

# *Dynamique des Structures*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

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

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

### **Chapitre 03C**

# **Modélisation des voiles par ROBOT**

**Cours 03C Samedi 02.05.2026**



# 1. Introduction

- ✓ L'objectif de ce chapitre est d'initier les ingénieurs à modéliser les voiles avec le logiciel ROBOT.
- ✓ On essaye d'abord de présenter la procédure d'introduction des voiles dans une direction donnée, en détaillant les différentes étapes de ROBOT. Dans ce cas c'est supposé que la structure poutres-poteaux est déjà introduite.
- ✓ Puis, on essaye, à partir des critères de RPA2024, de choisir la bonne distribution des voiles dans le plan suivant les 02 directions. Plusieurs configurations sont alors étudiées.
- ✓ Le but est de représenter fidèlement le comportement structural.
- ✓ La méthode des éléments finis est utilisée à travers le logiciel ROBOT.

**Le modèle n'est pas un simple dessin, mais un outil d'ingénierie.  
C'est de l'art .**

# 2. Type de structures (systèmes de contreventement)

06 Cas

BA

Dépend de la résistance aux charges verticales et surtout horizontales

**Système à ossatures**

(système 1)  $R=5,5^{(a)}$

La résistance aux forces horizontales est assurée principalement par la flexion des barres.

**Système à ossature** : L'ossature en portique prennent plus de 65% de la résistance totale à l'effort tranchant..

But : Prendre des dispositions pour réaliser un mécanisme plastique global (ex. poutres faibles-poteaux forts)

Zones I et II : Max. 5 niv; 17 m.

Zone III : Max. 4 niv; 14 m.

Zone IV : Max. 3 niv; 11 m.

Zones V et VI : Max. 3 niv; 11 m.

**Systèmes mixtes équivalent ossature**

(Système 2)  $R=5,5^{(a)}$

Transfert des charges verticales est horizontales assurée en même temps par une ossature en portique et par des voiles.

**Système mixte équivalent à une ossature** : L'ossature en portique prennent 50% à 65% de la résistance totale à l'effort tranchant.

Zones I et II : Max. 7 niv; 23 m.

Zone III : Max. 6 niv; 20 m.

Zone IV : Max. 5 niv; 17 m.

Zones V et VI : Max. 5 niv; 17 m.

**Systèmes mixtes équivalent ossature, avec remplissage**

(Système 3)  $R=3,5^{(a)}$

**Système à ossature et système mixte équivalent à ossature, avec remplissage en maçonnerie rigide non structural et interagissant avec la structure.** (Murs en maçonnerie insérés dans le cadre poteaux-poutres)

Zones I et II : Max. 5 niv; 17 m.

Zone III : Max. 4 niv; 14 m.

Zone IV : Max. 3 niv; 11 m.

Zones V et VI : Max. 2 niv; 8 m.

Suite

## 2. Type de structures (systèmes de contreventement)

BA



Dépend de la résistance aux charges verticales et surtout horizontales

**Systèmes mixtes équivalent voiles**

(Système 4)  $R=4,5^{(a)}$

Transfert des charges verticales et horizontales assurée en même temps par une ossature en portique et par des voiles.

**Système mixte équivalent à des voiles:** Les voiles prennent 50% à 65% de la résistance totale à l'effort tranchant.

Pas de limitations du nombre d'étages et de la hauteur maximums

**Système à voiles**

(système 5)  $R=4,5^{(a)}$

La résistance aux forces horizontales est assurée principalement par les voiles.

**Système voiles:** Les voiles prennent plus de 65% de la résistance totale à l'effort tranchant.

Hauteur maximale de 48 m qlq soit la zone.

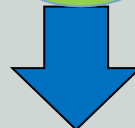
**Systèmes à noyau**

(Système 6)  $R=3,0^{(b)}$

Contreventement mixte ou système de voiles dont la rigidité à la torsion n'atteint pas une valeur minimale prescrite. (Cas des ossatures flexibles combinées avec des murs concentrés en plan à proximité du centre du bâtiment).

