_poutrelle

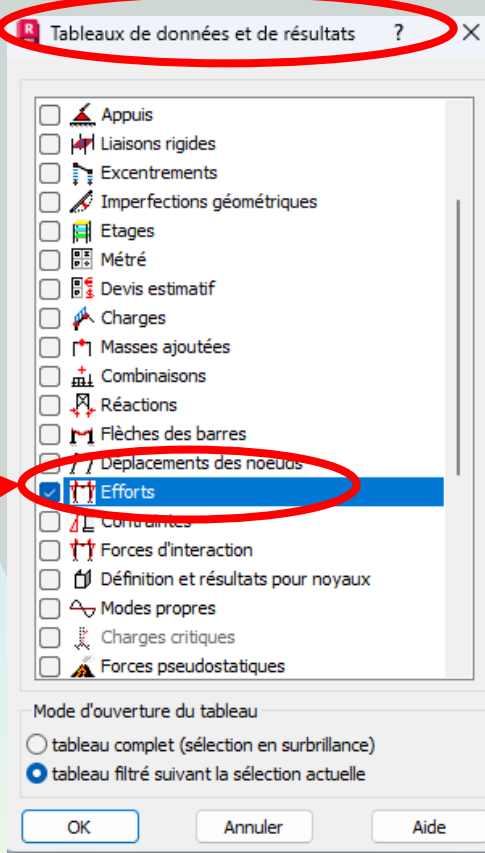
Choisir
« Extrêmes globaux »

Valeurs / Enveloppe / **Extrêmes globaux** / Info /

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	13,99	4,07	12,87	2,97	2,38	9,79
Barre	183	181	200	202	190	186
Noeud	112	110	138	139	145	141
Cas	22 (C)	22 (C)	22 (C)	22 (C)	22 (C)	22 (C)
MIN	-0,90	-4,10	-12,54	-2,97	-13,09	-8,80
Barre	175	186	258	192		
Noeud	104	115	437	134		
Cas	22 (C)	22 (C)	22 (C)	22 (C)		

Prendre
uniquement Fzmax

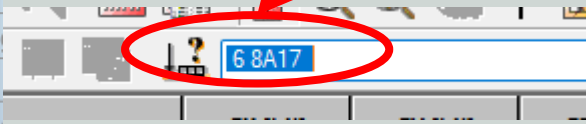
4. Armatures transversales



**Efforts Fz
ELA**

**Choisir le cas de charge
: ELA (6 A 17)**

**Même
chose
ELA**



**Choisir
« Extrêmes
globaux »**



	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	675,63	50,77	86,43	15,64	35,56	56,25
Barre	9	63	195	248	14	3
Noeud	26	18	130	205	36	9
Cas	10 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)
Mode						
MIN	-39,59	-38,64	-94,10	-15,56		
Barre	83	4	195	248		
Noeud	66	19	136	206		
Cas	17 (C) (CQC)	17 (C) (CQC)	17 (C) (CQC)	17 (C) (CQC)	14 (C)	
Mode						

**Prendre
uniquement Fzmax**

4. Armatures transversales

Cas	Valeurs maximales F_{zmax}
ELU	12,87
ELA	-94,10

On peut calculer la section des aciers transversaux ainsi que les espacements en zone courante et nodale

Données

	Valeurs
$T = F_{zmax}$ (KN)	94,10
b (cm)	12
h (cm)	20
f_{c28} (Mpa)	25
f_e (Mpa)	400
ϕ_{lmin} (cm)	1,2



A vérifier, par la suite avec les RPA2024

4. Armatures transversales

BAEL

$$\phi_t \leq \min(\phi_l; \frac{h}{35}; \frac{b}{10})$$

$$S_t \leq \frac{A_t \cdot f_e \cdot 0,9 \cdot d}{\gamma_s \cdot V_u}$$

- ✓ A_t : Section totale des brins
- ✓ f_e : Limite d'élasticité de l'acier
- ✓ V_u : Effort tranchant maximal
- ✓ d : Hauteur utile de la poutre ($d=0,9h$)
- ✓ γ_s : Coefficient de sécurité de l'acier (= 1,15)

	Valeurs
$T = Fz_{max}$ (KN)	12,87
b (cm)	12
h (cm)	20
f_{c28} (Mpa)	25
f_e (Mpa)	400
ϕ_{lmin} (cm)	1,2

RPA2024

Armatures Transversales

Valeur maximale de l'espacement entre armatures transversales.

