

Dynamique des Structures

Abdellatif MEGNOUNIF

E-mail: abdellatif_megnounif@yahoo.fr

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

Chapitre 07B

Analyse – Justifications de la sécurité selon RPA2024

Cours 07B Samedi 23.01.2026



1. Introduction

- ✓ L'objectif de ce chapitre est de vérifier toutes les justifications imposées par les RPA2024.
- ✓ Ces justifications sont de 02 types, celles liées à la structure elle-même qui doivent être vérifiées avant le calcul du ferrailage.
- ✓ D'autres justifications sont imposées après le calcul du ferrailage.
- ✓ A la fin de ces justifications, le modèle numérique de calcul sera définitivement établi.

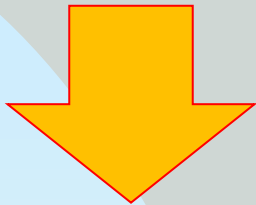
Finalité : Finalisation du modèle numérique pour le calcul des efforts internes dus aux différentes combinaisons pour passer au ferrailage



Après les combinaisons, on lance le calcul puis traitement des résultats

RPA2024

Chapitre 5



Divers
Justifications
RPA2024

Tout de suite

1. Vérification de l'effet noyau (§ 3.5)
2. Justification vis-à-vis de l'équilibre d'ensemble (Renversement). (§ 5.5)
3. Justification vis-à-vis de la résistance des planchers. (§ 5.6)
4. Justification de la largeur des joints sismiques. (§ 5.8)
5. Justification vis-à-vis de l'effet P- Δ . (§ 5.9)
6. Justification des déplacements inter-étages. (§ 5.10)

Après ferrailage

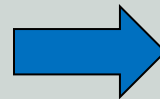
1. Justification vis-à-vis de la résistance. (§ 5.3)
2. Justification vis-à-vis de la ductilité. (§ 5.4)
3. Justification de la stabilité des fondations. (§ 5.7)

GO

3. Justifications

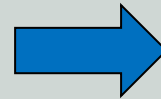
Justifications avant calcul ferrailage

Vérification de l'effet noyau
(Système 6) (§ 3.5)



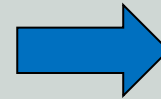
$$r_x \leq I_s$$
$$r_y \leq I_s$$

Justification vis-à-vis de
l'équilibre d'ensemble
(Renversement) (§ 5.5)



$$M_s \geq 1,3 M_r$$

Justification vis-à-vis de la
résistance des planchers (§ 5.6)



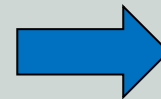
Transmission des
diaphragmes, avec une sur-
résistance suffisante, les effets
des actions sismiques
combinaisons des charges (Eq 5.6)

Justification de la largeur des
joints sismiques (Si on a 02 blocs
voisins) (§ 5.8)



$$d_{min} = Max \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2} \\ 40 mm \end{array} \right.$$

Justification vis-à-vis de l'effet
P- Δ (§ 5.9)



$$\theta = \frac{P_k \Delta_k}{V_k h_k} \leq 0,1$$

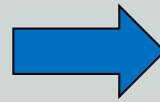
Justification vis-à-vis des
déplacements inter-étages (§
5.10)



$$v_A \Delta_k \leq \overline{\Delta}_k \text{ (limite)}$$

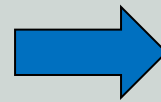
Justifications après calcul ferrailage

Justification vis-à-vis de la résistance (§ 5.3)



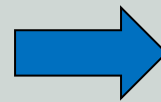
$$S_d < R_d$$

Justification vis-à-vis de la ductilité (§ 5.4)



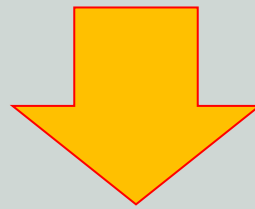
Dispositions constructives

Justification de la stabilité des fondations (§ 5.7)



Exigences (Chap X) et aux combinaisons des charges (Eqs 5.7 et 5.8)

**Justifications
après calcul
numérique et
avant calcul
ferraillage**



- 1. Vérification de l'effet noyau (§ 3.5)**
- 2. Justification vis-à-vis de l'équilibre d'ensemble (Renversement). (§ 5.5)**
- 3. Justification vis-à-vis de la résistance des planchers. (§ 5.6)**
- 4. Justification de la largeur des joints sismiques. (§ 5.8)**
- 5. Justification vis-à-vis de l'effet P- Δ . (§ 5.9)**
- 6. Justification des déplacements inter-étages. (§ 5.10)**

On commence par les justifications avant ferrailage

i. Vérification de l'effet noyau (§ 3.5)

1
Effet noyau ?

$$\begin{aligned} r_x &\leq l_s \\ r_y &\leq l_s \end{aligned}$$

- ✓ r_x, r_y : Rayons de torsion
- ✓ l_s : Rayon de giration massique en plan

Les systèmes de contreventement (1, (2), (3), (4) et (5) qui ne présentent pas une rigidité à la torsion minimale, sont classés comme systèmes à noyau ou à effet noyau

$$r_x = \sqrt{\frac{\sum [x_i^2 I_{xi} + y_i^2 I_{yi}]}{\sum I_{xi}}}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{\sum [x_i^2 I_{xi} + y_i^2 I_{yi}]}{\sum I_{yi}}}$$

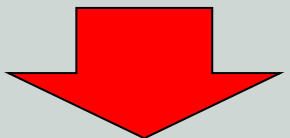
$$l_s = \sqrt{\frac{\sum m_j (x_j^2 + y_j^2)}{\sum m_j}}$$

- ✓ $\sum I_{xi}$; $\sum I_{yi}$: Raideurs de translation
- ✓ $\sum [x_i^2 I_{xi} + y_i^2 I_{yi}]$: Raideur à la torsion

2
Régularité en plan du système (6)

$$\begin{aligned} e_{0x} &\leq 0,3 r_x \\ r_x &\geq l_s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{0y} &\leq 0,3 r_y \\ r_y &\geq l_s \end{aligned}$$



Il faut appliquer sur le centre de masse, à chaque étage, une force d'inertie à accélération unitaire (donc on applique la valeur des masses) dans 03 directions différentes et séparément : Fx, Fy et Mz

Respecter la notion de diaphragme

3. Justifications

En appliquant les valeurs de masse (force d'inertie à accélération unitaire) par étage sur le centre de masse (ou bien un point très proche comme le nœud principal du diaphragme), en F_x , F_y et M_z

Voir : proposition d'Eurocode, en appliquant les mêmes charges et en utilisant la loi de Betti pour une charge concentrée (provoquant un déplacement) et un moment concentré, de même valeur (provoquant une rotation), on aura

$$e_{0x} = \frac{\Delta\theta_y}{\Delta\theta_z}$$

$$e_{0y} = \frac{\Delta\theta_x}{\Delta\theta_z}$$

- ✓ $r_x; r_y$: Rayons de torsion
- ✓ $e_{0x}; e_{0y}$: Excentricité naturelle ou structurale
- ✓ I_s : Rayon de giration massique en plan
- ✓ I_p : Inertie polaire
- ✓ $L; B$: Dimensions du rectangle

$$r_x = \sqrt{\frac{K_{torsion}}{K_y}} = \sqrt{\frac{\Delta U_y}{\Delta\theta_z}}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{K_{torsion}}{K_x}} = \sqrt{\frac{\Delta U_x}{\Delta\theta_z}}$$

$$I_s = \sqrt{\frac{\sum m_j (x_j^2 + y_j^2)}{\sum m_j}} = \sqrt{\frac{I_p}{m_{plancher}}}$$

Avec

$$\begin{aligned} \Delta U_x &= U_{x,i} - U_{x,i-1} \\ \Delta U_y &= U_{y,i} - U_{y,i-1} \\ \Delta\theta_x &= \theta_{x,i} - \theta_{x,i-1} \\ \Delta\theta_y &= \theta_{y,i} - \theta_{y,i-1} \\ \Delta\theta_z &= \theta_{z,i} - \theta_{z,i-1} \end{aligned}$$