Pas de limitation. Concerne les systèmes 1, 2, 3, 4 et 5

Récapitulatif



## 2. Type de structures (systèmes de contreventement)

BA

Récapitulatif

Plus important

Systèmes	Charges verticales		Charges horizontales		Limitations	
	Portiques	Voiles	Portiques	Voiles	Nbr de Niveaux	Hauteur totale
<b>1</b>	Dominant	Négligé	> 65%	< 35%	Zones I et II : 5 Zone III : 4 Zones IV, V et VI : 3	Zones I et II : 17 m Zone III : 14 m Zones IV, V et VI : 11 m
<b>2</b>	Grande part	Petite part	$50\% \leq X \leq 65\%$	$35\% \leq X \leq 50\%$	Zones I et II : 7 Zone III : 6 Zones IV, V et VI : 5	Zones I et II : 23 m Zone III : 20 m Zones IV, V et VI : 17 m
<b>3</b>	Concerne systèmes 1 et 2 avec remplissage				Zones I et II : 5 Zone III : 4 Zone IV : 3 Zones V et VI : 2	Zones I et II : 17 m Zone III : 14 m Zone IV : 11 m Zones V et VI : 8 m
<b>4</b>	Petite part	Grande part	$35\% \leq X \leq 50\%$	$50\% \leq X \leq 65\%$	Pas de limitation	Pas de limitation
<b>5</b>	Négligé	Dominant	< 35%	> 65%	Pas de limitation	48 m
<b>6</b>	Concerne les systèmes 1, 2, 3, 4 et 5				Pas de limitations	

# 3. Choix des dispositions des voiles dans le plan

**Critères  
RPA2024**

**Eviter les structures trop souples et trop rigides ( $T_0$ )**



**De préférence: (pas obligatoire)**

$$T_{emp} \leq T_0 \leq 1,3 T_{emp}$$

Suivant les 02 directions x et y

**Vérifier les participations massiques** (Combinaison pour tout type de structure)



**Somme des masses modales :**

$$\geq 90\%$$

**Puis**

**Distribution des charges verticales et horizontales (portiques/voiles)**

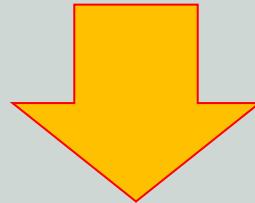


**Choix du système de contreventement** (Valeur de R)

**Analyse modale**

**Analyse Spectrale**

# **ROBOT et Voiles**



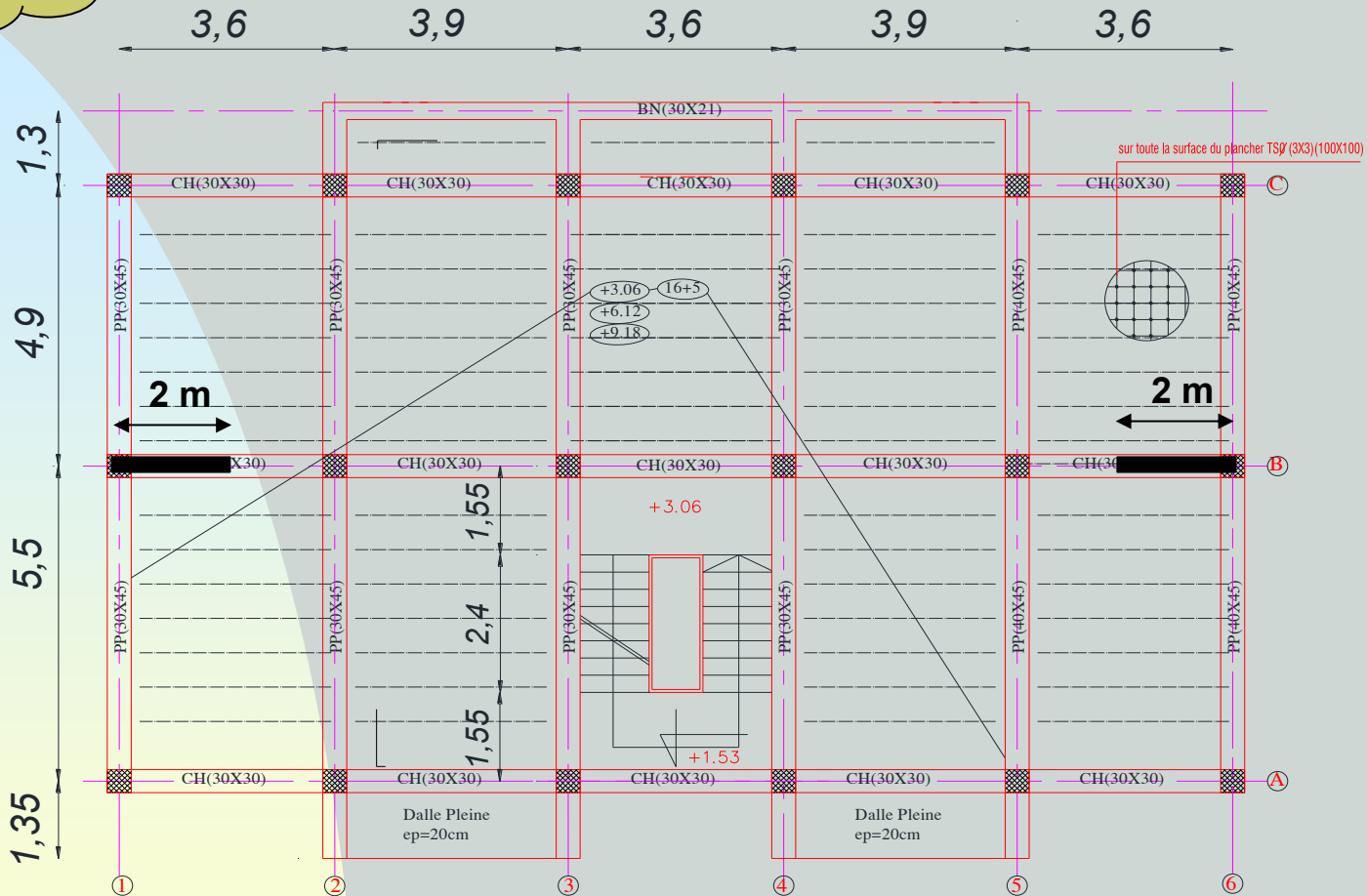
**Différentes configurations à traiter**