- ❖ $s = \text{Min}(h/4; 24\phi_t; 17,5 \text{ cm}; 6\phi_l)$ dans les zones critiques
- ❖ $s' \leq h/2$ en dehors de la zone nodale avec $s' = \text{min}(h/4; 12\phi_l)$ si armatures comprimées nécessaires

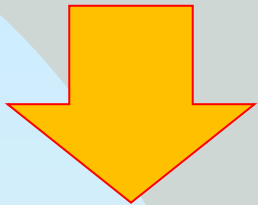
$$A_{t_choisie} = 2\phi 8 = 1,01 \text{ cm}^2$$

$$A_{t_calc} \geq A_t = 0,003 s \cdot b$$

Cas	Valeur calculée	Valeur choisie
ϕ_t (cm)	0,57	0,6
s (cm)	44,2 (BAEL) 7,2 (RPA)	7
s' (cm)	44,2 (BAEL) 10 (RPA)	10
A_t (cm ²)	0,72 (RPA)	1,01
	Condition vérifiée	

Vérifications (Contraintes et Flèche)

**Aller vers EXPERT BA pour
vérification des contraintes et
Flèche**



ELS

**Vérification des
contraintes et
de la flèche**

**Après le choix des
sections d'acier, il faut
vérifier les contraintes
et la flèche**

5. Vérifications

Déjà
déterminé

Contraintes à L'ELS

	Valeurs maximales Mymax	
Cas	En appui	En travée
ELU	-8,09	4,16
ELS	-5,91	3,04
ELA	-3,03	1,03



Aller à EXPERTY BA et vérifier les
contraintes

1. Vérifications des contraintes

Calcul des sections

F_{zmax} ?

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

Vérifications

F_{zmax} ?

ELS

Avec les sections déjà calculées

EXPERT
BA

Calcul des
contraintes
Max (Béton
et acier)

En travée

A comparer avec les contraintes limites
(béton et acier)

2. Vérifications de la flèche

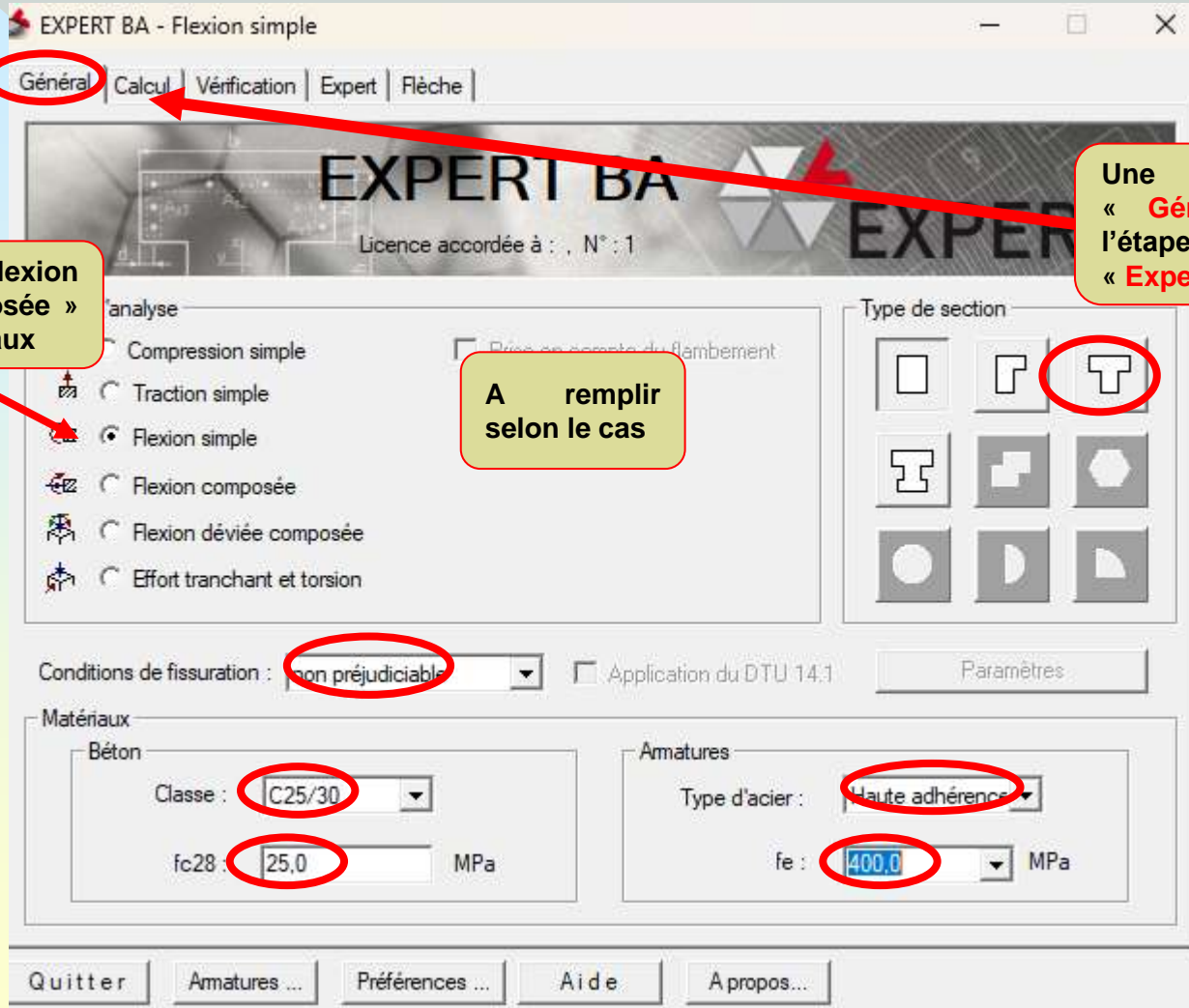
M_{ymax} ?