Pour un rectangle

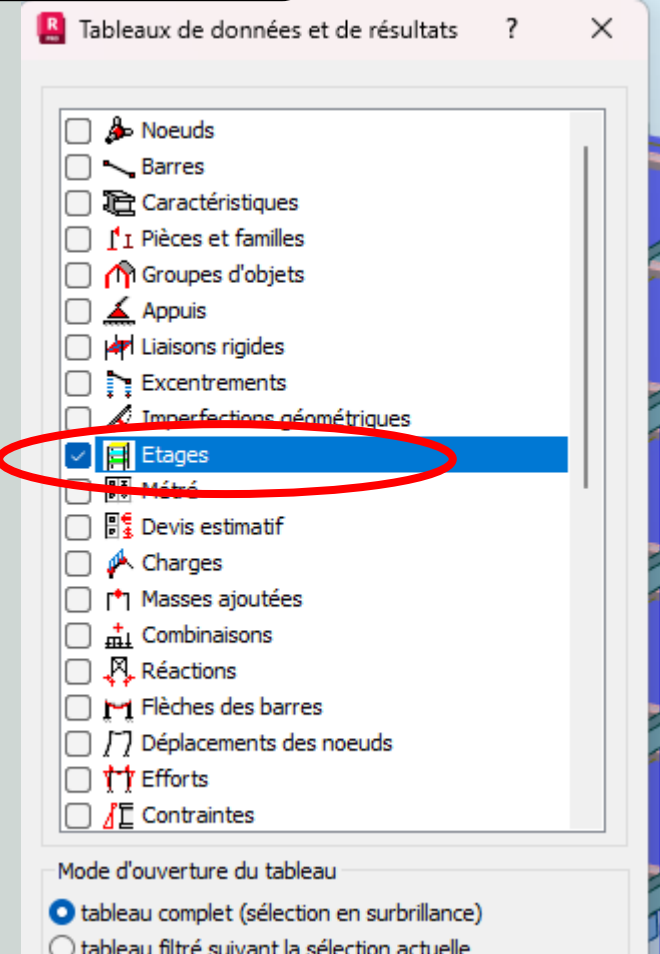
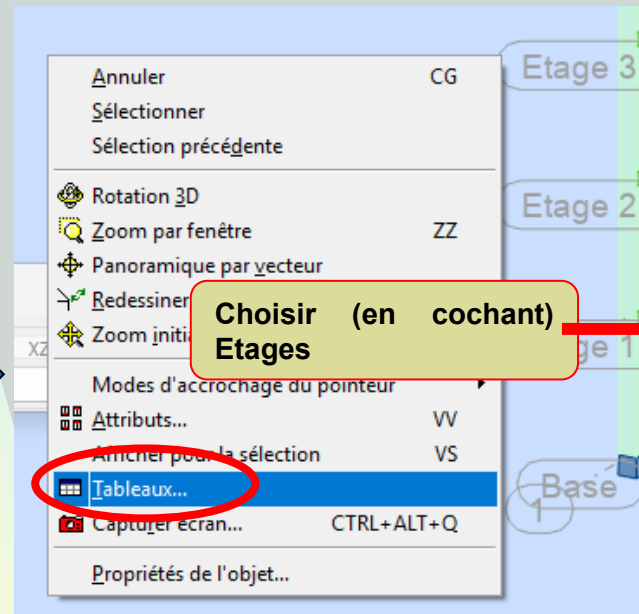
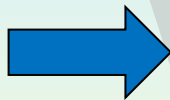
$$I_s = \sqrt{\frac{(L^2 + B^2)}{12}}$$

On tire d'abord les masses, pour les appliquer comme chargement (les laisser en Kg, puisque les accélérations sont unitaires)

3. Justifications

Après calcul, on peut déterminer les déplacements et rotations à chaque étage U_x et θ_x (dus à l'application des charges suivant X) et U_y et θ_y (dus à l'application des charges suivant Y) et θ_z (dus à l'application des moments suivant Z. (Résultats/Etages)

Double cliquer sur l'écran principal



On veut sortir U_x et θ_x (due à l'action d'une charge d'inertie à accélération unitaire suivant X) (GX_{Noyau})

De même

On veut sortir U_y et θ_y (due à l'action d'une charge d'inertie à accélération unitaire suivant Y) (*GY_Noyau*)

On veut sortir θ_z (due à l'action d'une charge d'inertie à accélération unitaire en moment suivant Z) (*GZ_Noyau*)

Données du problème

Etage	$U_x(\text{cm})$	$U_y(\text{cm})$	θ_x (rd)	θ_y (rd)	θ_z (rd)	Masse (Kg)	$I_p=I_z$ (Kg.m ²)
1	418,030	376,890	0,310	-0,113	0,072	285 724,600	14 026 078,760
2	1 014,290	829,390	0,280	-0,097	0,164	285 724,600	14 025 414,240
3	1 478,440	1 162,730	0,042	-0,049	0,232	285 816,000	14 025 453,760
4	1 786,320	1 377,740	0,003	-0,012	0,270	292 070,900	13 759 328,970

On calcule les différences des déplacements et rotations

$$\Delta U_x = U_{x,i} - U_{x,i-1}$$

$$\Delta U_y = U_{y,i} - U_{y,i-1}$$

$$\Delta \theta_x = \theta_{x,i} - \theta_{x,i-1}$$

$$\Delta \theta_y = \theta_{y,i} - \theta_{y,i-1}$$

$$\Delta \theta_z = \theta_{z,i} - \theta_{z,i-1}$$



Calcul des différences déplacements et rotations

Calcul Intermédiaire				
ΔU_x (cm)	ΔU_y (cm)	$\Delta \theta_x$ (rd)	$\Delta \theta_y$ (rd)	$\Delta \theta_z$ (rd)
418,030	376,890	0,30954	-0,11319	0,07161
596,260	452,500	-0,02950	0,01602	0,09239
464,150	333,340	-0,23816	0,04796	0,06768
307,880	215,010	-0,03918	0,03730	0,03868

$$\Delta U_x = U_{x,i} - U_{x,i-1}$$

$$\Delta U_y = U_{y,i} - U_{y,i-1}$$

$$\Delta \theta_x = \theta_{x,i} - \theta_{x,i-1}$$

$$\Delta \theta_y = \theta_{y,i} - \theta_{y,i-1}$$

$$\Delta \theta_z = \theta_{z,i} - \theta_{z,i-1}$$



On passe aux vérifications de l'effet noyau

3. Justifications

Vérifications des conditions de l'effet noyau

- ✓ $r_x; r_y$: Rayons de torsion
- ✓ $e_{0x}; e_{0y}$: Excentricité naturelle ou structurale
- ✓ l_s : Rayon de giration massique en plan
- ✓ I_p : Inertie polaire

$$e_{0x} = \frac{\Delta\theta_y}{\Delta\theta_z}$$

$$e_{0y} = \frac{\Delta\theta_x}{\Delta\theta_z}$$

$$r_x = \sqrt{\frac{\Delta U_y}{\Delta\theta_z}}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{\Delta U_x}{\Delta\theta_z}}$$

Effet noyau ?

$$\begin{aligned} r_x &\leq l_s \\ r_y &\leq l_s \end{aligned}$$

$$l_s = \sqrt{\frac{I_p}{m_{\text{plancher}}}}$$

Régularité en plan du système (6)

$$\begin{aligned} e_{0x} &\leq 0,3 r_x \\ r_x &\geq l_s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{0y} &\leq 0,3 r_y \\ r_y &\geq l_s \end{aligned}$$

Vérifications								
ls (m)	ex0 (m)	ey0 (m)	rx (m)	ry (m)	ex0/0.3*rx	ey0/0.3*ry	ls/rx	ls/ry
7,006	-1,581	4,323	7,255	7,640	0,726	1,886	0,966	0,917
7,006	0,173	-0,319	6,998	8,034	0,083	0,132	1,001	0,872
7,005	0,709	-3,519	7,018	8,281	0,337	1,416	0,998	0,846
6,864	0,964	-1,013	7,456	8,922	0,431	0,378	0,921	0,769

Non Checked Condition

Irrégulier

Non Checked Condition

Système 6



On commence par les justifications avant ferrailage

ii. Justification vis-à-vis de l'équilibre d'ensemble (§ 5.5)