**Tous les voiles ont une  
épaisseur de 20 cm**

# 3. Configurations considérées

Cas 1

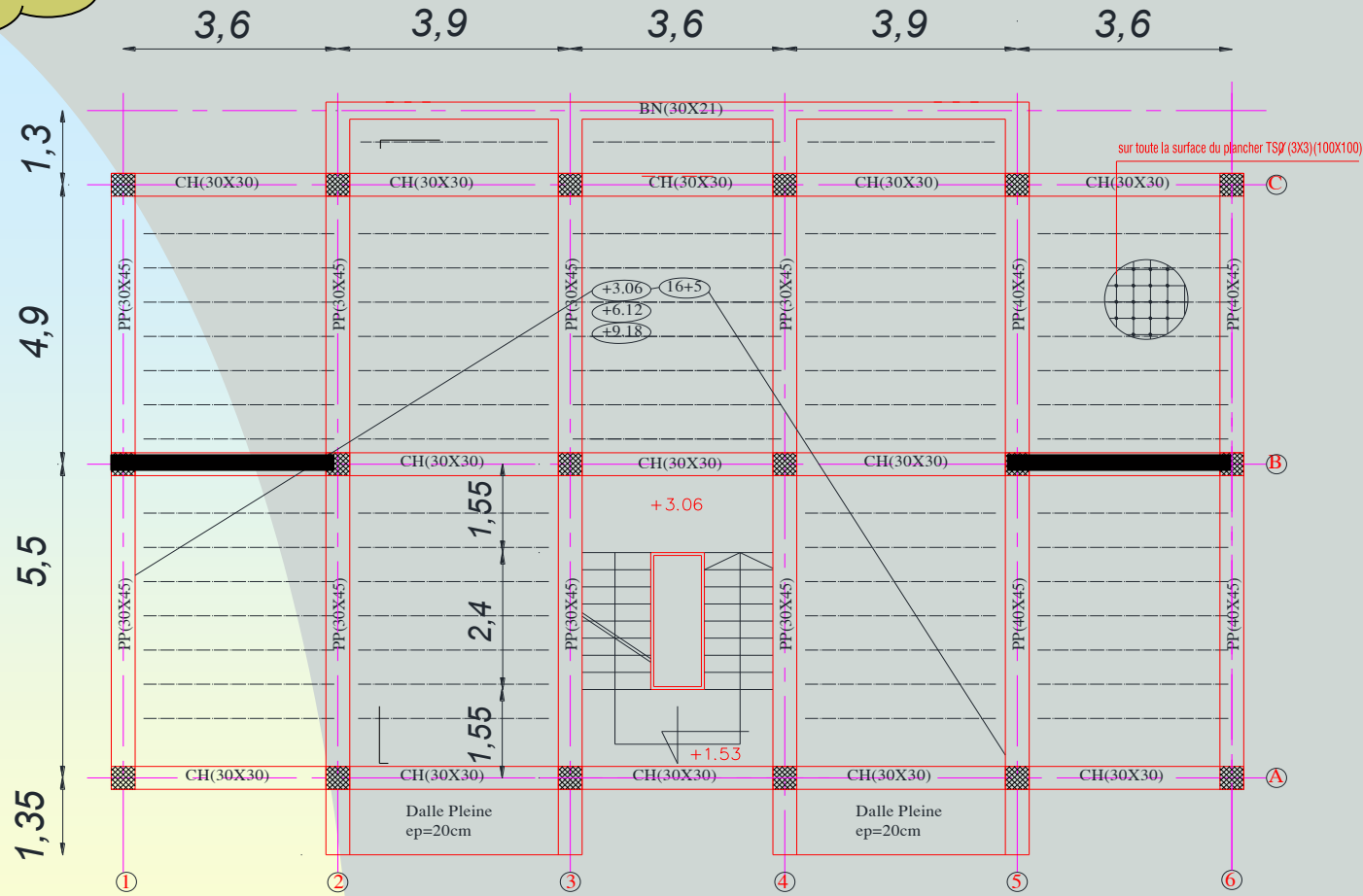