G

ROBOT

Calcul la
flèche avec
 $0,8 M_{ymax}$
(Forfaitaire)

A comparer avec les flèches admissibles



Choisir « Flexion déviée composée » pour les poteaux

A remplir selon le cas

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

Calcul, en appui et en travée

5. Vérifications

Uniquement ELS

ERT
BA

Valeurs en travée

Valeurs Choisies

Enrobage d=10% h

Résultats, à comparer avec les admissibles

Appuyer, une fois terminé les données

Béton:
 $\bar{\sigma}_{bc} = 0,6 f_{cj} = 0,6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$

Acier:
 $\bar{\sigma}_{st} = f_e = 400 \text{ MPa}$ (Peu préjudiciable)
 $\bar{\sigma}_{st} = \text{Min} \left\{ \frac{2f_e}{3}; \text{Max} \{ 0,5f_e; 110\sqrt{\eta f_{tj}} \} \right\}$
 (Préjudiciable)
 $\bar{\sigma}_{st} = 0,8 \text{Min} \left\{ \frac{2f_e}{3}; \text{Max} \{ 0,5f_e; 110\sqrt{\eta f_{tj}} \} \right\}$
 (Très préjudiciable)

$\bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$
 $\bar{\sigma}_{st} = 400 \text{ MPa}$

Avec:
 $\eta = 1,6$ (HA > 6 mm)
 $\eta = 1,3$ (HA < 6 mm)
 $\eta = 1,0$ (RL)

Conditions de contraintes vérifiées

Vérification de la flèche

Déjà
déterminé

Flèche

	Valeurs maximales Mymax	
Cas	En appui	En travée
G_poutrelle	-5,15	2,65
Q_poutrelle	-0,76	0,39