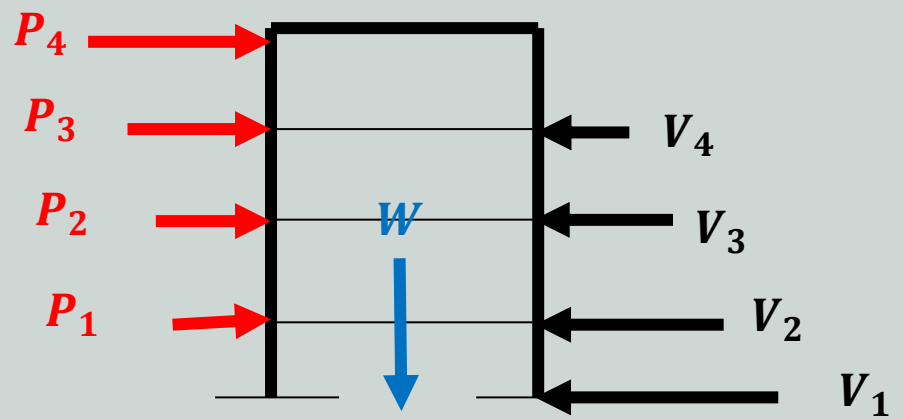
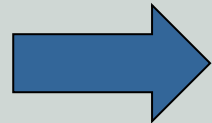
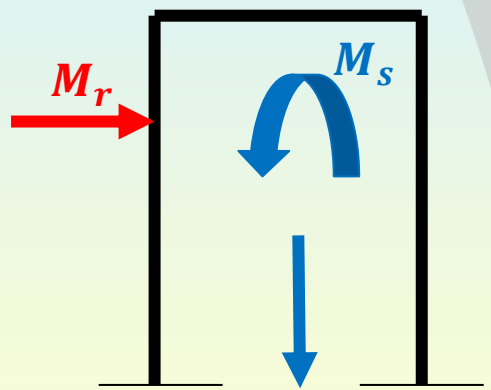
Renversement

$$M_s \geq 1,3 M_r$$

- ✓ M_s : Moment stabilisant dus aux charges latérales considérées pour la détermination de la force sismique latérale
- ✓ M_r : Moment de renversement dus aux sollicitations résultant des combinaisons d'actions.

$$M_{ri} = V_i \times h_i$$

$$M_{si} = W_i \times X_{gi}$$



Effort tranchant V_x (ou V_y) qui devient une force renversante

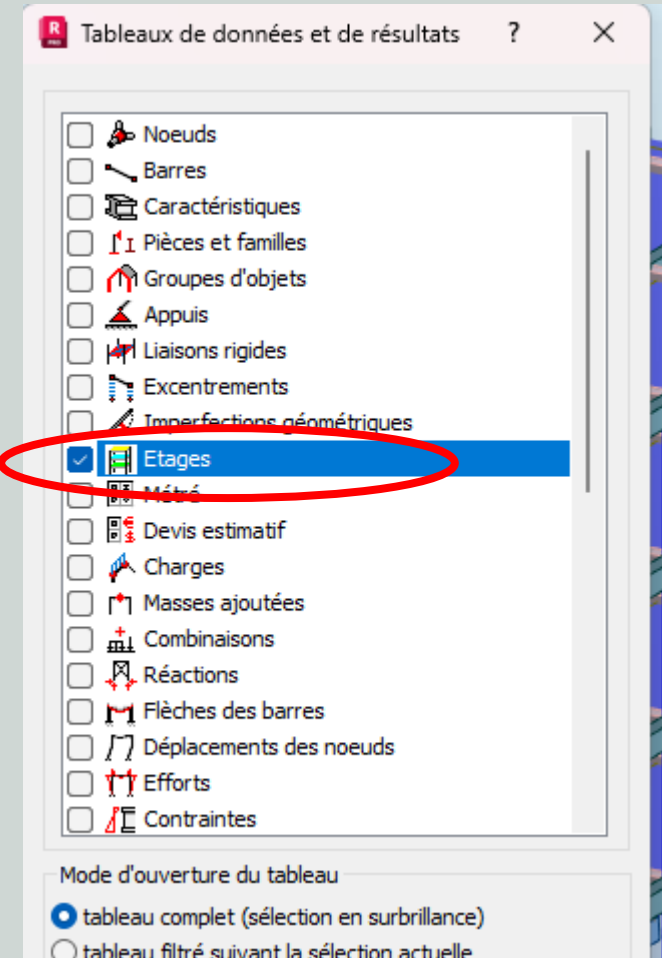
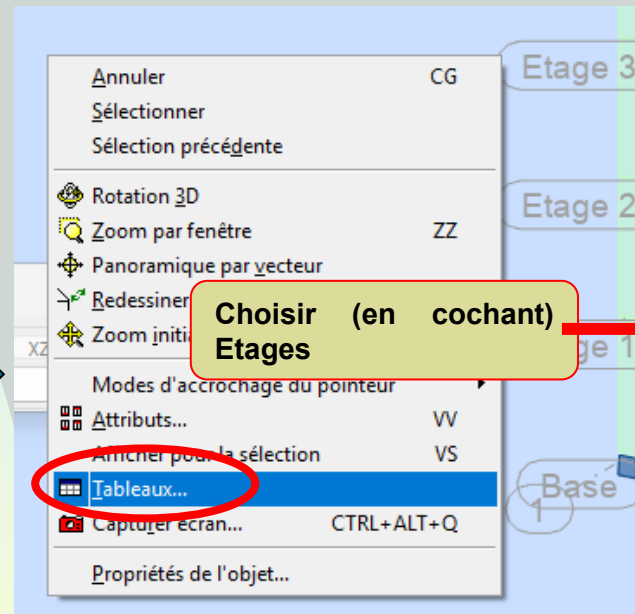
Tirer les résultats de ROBOT

3. Justifications

Après calcul, on peut déterminer les forces sismiques à chaque étage V_x et V_y et comparer le moment renversant par rapport au moment stabilisant du aux charges permanentes W . (Résultats/Etages)

Suivant
X

Double cliquer sur l'écran principal



On veut sortir V_x (due à la combinaison la plus défavorable) ($G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$)

3. Justifications

Efforts

Choisir (en cochant) Etages

Tableaux de données et de résultats

- Noeuds
- Barres
- Caractéristiques
- Pièces et familles
- Groupes d'objets
- Appuis
- Liaisons rigides
- Excentremets
- Imperfections géométriques
- Etages
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Déplacements des noeuds
- Efforts
- Contraintes

Mode d'ouverture du tableau

tableau complet (sélection en surbrillance)

tableau filtré suivant la sélection actuelle

Choisir le cas de charge : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Suivant X

1: G
2: Q
3: ELU
4: ELS
5: Modale
6: Ex
8: Ey
9: $G + \psi Q$
10: $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$
11: $G + \psi Q - E_x + 0,3 E_y$
12: $G + \psi Q - E_x - 0,3 E_y$
13: $G + \psi Q - E_x - 0,3 E_y$
14: $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Choisir « Efforts réduits »

Etages / Valeurs / Déplacements / Efforts réduits / Total /

Xg : pour le moment stabilisant (Wg)

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]	MZ [kNm]	FX sur les poteaux [kN]	FX sur les voiles [kN]	FY sur les poteaux [kN]	FY sur les voiles [kN]
10 (C) (C)	9,30 5,10 2,77	267,77	104,26	975,41	204,40	63,45	68,77	35,49
10 (C) (C)	9,30 5,10 5,82	233,77	91,97	874,73	187,58	46,19	71,39	20,58
10 (C) (C)	9,30 5,10 8,88	186,57	72,48			2,16	54,68	17,80
10 (C) (C)	9,30 5,11 12,01	126,21	46,26			0,00	46,26	-0,00

Prendre uniquement $F_x = V_x$



3. Justifications

Wi ? (Masse par étage)

Choisir (en cochant) Etages

Tableaux de données et de résultats

- Noeuds
- Barres
- Caractéristiques
- Pièces et familles
- Groupes d'objets
- Appuis
- Liaisons rigides
- Excentrement
- Imperfections géométriques
- Etages**
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Déplacements des noeuds
- Efforts
- Contraintes

Mode d'ouverture du tableau

tableau complet (sélection en surbrillance)

tableau filtré suivant la sélection actuelle

Choisir le cas de charge : G

Suivant X

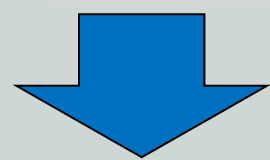
1 : G

Masse [kN] G (x,y,z) [m] R (x,y,z) [m] Ix [kgm²]



Choisir « Valeurs »

Etages Valeurs Déplacements Efforts réduits Total



Xg : pour le moment stabilisant (Wg)

50A57 1 : G

Cas/Etage	Nom	Masse [kg]	G (x,y,z) [m]	R (x,y,z) [m]	Ix [kgm ²]	Iy [kgm ²]	Iz
1/ 1	Etage 1	285724,63	9,30 5,10 2,77	9,28 3,53 2,50	4448315,42	9872847,70	1
1/ 2	Etage 2	285724,63	9,30 5,10 5,82	9,28 3,84 5,52	4456840,65	9881819,51	1
1/ 3	Etage 3	285724,63	9,30 5,10 8,88			75,61	1
1/ 4	Etage 4	294089,95	9,30 5,11 12,01			27,00	1