Suivant X



# 3. Configurations considérées

Cas 2

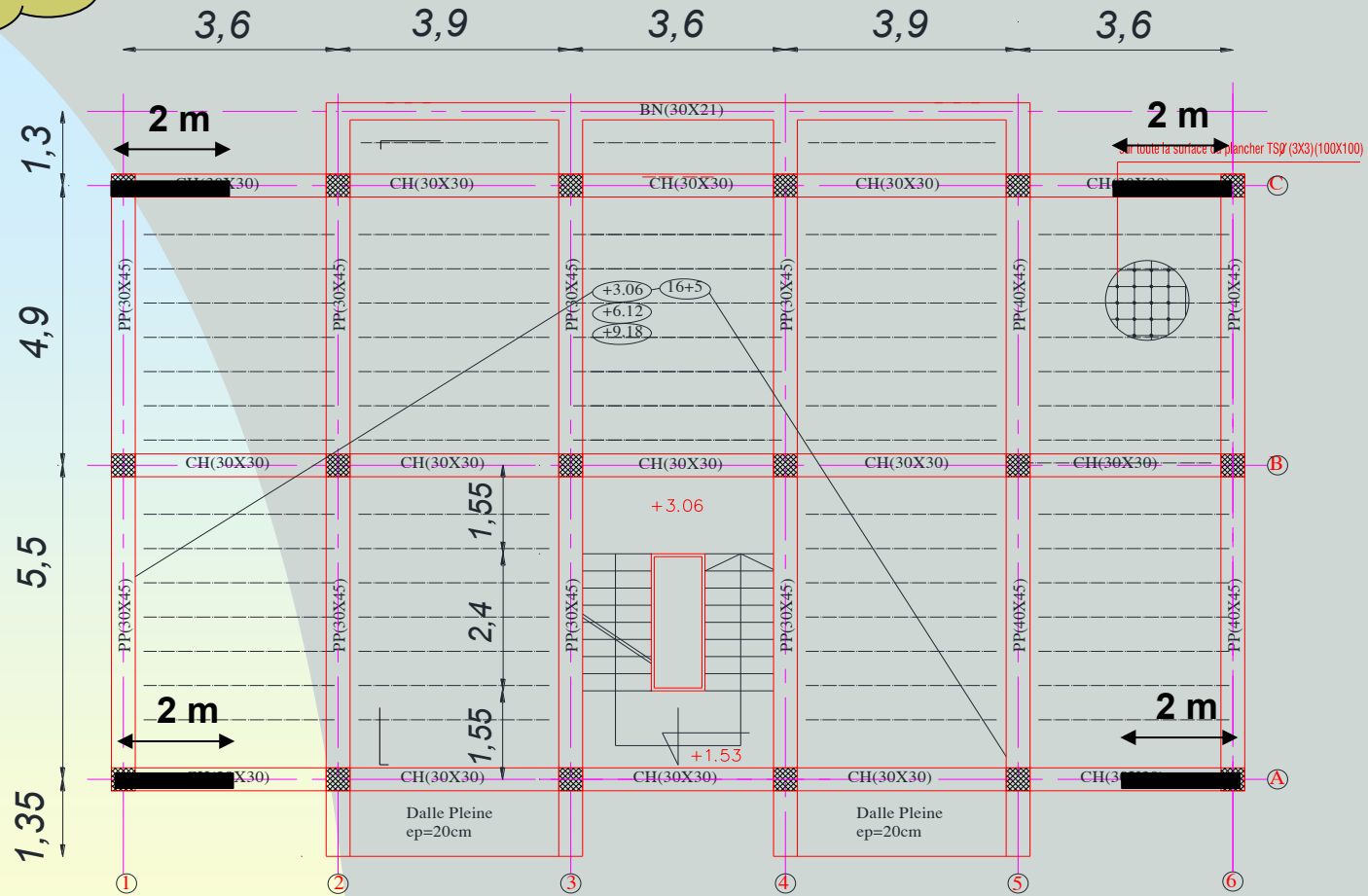
Suivant X



### 3. Configurations