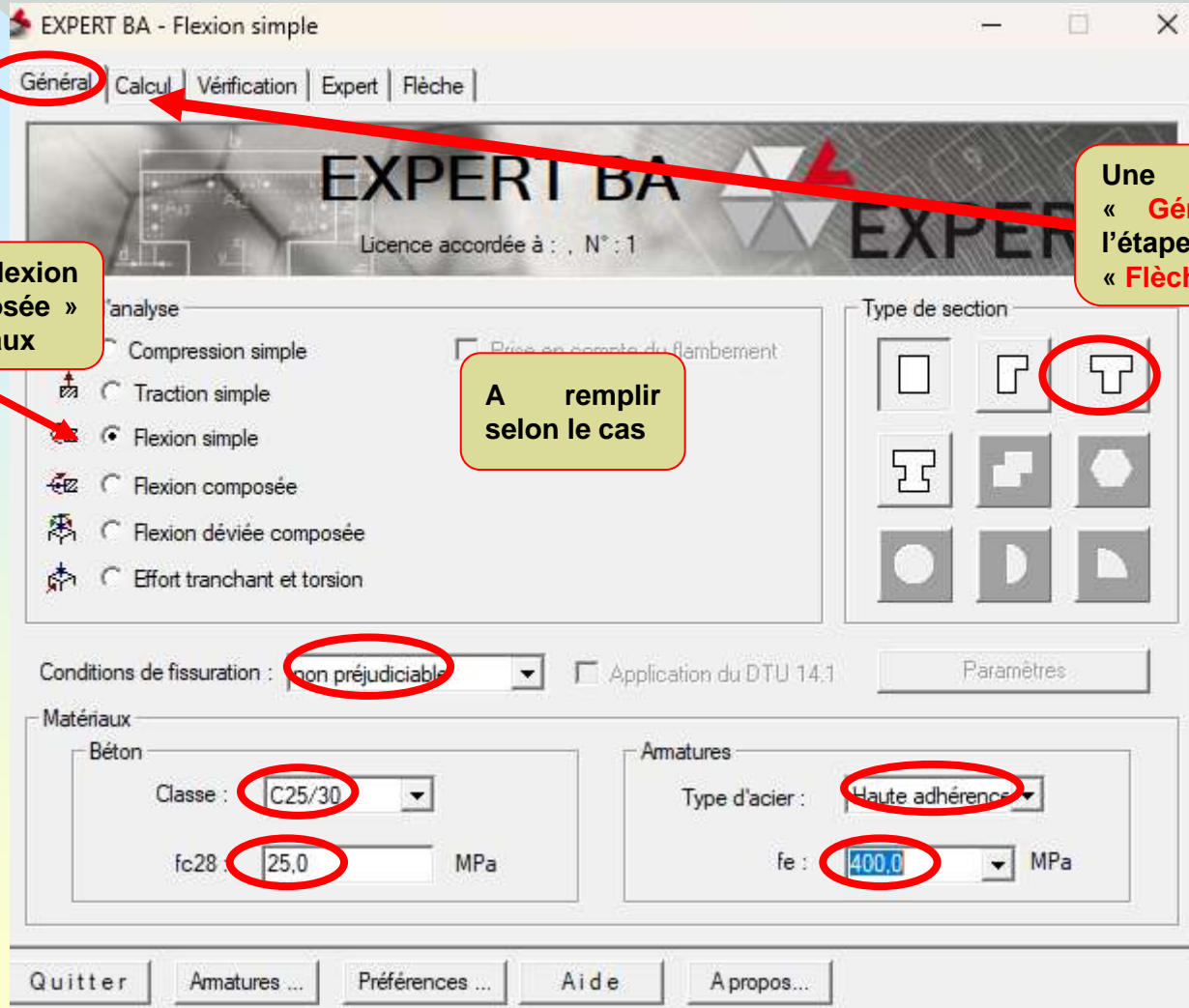


Aller à EXPERTY BA et vérifier la flèche

5. Vérifications

**EXPERT
BA**

Vérification à G et Q



Choisir « Flexion déviée composée » pour les poteaux

A remplir selon le cas

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

Calcul, en appui et en travée

5. Vérifications

Uniquement G et Q

**EXERT
BA**

EXPERT BA - Flexion simple

Général | Calcul | Vérification | Expert | Flèche

Schéma de charge

Poutre continue

La plus grande

Flèche pour la travée

$l = 3,9$ m

Sections adoptées

Moment dû aux charges (kN·m)

permanentes : $M_g = 2,65$

variables : $M_p = 0,39$

par cloisons : $M_j = 0,80$

Forfaitaire : $M_j = 0,80 \cdot M_g$

Section des armatures

$A_{s2} = 2,3$ cm²

$A_{s1} = 1,1$ cm²

$f_{adm} = l_0 / 400,00$ mm

Section (cm)

$b = 12,0$

$h = 20,0$

$b_f = 60,0$

$d_1 = 2,0$ $d_2 = 2,0$

Enrobage $d=10\% h$

$\Delta f_t = 0,9$ mm

Flèche calculée

$f = 0,9(\text{mm}) < l_0/400,00 = 9,8(\text{mm})$

CALCULER

Flèche:

$$f_{adm} = \frac{l}{500} \text{ (si } l \leq 5,0 \text{ m)} = 390/500 = 0,78 \text{ cm}$$

$$f_{adm} = 0,005 + \frac{l}{1000} \text{ (si } l > 5,0 \text{ m)}$$

$f_{adm} = 7,80 \text{ mm}$

My du à G et à Q

Forfaitaire

Condition de flèche vérifiée

Appuyer, une fois terminé les données

Fin du ferrailage de la poutrelle
Même Démarche pour les autres poutrelles



Merci. Fin du Chapitre 10

Dynamique des structures

Abdellatif MEGNOUNIF

Prochain Cours

Chap. 11

Ferrailage – Ferrailage de la Dalle Pleine