Prendre uniquement Masse



3. Justifications

Ayant les efforts de Robot, on peut vérifier le renversement

Suivant
X

Renversement
suivant X ?

$$M_{ri} = V_i \times h_i$$

$$M_{si} = W_i \times X_{gi}$$

Etage	Vx(KN)	h(m)	Masse(Kg)	W(KN)	Xg(m)	Mr(KN,m)	Ms(KN,m)
1	267,85	3,06	285816,08	2858,1608	9,3	819,621	26580,8954
2	233,77	6,12	285724,63	2857,2463	9,3	1430,6724	26572,3906
3	186,57	9,18	285724,63	2857,2463	9,3	1712,7126	26572,3906
4	126,21	12,24	294089,95	2940,8995	9,3	1544,8104	27350,3654
			1151355,29	11513,5529		5507,8164	107076,042

$$M_s \geq 1,3 M_r$$

$$M_s = \sum M_{si}$$

$$M_r = \sum M_{ri}$$

$$M_s = 107076,042 \text{ KN.m}$$

>

$$1,3 M_r = 1,3 \times 5507,817 = 7160,16 \text{ KN.m}$$



Condition vérifiée X

Même chose suivant Y

3. Justifications

Efforts

Choisir (en cochant)
Etages

Tableaux de données et de résultats

- Noeuds
- Barres
- Caractéristiques
- Pièces et familles
- Groupes d'objets
- Appuis
- Liaisons rigides
- Excentrements
- Imperfections géométriques
- Etages
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Déplacements des noeuds
- Efforts
- Contraintes

Mode d'ouverture du tableau

tableau complet (sélection en surbrillance)

tableau filtré suivant la sélection actuelle

Choisir le cas de charge
: $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Suivant
Y

14 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

1 : G
2 : Q
3 : ELU
4 : ELS
5 : Modale
6 : Ex
8 : Ey
9 : $G + \psi Q$
10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$
11 : $G + \psi Q + E_x - 0,3 E_y$
12 : $G + \psi Q - E_x + 0,3 E_y$
13 : $G + \psi Q - E_x - 0,3 E_y$
14 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$
15 : $G + \psi Q + 0,3 E_x - E_y$
16 : $G + \psi Q - 0,3 E_x + E_y$

Choisir « Efforts réduits »

Etages / Valeurs / Déplacements / Efforts réduits / Total /

Yg : pour le moment stabilisant (Wg)

4 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]	MZ [kNm]	FX sur les poteaux [kN]	FX sur les voiles [kN]	FY sur les poteaux [kN]
14 (C) (C)	9,30 5,10 2,77	81,44	343,91	304,73	58,92	22,52	281
14 (C) (C)	9,30 5,10 5,82	70,90	324,16	270,22	53,53	17,37	236
14 (C) (C)	9,30 5,10 8,88	56,85	239,73	210,03	42,32	14,53	179
14 (C) (C)	9,30 5,11 12,01	38,81	150,33				150

Prendre uniquement $F_y = V_y$

3. Justifications

Ayant les efforts de Robot, on peut vérifier le renversement

Suivant
Y

Renversement
suivant Y?

$$M_{ri} = V_{yi} \times h_i$$

$$M_{si} = W_i \times Y_{gi}$$

Etage	Vy(KN)	h(m)	Masse(Kg)	W(KN)	Yg(m)	Mr(KN,m)	Ms(KN,m)
1	343,91	3,06	285816,08	2858,1608	5,1	1052,3646	14576,6201
2	304,16	6,12	285724,63	2857,2463	5,1	1861,4592	14571,9561
3	239,12	9,18	285724,63	2857,2463	5,1	2195,1216	14571,9561
4	150,33	12,24	294089,95	2940,8995	5,11	1840,0392	15027,9964
			1151355,29	11513,5529		6948,9846	58748,5288

$$M_s \geq 1,3 M_r$$

$$M_s = \sum M_{si}$$

$$M_r = \sum M_{ri}$$

$$M_s = 58748,528 \text{ KN.m}$$

>

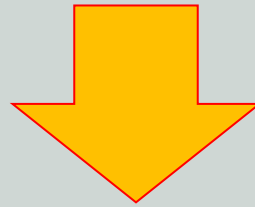
$$1,3 M_r = 1,3 \times 7721,094 = 10037,423 \text{ KN.m}$$



Condition vérifiée Y

Même chose suivant X

Justification vis-à-vis de la résistance des planchers



Voir les conditions pour les vérifications (§ 5.6)

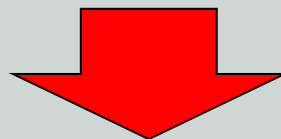
iii. Justification vis-à-vis de la résistance des planchers (§ 5.6)

02 Etapes

Etape 1

La capacité des planchers doit permettre de transmettre, aux éléments verticaux de contreventement, les effets des forces sismiques de calcul. (§ 5.6) et (§ 6.1.2)

On doit vérifier que (dans les 02 directions) :
Force sismique exercée sur le diaphragme (Robot) reste entre une valeur minimale (0,35AIS W) et une valeur maximale (0,7 AIS W)



iii. Justification vis-à-vis de la résistance des planchers (§ 5.6)

Etape 2

Transmission des diaphragmes, avec une sur-résistance suffisante, les effets des actions sismiques

Avec les combinaisons

$$G + \psi Q \pm 1, 3E_x$$
$$G + \psi Q \pm 1, 3E_y$$

Dans quels cas ?
RPA2024

- ✓ Formes irrégulières ou complexes en plan avec entailles ou excroissances
- ✓ Ouvertures grandes ou irrégulières dans le diaphragme
- ✓ Distribution irrégulière des masses et/ou des rigidités (comme par exemple dans le cas d'excroissances ou de retrait)
- ✓ Sous-sol avec murs périphériques partiels ou murs dans une partie seulement des RDC

N.C

Passons à l'étape 1

Etape 1

Diaphragmes doivent résister aux forces

$$F_{pk} = \frac{F_l + \sum_{i=k}^n F_i}{\sum_{i=k}^n W_i} W_{pk}$$

- ✓ F_l : Force concentrée au sommet de la structure.
- ✓ F_i : Effort horizontal revenant au niveau « i »
- ✓ F_{pk} Force sismique exercée sur le diaphragme au niveau « k »
- ✓ W_{pk} : Poids du diaphragme et des éléments tributaires du niveau k comprenant une fraction d'accompagnement des charges d'exploitation ($G + \psi Q$).

F_{pk} sera bornée par :

$$0,35 \leq \frac{F_{pk}}{(A.I.S)W_{pk}} \leq 0,70$$

$$0,35 (A.I.S)W_{pk} \leq F_{pk} \leq 0,70 (A.I.S)W_{pk}$$

Passons aux vérifications à l'étape 1

3. Justifications

Vérifions les forces dans les diaphragmes

$$F_{pk} = \frac{F_l + \sum_{i=k}^n F_i}{\sum_{i=k}^n W_i} W_{pk}$$

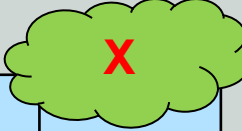
Avec

$$A = 0, 1; I = 1, 0; S = 1, 3$$

$$F_l = 0$$

$$F_{pk_D} = \text{Max}(F_{pk_{min}}; F_{pkx})$$

Etage	Masse (Kg)	Wpk (KN)	ΣWpk (KN)	Fpk_min 0,35AIS Wpk	Fpk_max 0,70 AIS Wpk	ΣFix=Vx(KN)	Fpkx	Fpkx_D	Cond
1	285816,080	2803,856	11294,795	127,575	255,151	267,850	66,492	127,575	VRAI
2	285724,630	2802,959	8490,940	127,535	255,069	233,770	77,170	127,535	VRAI
3	285724,630	2802,959	5687,981	127,535	255,069	186,570	91,939	127,535	VRAI
4	294089,950	2885,022	2885,022	131,269	262,537	126,210	126,210	131,269	VRAI

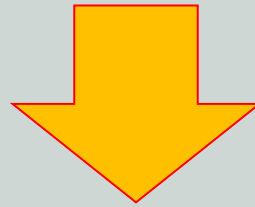


Etage	Masse (Kg)	Wpk (KN)	ΣWpk (KN)	Fpk_min 0,35AIS Wpk	Fpk_max 0,70 AIS Wpk	ΣFix=Vx(KN)	Fpkx	Fpkx_D	Cond
1	285816,080	2803,856	11294,795	127,575	255,151	343,910	85,373	127,575	VRAI
2	285724,630	2802,959	8490,940	127,535	255,069	304,160	100,407	127,535	VRAI
3	285724,630	2802,959	5687,981	127,535	255,069	239,120	117,835	127,535	VRAI
4	294089,950	2885,022	2885,022	131,269	262,537	150,330	150,330	150,330	VRAI