considérées

Cas 3

Suivant X

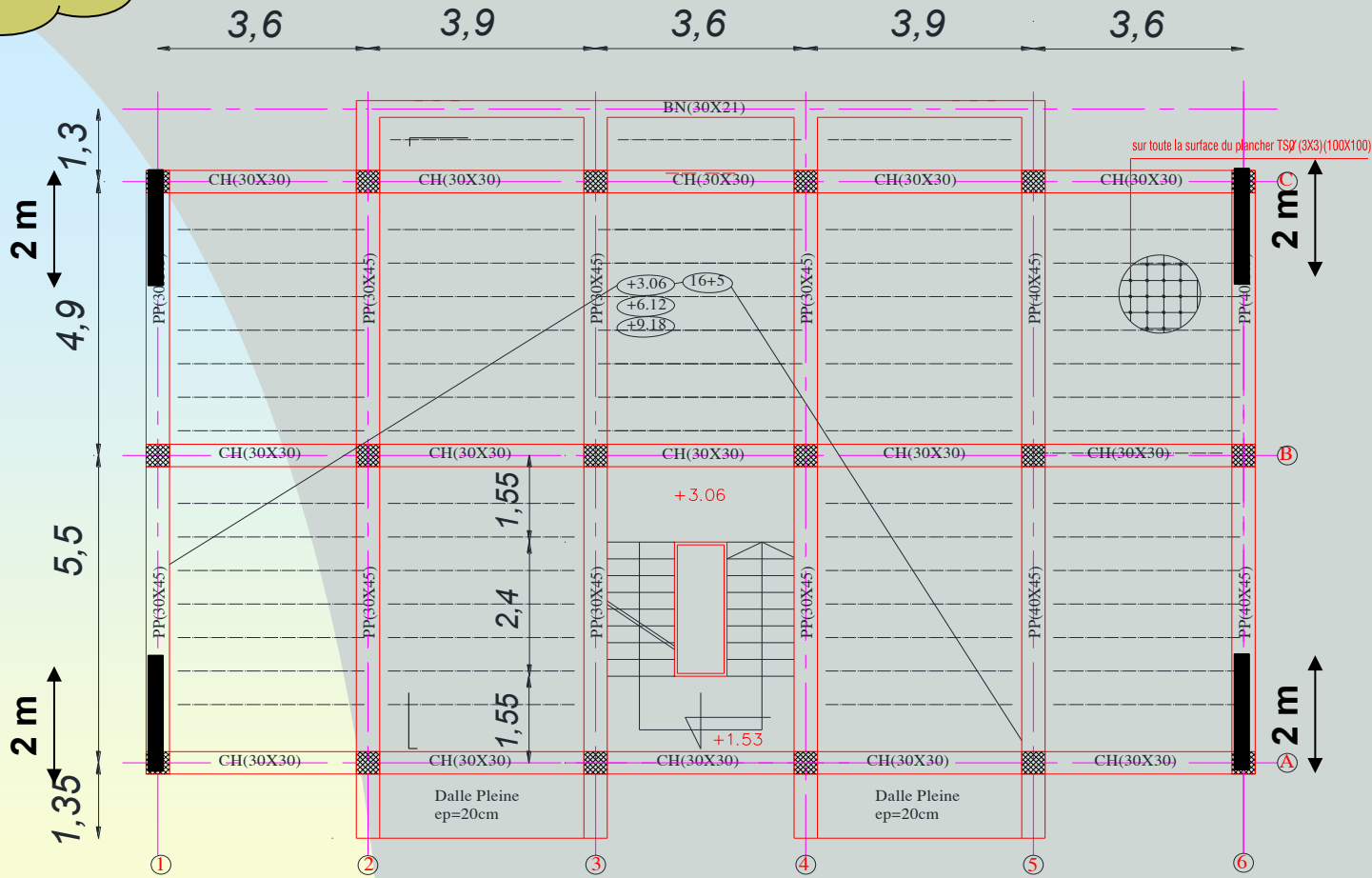




# 3. Configurations considérées

**Cas 5**