Condition vérifiée X et Y

**Justification de
la largeur du
joint sismiques**



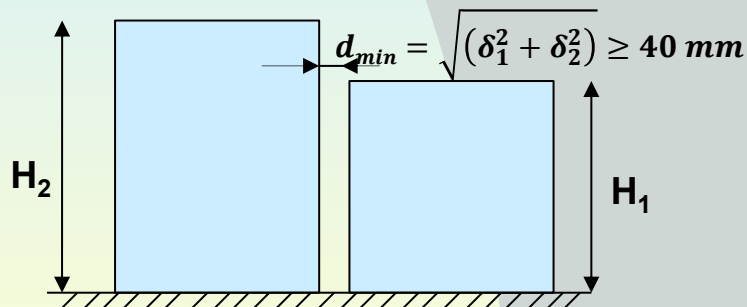
Justification de la largeur des joints sismiques. (§ 5.8)

iv. Justification de la largeur des joints sismiques (§ 5.7)

Justification de la largeur des joints sismiques (Si on a 02 blocs voisins)

$$d_{min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2} \\ 40 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$\delta_1; \delta_2$: Déplacements maximaux des 02 blocs, au niveau du sommet du bloc le moins élevé.



L'idée ici, est juste de montrer comment tirer les déplacements à partir de ROBOT

Tirer les résultats de ROBOT

3. Justifications

Déplacements

Choisir (en cochant) Etages

Tableaux de données et de résultats

- Noeuds
- Barres
- Caractéristiques
- Pièces et familles
- Groupes d'objets
- Appuis
- Liaisons rigides
- Excentrement
- Imperfections géométriques
- Etages
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Déplacements des noeuds
- Efforts
- Contraintes

Mode d'ouverture du tableau

tableau complet (sélection en surbrillance)

tableau filtré suivant la sélection actuelle

Choisir le cas de charge : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Suivant X

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

1 : G

2 : Q

3 : ELU

4 : ELS

5 : Modale

6 : Ex

8 : Ey

9 : $G + \psi Q$

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

11 : $G + \psi Q + E_x - 0,3 E_y$

12 : $G + \psi Q - E_x + 0,3 E_y$

13 : $G + \psi Q - E_x - 0,3 E_y$

14 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

15 : $G + \psi Q + 0,3 E_x - E_y$

16 : $G + \psi Q - 0,3 E_x + E_y$

17 : $G + \psi Q - 0,3 E_x - E_y$

Cas simples

Combinaisons

Choisir « Déplacements »

Etages / Valeurs / Déplacements / Efforts réduits / Total /

A45 50A57

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	Déplacement et déplacement relatif pour tous les noeuds au niveau de l'étage					Déplace
	UX [cm]	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX	
10 (C) (C)	0,095	0,054	0,095	0,054	0,00	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,151	0,075	0,00	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,129	0,066	0,00	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,092	0,066	0,00	

Clique droit sur cet écran pour filtrer les résultats

3. Justifications

Déplacements

Choisir le cas de charge
: $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Suivant
X

A45 50A57

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Déplacement et déplacement relatif pour tous les noeuds au niveau de l'étage

Cas/Etage	UX [cm]	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX
	0,095	0,054	0,095	0,054	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,151	0,075	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,129	0,066	
Etages			0,092	0,066	

Context menu:

- Couper (CTRL+X)
- Copier (CTRL+C)
- Coller (CTRL+V)
- Collage spécial...
- Tableaux...
- Filtres...
- Filtre spécial...**
- Colonnes...
- Unités et formats... (UN)
- Ligne de commandes Robot
- Capturer écran... (CTRL+ALT+Q)
- Convertir au format Excel (CSV)...
- Synchronisation de la sélection
- Polices
- Ajustement automatique

Choisir « Filtre spécial »

Clique droit

Déplacement et déplacement relatif moyens pour tous les noeuds au niveau de l'étage

Déplacement : UX UY

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de d UX d UY

Déplacement et déplacement relatif moyens pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de d UX d UY

Déplacement relatif maximal pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de d UX d UY

Déplacement des étages :

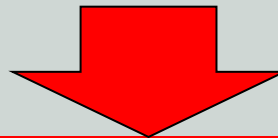
Max UX Max UY

Min UX Min UY

Tout Aucun

Etages

Décocher tout et laisser que Max UX pour les étages



A45 50A57

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	Déplacement d'étage
	Max UX [cm]
10 (C) (C)	0,140
10 (C) (C)	0,354
10 (C) (C)	0,535
10 (C) (C)	0,659

Déplacement « δ_1 » recherché

Même chose suivant Y
Avec : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

3. Justifications

Déplacements

Choisir le cas de charge
: $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Suivant
Y

Clique droit

4 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Déplacement et déplacement relatif pour tous les noeuds au niveau de l'

	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX	d UY
14 (C) (C)	0,027	0,111	0,027	0,111	0,00
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,044	0,150	0,00
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,038	0,125	0,00
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,028	0,099	0,00

Context menu options:

- Couper (CTRL+X)
- Copier (CTRL+C)
- Coller (CTRL+V)
- Collage spécial...
- Tableaux...
- Filtres...
- Filtre spécial...**
- Colonnes...
- Unités et formats... (UN)
- Ligne de commandes Robot
- Capturer écran... (CTRL+ALT+Q)
- Convertir au format Excel (CSV)...
- Synchronisation de la sélection
- Polices
- Ajustement automatique

Choisir « Filtre spécial »

Etages dialog box:

Déplacement et déplacement relatif moyens pour tous les noeuds au niveau de l'étage

Déplacement : UX UY

Déplacement relatif : dr UX dr UY

Coefficient de : d UX d UY

Déplacement et déplacement relatif moyens pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif : dr UX dr UY

Coefficient de : d UX d UY

Déplacement relatif maximal pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif : dr UX dr UY

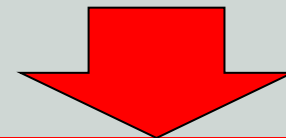
Coefficient de : d UX d UY

Déplacement des étages:

Max UX Max UY Min UX Min UY

Tout Aucun

Décocher tout et laisser que Max Uy pour les étages



On le fait pour chaque bloc, si on a 02 blocs voisins et on calcul le joint minimal

N.C

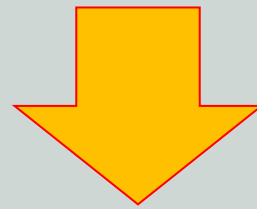
45 50A57

14 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Cas/Etage	Déplacement d'étage
	Max UY [cm]
14 (C) (C)	0,125
14 (C) (C)	0,295
14 (C) (C)	0,437
14 (C) (C)	0,534

Déplacement « δ_1 » recherché

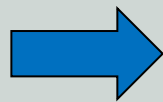
**Justification vis-à-vis de l'effet
P- Δ (§ 5.9)**



Justification vis-à-vis de l'effet P- Δ (§ 5.9)

v. **Justification vis-à-vis de l'effet P-Δ (§ 5.9)**

Justification vis-à-vis de l'effet P-Δ (§ 5.9)



$$\theta = \frac{P_k \Delta_k}{V_k h_k} \leq 0,1$$

avec

$$\Delta_k = \delta_k - \delta_{k-1} \quad \delta_k = \frac{R}{Q_f} \delta_{ek}$$

$$P_k = \sum_{i=k}^n W_{Gi} + \psi W_{Qi} \quad V_k = \sum_{i=k}^n F_i$$

$P_k \Delta_k$: Moment du au poids de l'étage

$V_k h_k$: Moment de l'effort sismique de l'étage

P_k : Poids total de la structure et des charges d'exploitation associées au dessus du niveau « k »

V_k : Effort tranchant d'étage au niveau « k »

δ_{ek} : Déplacement élastique dû aux forces sismiques F_i

Δ_k : Déplacement relatif du niveau « k » par rapport au niveau « k-1 »

h_k : hauteur d'étage « k »

✓ Si $0,10 \leq \theta_k \leq 0,20$ les effets P-Δ sont pris en compte de manière **approximative** en amplifiant les effets de l'action sismique calculés au moyen d'une analyse élastique du 1er ordre par le facteur $1/(1 - \theta_k)$

✓ Si $\theta_k \geq 0,20$, la structure est instable et doit être redimensionnée



Tirer les résultats de ROBOT

3. Justifications

Les poids P_k ?

Choisir (en cochant) Etages

Tableaux de données et de résultats

- Noeuds
- Barres
- Caractéristiques
- Pièces et familles
- Groupes d'objets
- Appuis
- Liaisons rigides
- Excentrement
- Imperfections géométriques
- Etages
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Déplacements des noeuds
- Efforts
- Contraintes

Mode d'ouverture du tableau

tableau complet (sélection en surbrillance)

tableau filtré suivant la sélection actuelle

Choisir le cas de charge : $G + \psi Q$

Les poids P_k ?

9 : $G + \psi Q$

1 : G

2 : Q

3 : ELU

4 : ELS

5 : Modale

6 : Ex

8 : Ey

9 : $G + \psi Q$

10 : $G + \psi Q + Ex - 0,3 Ey$

11 : $G + \psi Q + Ex + 0,3 Ey$

12 : $G + \psi Q - Ex + 0,3 Ey$

13 : $G + \psi Q - Ex - 0,3 Ey$

14 : $G + \psi Q + 0,3 Ex + Ey$

15 : $G + \psi Q + 0,3 Ex - Ey$

16 : $G + \psi Q - 0,3 Ex + Ey$

17 : $G + \psi Q - 0,3 Ex - Ey$

Cas simples

Combinaisons

Choisir « Efforts réduits »

Etages / Valeurs / Déplacements / Efforts réduits / Total /

45 50A57 9 : $G + \psi Q$

Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]	MZ [kNm]	FX sur les poteaux [kN]	FX sur les voiles [kN]	
9 (C)/1	9,30 5,10 2,77	0,0	0,0	0,0	-7,79	7,79	,27
9 (C)/2	9,30 5,10 5,82	0,0	0,0	0,0	-10,16	10,16	,09
9 (C)/3	9,30 5,10 8,88	0,0	0,0	0,0	-10,24	10,24	,65
9 (C)/4	9,30 5,11 12,01	0,0	0,0	0,0	-0,00	0,00	,18

Clique droit sur cet écran pour filtrer les résultats

3. Justifications

Les poids P_k ?

Choisir le cas de charge
: $G + \psi Q$

Les poids P_k ?

45 50A57

9 : $G + \psi Q$

Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]
9 (C)/1	9,30 5,10 2,77	0,0	
9 (C)/2	9,30 5,10 5,82	0,0	
9 (C)/3	9,30 5,10 8,88	0,0	
9 (C)/4	9,30 5,11 12,01	0,0	

Clique droit sur cet écran pour filtrer les résultats

Menu contextuel :

- Couper (CTRL+X)
- Copier (CTRL+C)
- Coller (CTRL+V)
- Collage spécial...
- Tableaux...
- Filtres...
- Filtre spécial...**
- Colonnes...
- Unités et formats... (UN)
- Ligne de commandes Robot
- Capturer écran... (CTRL+ALT+Q)
- Convertir au format Excel (CSV)...
- Synchronisation de la sélection
- Polices
- Ajustement automatique

Choisir « Filtre spécial »

Décocher tout et laisser Fz pour les étages

Etages

Sélection des informations sur les étages

- Centre de gravité G
- FX
- FY
- FZ
- MX
- MY
- MZ

Mode global - Multiplicateurs d'instabilité élastique alpha CR dans les directions X, Y

Répartition des forces sur les poteaux et les voiles:

- FX
- FY
- FZ

tout aucun

Poids « $P_k = F_z$ » recherché (Valeur absolue)

45 50A57

9 : $G + \psi Q$

Cas/Etage	FZ [kN]
9 (C)/1	-8548,27
9 (C)/2	-6344,09
9 (C)/3	-4245,65
9 (C)/4	-2143,18

Même chose suivant Y

Avec : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

3. Justifications

Déplacements Inter-étages Δ_k

Choisir (en cochant) Etages

Tableaux de données et de résultats

- Noeuds
- Barres
- Caractéristiques
- Pièces et familles
- Groupes d'objets
- Appuis
- Liaisons rigides
- Excentrement
- Imperfections géométriques
- Etages
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Déplacements des noeuds
- Efforts
- Contraintes

Mode d'ouverture du tableau

tableau complet (sélection en surbrillance)

tableau filtré suivant la sélection actuelle

Choisir le cas de charge : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Suivant X

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Choisir « Déplacements »

Etages / Valeurs / Déplacements / Efforts réduits / Total /

A45 50A57 10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	Déplacement et déplacement relatif pour tous les noeuds au niveau de l'étage					Déplace
	UX [cm]	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX	
10 (C) (C)	0,095	0,054	0,095	0,054	0,00	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,151	0,075	0,00	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,129	0,066	0,00	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,092	0,066	0,00	

Clique droit sur cet écran pour filtrer les résultats

3. Justifications

Déplacements
Inter-étages Δ_k

Choisir le cas de charge
: $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Suivant
X

A45 50A57

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Déplacement et déplacement relatif pour tous les noeuds au niveau de l'étage

Cas/Etage	UX [cm]	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX
	0,095	0,054	0,095	0,054	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,151	0,075	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,129	0,066	
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,092	0,066	

Clique droit

Choisir « Filtre spécial »

Filtres...
Filtre spécial...

Unités et formats... UN

Polices

Ajustement automatique

Etages

Déplacement et déplacement relatif moyens pour tous les noeuds au niveau de l'étage

Déplacement : UX UY

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de : d UX d UY

Déplacement et déplacement relatif moyens pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de : d UX d UY

Déplacement relatif maximal pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de : d UX d UY

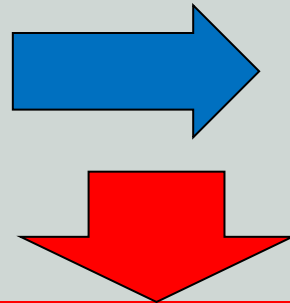
Déplacement des étages:

Max UX Max UY

Min UX Min UY

Tout Aucun

Décocher tout et
laisser que dr Ux pour
les étages



A45 50A57

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	Déplacement et
	dr UX [cm]
10 (C) (C)	0,095
10 (C) (C)	0,151
10 (C) (C)	0,129
10 (C) (C)	0,092

Déplacement « $\Delta_k =$
dr Ux » recherché

Même chose suivant Y
Avec : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

3. Justifications

Déplacements
Inter-étages Δ_k

Choisir le cas de charge
: $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Suivant
Y

445 50A57

14 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Déplacement et déplacement relatif pour tous les noeuds au niveau de l'étage

	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX
14 (C) (C)	0,027	0,111	0,027	0,111
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,044	0,150
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,038	0,125
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,028	0,099

Clique droit

Cliquer sur le menu contextuel

- Couper CTRL+X
- Copier CTRL+C
- Coller CTRL+V
- Collage spécial...
- Tableaux...
- Filtres...
- Filtre spécial...**
- Colonnes...
- Unités et formats... UN
- Ligne de commandes Robot
- Capturer écran... CTRL+ALT+Q
- Convertir au format Excel (CSV)...
- Synchronisation de la sélection
- Polices
- Ajustement automatique

Choisir « Filtre spécial »

Etages

Déplacement et déplacement relatif moyens pour tous les noeuds au niveau de l'étage

Déplacement : UX UY

Déplacement relatif : dr UX dr UY

Coefficient de : d UX d UY

Déplacement et déplacement relatif moyens pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif : dr UX dr UY

Coefficient de : d UX d UY

Déplacement relatif maximal pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif : dr UX dr UY

Coefficient de : d UX d UY

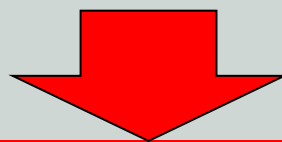
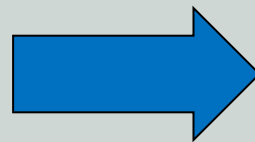
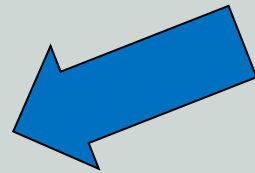
Déplacement des étages:

Max UX Max UY

Min UX Min UY

Tout Aucun

Décocher tout et
laisser que dr Uy pour
les étages



45 50A57

14 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Cas/Etage	Déplacement et
	dr UY [cm]
14 (C) (C)	0,111
14 (C) (C)	0,150
14 (C) (C)	0,125
14 (C) (C)	0,099