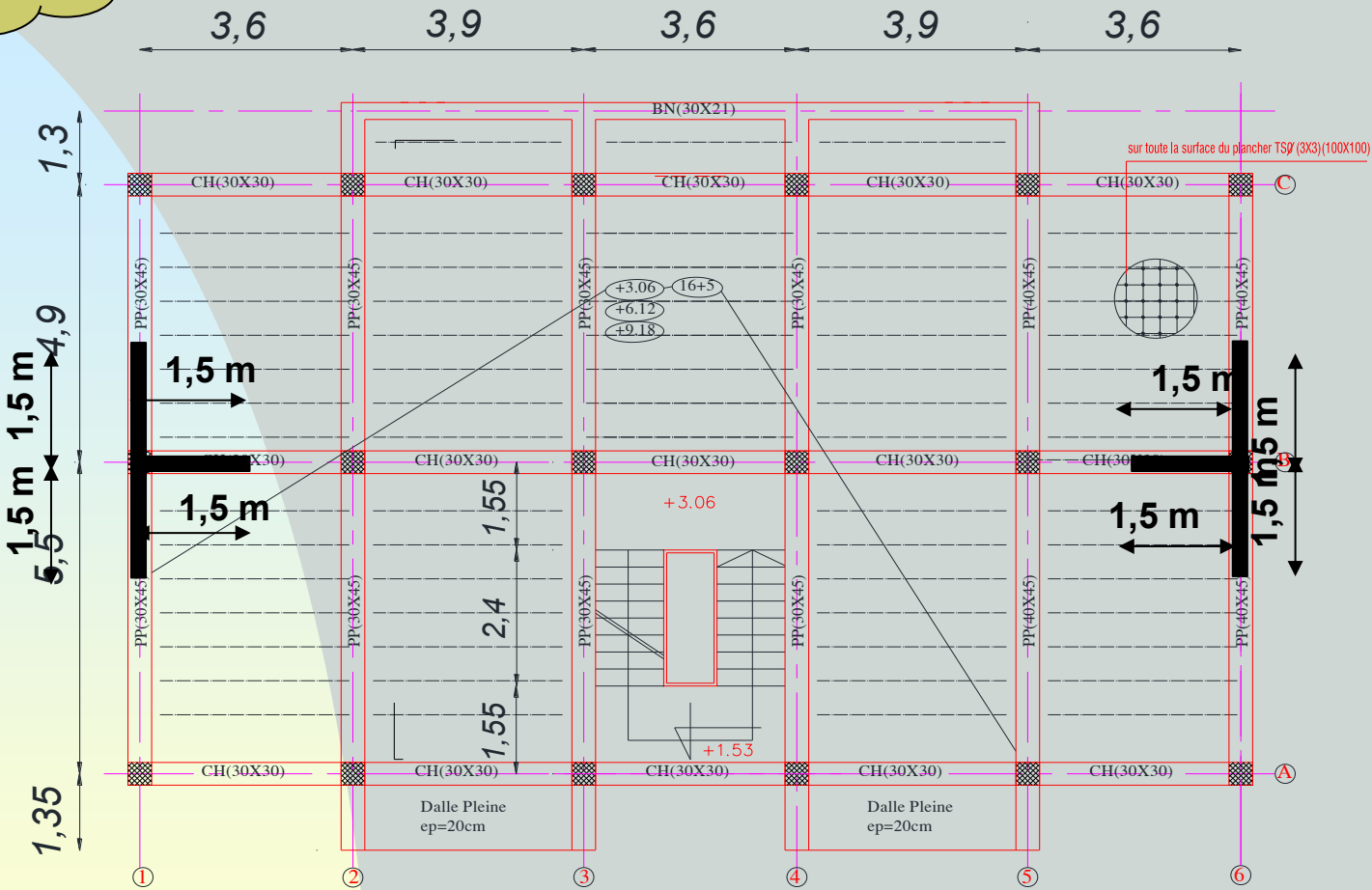
Suivant Y



# 3. Configurations considérées

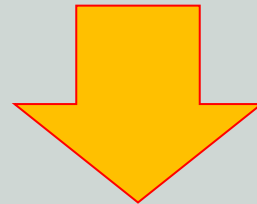