Déplacement « $\Delta_k =$
dr Uy » recherché

Il reste les efforts Vx et Vy

3. Justifications

Efforts V_k

C'est déjà calculé dans la 1^{er} justification (Equilibre d'ensemble)

10 : $G+\psi Q+Ex+0.3 Ey$

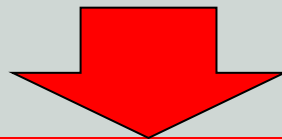
Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]	MZ [kNm]	FX sur les poteaux [kN]	FX sur les voiles [kN]	FY sur les poteaux [kN]	FY sur les voiles [kN]
10 (C) (C)	9,30 5,10 2,77	267,77	104,26	975,41	204,40	63,45	68,77	35,49
10 (C) (C)	9,30 5,10 5,82	233,77	91,97	874,73	187,58	46,19	71,39	20,58
10 (C) (C)	9,30 5,10 8,88	186,57	72,48			2,16	54,68	17,80
10 (C) (C)	9,30 5,11 12,01	126,21	46,26			0,00	46,26	-0,00

Prendre uniquement $F_x=V_x$

14 : $G+\psi Q+0.3 Ex+Ey$

Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]	MZ [kNm]	FX sur les poteaux [kN]	FX sur les voiles [kN]	FY sur les poteaux [kN]
14 (C) (C)	9,30 5,10 2,77	81,44	343,91	304,73	58,92	22,52	281,00
14 (C) (C)	9,30 5,10 5,82	70,90	304,16	270,22	53,53	17,37	236,00
14 (C) (C)	9,30 5,10 8,88	56,85	239,13	210,03	42,32	14,53	179,00
14 (C) (C)	9,30 5,11 12,01	38,81	150,33			0,00	150,00

Prendre uniquement $F_y=V_y$



Enfin, vérifier l'effet P- Δ
Dans les 02 sens

3. Justifications

Effet P-Δ

$$\theta = \frac{P_k \Delta_k}{V_k h_k} \leq 0,1$$

**Suivant
X**

Etage	P _k (KN)	R/Q _f	Δ _{ek} (Robot)	Δ _k =(R/Q _f)* Δ _{ek}	V _x (KN)	h(m)	θ _X
1	8548,27	5	0,095	0,475	267,85	3,06	0,050
2	6344,09	5	0,151	0,755	233,77	3,06	0,067
3	4245,65	5	0,129	0,645	186,57	3,06	0,048
4	2143,18	5	0,092	0,46	126,21	3,06	0,026



Condition vérifiée X

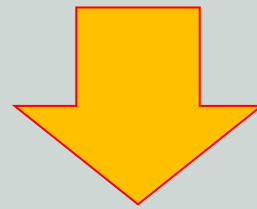
**Suivant
Y**

Etage	P _k (KN)	R/Q _f	Δ _{ek} (Robot)	Δ _k =(R/Q _f)* Δ _{ek}	V _x (KN)	h(m)	θ _X
1	8548,27	5	0,111	0,555	343,91	3,06	0,045
2	6344,09	5	0,15	0,75	304,16	3,06	0,051
3	4245,65	5	0,125	0,625	239,12	3,06	0,036
4	2143,18	5	0,099	0,495	150,33	3,06	0,023



Condition vérifiée Y

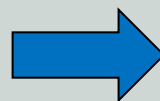
Justification vis-à-vis des déplacements inter-étages (§ 5.10)



Justification vis-à-vis des déplacements inter-étages (§ 5.10)

vi. Justification vis-à-vis des déplacements inter-étages (§ 5.10)

Justification vis-à-vis des déplacements inter-étages (§ 5.10)



$$v_A \Delta_k \leq \overline{\Delta}_k \text{ (limite)}$$

Bâtiments en BA

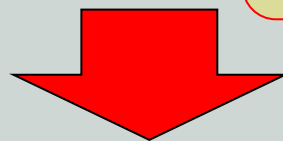
$$\overline{\Delta}_k = 0,0075 h_k$$

$$v_A = 0,5$$

v_A : Coefficient réducteur.
 Δ_k : Déplacement relatif du niveau « k » par rapport au niveau « k-1 »
 $\overline{\Delta}_k$: Déplacement limite (Tableau 5,2)
 h_k : Hauteur d'étage « k »

Déplacements Δ_k

C'est déjà calculé dans la justification de l'effet P- Δ



Suivant X puis suivant Y

3. Justifications

déplacements
inter-étages

$$v_A \Delta_k \leq \overline{\Delta_k} \text{ (limite)}$$

Etage	H(m)	Sens X		Sens Y		$\overline{\Delta_k}$ (cm)
		Δk (cm)	$v_A \Delta_k$ (cm)	Δk (cm)	$v_A \Delta_k$ (cm)	
1	3,06	0,475	0,238	0,555	0,2775	2,295
2	3,06	0,755	0,378	0,75	0,375	2,295
3	3,06	0,645	0,323	0,625	0,3125	2,295
4	3,06	0,46	0,230	0,495	0,2475	2,295

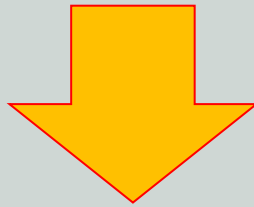
Condition vérifiée X

Condition vérifiée Y

**Vérification de
l'hypothèse des
liaisons rigides**

4. Vérification des liaisons rigides

L'objectif est de vérifier que le modèle utilisé basé sur l'hypothèse des liaisons rigides par plancher est vérifiée



Il faut que la différence des 02 déplacements (Avec et sans liaisons rigides) ne dépasse pas 10%



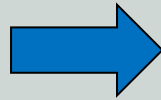
Avec liaisons rigides (**calcul déjà fait**), tirer les déplacements maximales U_x et U_y



Refaire le même calcul sans liaisons rigides, et tirer de nouveau les déplacements maximales U_x et U_y

4. Vérification des liaisons rigides

Avec liaisons rigides



10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	Déplacement d'étage	
	Max UX [cm]	
10 (C) (C)	0,140	
10 (C) (C)	0,354	
10 (C) (C)	0,535	
10 (C) (C)	0,659	

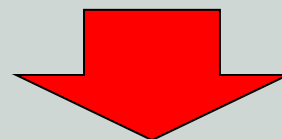
Déplacement « U_x » avec combinaison $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

14 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Cas/Etage	Déplacement d'étage	
	Max UY [cm]	
14 (C) (C)	0,125	
14 (C) (C)	0,295	
14 (C) (C)	0,434	
14 (C) (C)	0,534	

Déplacement « U_y » avec combinaison $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Etage	U_x (cm)	U_y (cm)
1	0,140	0,125
2	0,354	0,295
3	0,535	0,434
4	0,659	0,534

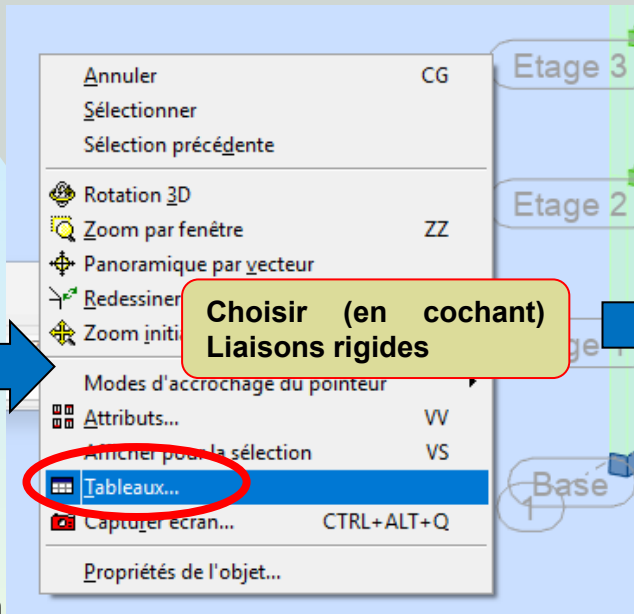


Faire la même chose en calculant la même structure en éliminant les liaisons rigides