**Cas 6**

Suivant X et Y





# Modélisation ROBOT

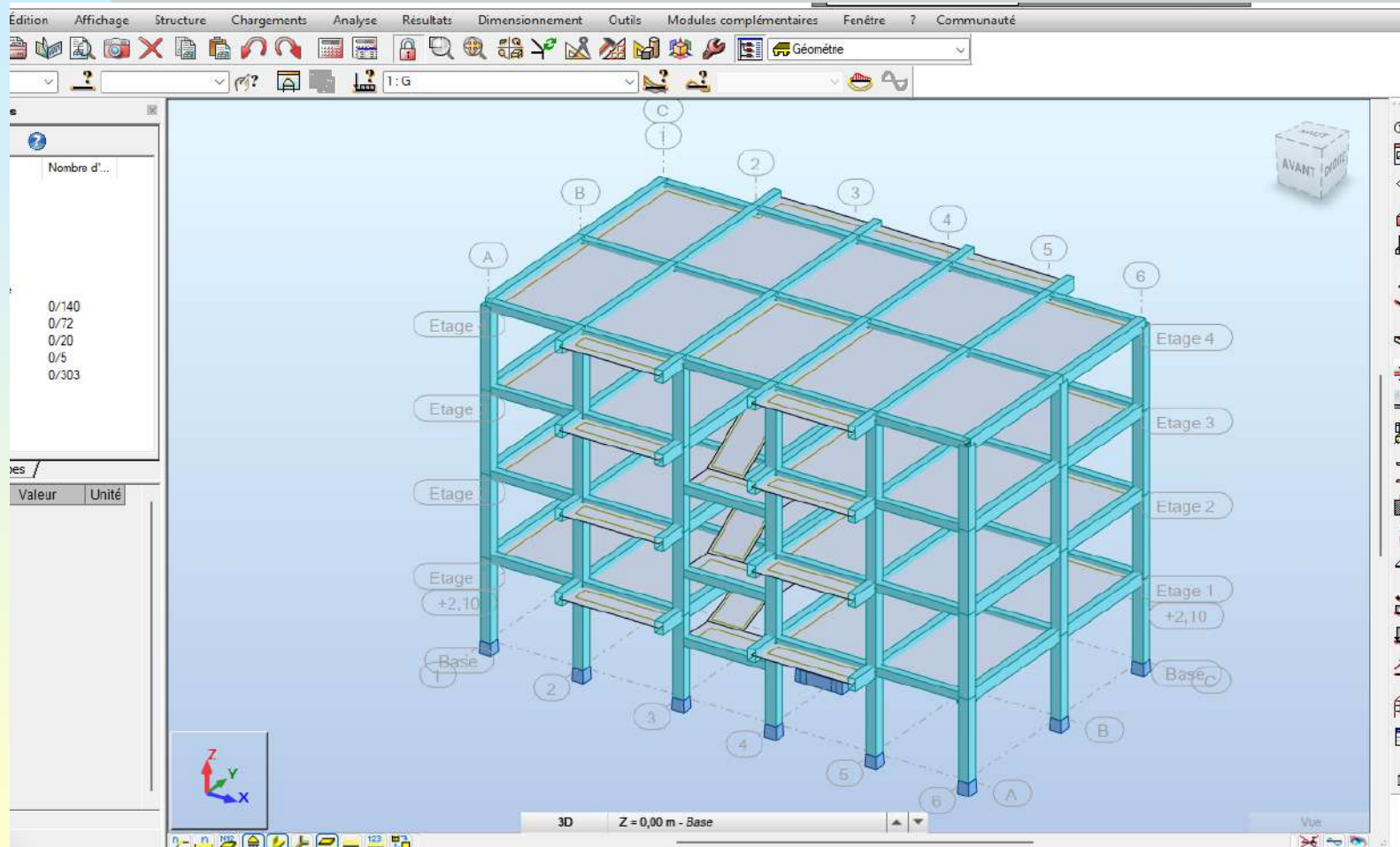
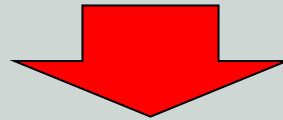