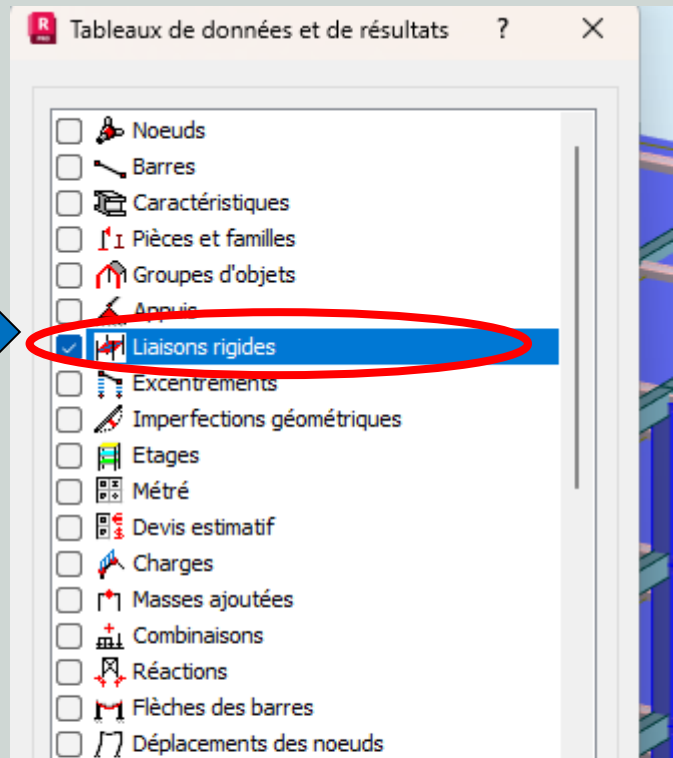
4. Vérification des liaisons rigides

Comment supprimer les liaisons rigides du fichier initial

Double cliquer sur l'écran principal



Choisir (en cochant) Liaisons rigides



Sélectionner toutes les lignes et les supprimer

	Nom de la liaison	Noeud principal	Liste de noeuds secondaires	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
*	Liaison_1	29	16A21 23A43P4 25 33A	bloqué	bloqué	libre	libre	libre	bloqué
*	Liaison_2	67	58A66 68A83 95A100 1	bloqué	bloqué	libre	libre	libre	bloqué
*	Liaison_3	111	102A110 112A127 167A	bloqué	bloqué	libre	libre	libre	bloqué
*	Liaison_4	137	128A136 138A153 187A	bloqué	bloqué	libre	libre	libre	bloqué



Sauvegarder le fichier sous un autre nom et lancer les calculs

**Tirer de Robot les
déplacements max
de la structure
sans liaisons
rigides**

4. Vérification des liaisons rigides

Tableaux de données et de résultats

- Noeuds
- Barres
- Caractéristiques
- Pièces et familles
- Groupes d'objets
- Appuis
- Liaisons rigides
- Excentrement
- Imperfections géométriques
- Etages**
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Déplacements des noeuds
- Efforts
- Contraintes

Mode d'ouverture du tableau

tableau complet (sélection en surbrillance)

tableau filtré suivant la sélection actuelle

Déplacements

Choisir (en cochant) Etages

Choisir le cas de charge : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Suivant X

10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

1 : G
2 : Q
3 : ELU
4 : ELS
5 : Modale
6 : Ex
8 : Ey
9 : $G + \psi Q$
10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$
11 : $G + \psi Q + E_x - 0,3 E_y$
12 : $G + \psi Q - E_x + 0,3 E_y$
13 : $G + \psi Q - E_x - 0,3 E_y$
14 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$
15 : $G + \psi Q + 0,3 E_x - E_y$
16 : $G + \psi Q - 0,3 E_x + E_y$
17 : $G + \psi Q - 0,3 E_x - E_y$
Cas simples
Combinaisons

Choisir « Déplacements »

Etages / Valeurs / **Déplacements** / Efforts réduits / Total /

15 50A57 0 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	Déplacement et déplacement relatif pour tous les noeuds au niveau de l'étage						Dép
	UX [cm]	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX	d UY	
10 (C) (C)	0,093	0,052	0,093	0,052	0,00		
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,149	0,074	0,00		
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,127	0,066	0,00		
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,086	0,066	0,00	0,00	

Clique droit sur cet écran pour filtrer les résultats

4. Vérification des liaisons rigides

Déplacements

Choisir le cas de charge : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Suivant X

Context menu options:

- Couper (CTRL+X)
- Copier (CTRL+C)
- Coller (CTRL+V)
- Collage spécial...
- Tableaux...
- Filtres...
- Filtre spécial...**
- Colonnes...
- Unités et formats... (UN)
- Ligne de commandes Robot
- Capturer écran... (CTRL+ALT+Q)
- Convertir au format Excel (CSV)...
- Synchronisation de la sélection
- Polices
- Ajustement automatique

Choisir « Filtre spécial »

15 50A57 | 10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	UX [cm]	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX
10 (C) (C)	0,093	0,052	0,093	0,052	0,00
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,149	0,074	0,00
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,127	0,066	0,00
10 (C) (C)	0,0	0,0	0,093	0,066	0,00

Clique droit

Options de filtrage :

- Déplacement et déplacement relatif moyens pour tous les noeuds au niveau de l'étage
 - Déplacement : UX UY
 - Déplacement relatif dr UX dr UY
 - Coefficient de d UX d UY
- Déplacement et déplacement relatif moyens pour les noeuds de poteaux et de murs
 - Déplacement relatif dr UX dr UY
 - Coefficient de d UX d UY
- Déplacement relatif maximal pour les noeuds de poteaux et de murs
 - Déplacement relatif dr UX dr UY
 - Coefficient de d UX d UY
- Déplacement des étages :
 - Max UX Max UY
 - Min UX Min UY
- Tout Aucun

Décocher tout et laisser que Max Ux pour les étages

15 50A57 | 10 : $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Cas/Etage	Déplacement d'étage Max UX [cm]
10 (C) (C)	0,153
10 (C) (C)	0,388
10 (C) (C)	0,586
10 (C) (C)	0,712

Déplacement « Ux » avec combinaison $G + \psi Q + E_x + 0,3 E_y$

Même chose suivant Y
Avec : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

4. Vérification des liaisons rigides

Déplacements

Choisir le cas de charge
: $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Suivant
Y

Clique droit

4 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Déplacement et déplacement relatif pour tous les noeuds au niveau de l'

	UY [cm]	dr UX [cm]	dr UY [cm]	d UX
14 (C) (C)	0,027	0,111	0,027	0,111
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,044	0,150
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,038	0,125
14 (C) (C)	0,0	0,0	0,028	0,099

Context menu options:

- Couper (CTRL+X)
- Copier (CTRL+C)
- Coller (CTRL+V)
- Collage spécial...
- Tableaux...
- Filtres...
- Filtre spécial...**
- Colonnes...
- Unités et formats... (UN)
- Ligne de commandes Robot
- Capturer écran... (CTRL+ALT+Q)
- Convertir au format Excel (CSV)...
- Synchronisation de la sélection
- Polices
- Ajustement automatique

Choisir « Filtre spécial »

Etages

Déplacement et déplacement relatif moyens pour tous les noeuds au niveau de l'étage

Déplacement : UX UY

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de d UX d UY

Déplacement et déplacement relatif moyens pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de d UX d UY

Déplacement relatif maximal pour les noeuds de poteaux et de murs

Déplacement relatif dr UX dr UY

Coefficient de d UX d UY

Déplacement des étages:

Max UX Max UY Min UX Min UY

Tout Aucun

Décocher tout et laisser que Max Uy pour les étages

4 : $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

Cas/Etage	Déplacement d'étage
	Max UY [cm]
14 (C) (C)	0,127
14 (C) (C)	0,305
14 (C) (C)	0,447
14 (C) (C)	0,533

Déplacement « U_x » avec combinaison $G + \psi Q + 0,3 E_x + E_y$

On passe à la vérification

4. Vérification des liaisons rigides

Vérification

$$\Delta U_x = \frac{U_{x_sans} - U_{x_avec}}{U_{x_avec}} \leq 10\%$$
$$\Delta U_y = \frac{U_{y_sans} - U_{y_avec}}{U_{y_avec}} \leq 10\%$$

Etage	Avec liaisons rigides		Sans liaisons rigides		Variations (%)	
	Ux (cm)	Uy (cm)	Ux (cm)	Uy (cm)	ΔU_x (%)	ΔU_y (%)
1	0,140	0,125	0,153	0,127	9,29	1,60
2	0,354	0,295	0,388	0,305	9,60	3,39
3	0,535	0,434	0,586	0,447	9,53	3,00
4	0,659	0,534	0,712	0,533	8,04	-0,19

Conditions vérifiées

< 10 %

Merci. Fin du Chapitre 07B



Dynamique des structures

Abdellatif MEGNOUNIF

Prochain Cours

Chap. 08

Ferrailage – Ferrailage des poteaux