**On montre un seul cas, les autres  
sont similaires**

**Cas 1**

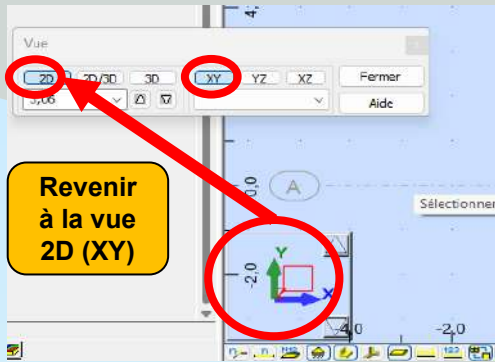
# 4. Modélisation par ROBOT

On suppose (dans notre exemple) que la structure poteau/poutre est terminée



Sinon, on travaille par niveau

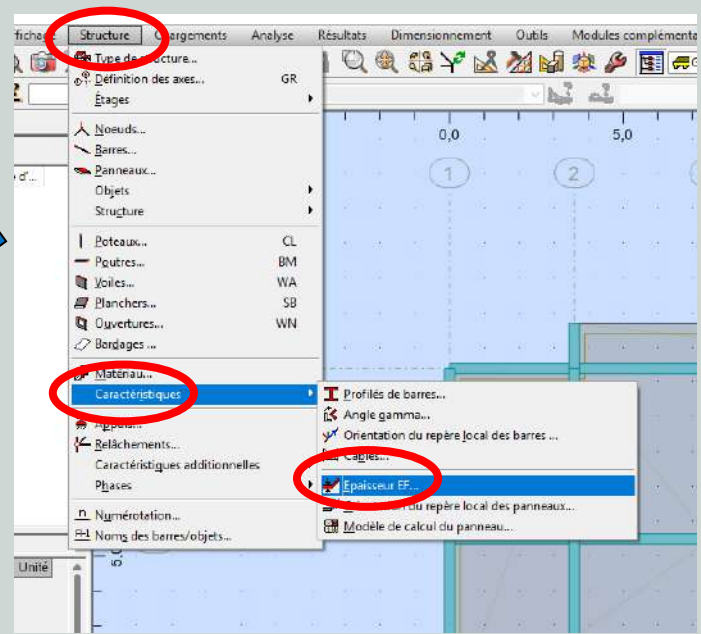
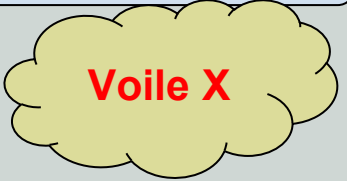
# 4. Modélisation par ROBOT



Revenir à la vue 2D (XY)

Commencer d'abord par définir un élément voiles suivant X, puis suivant Y

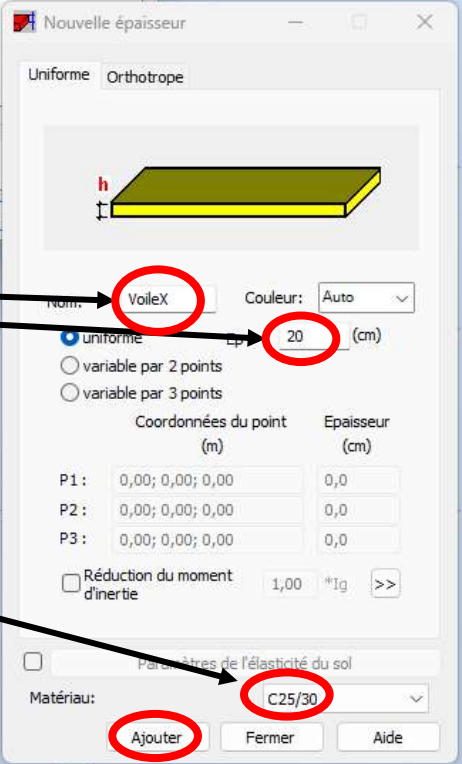
## Définition des éléments voile (VoileX, VoileY) (Structure/Caractéristiques/Epaisseur EF)



Ou bien, directement



A remplir



A changer

Même chose suivant Y



# 4. Modélisation par ROBOT

VoileX déjà ajouté

Nom: VoileY  
Épaisseur: 20 (cm)  
Matériau: C25/30

A remplir

A changer

Définition des éléments voile (VoileX, VoileY)  
(Structure/Caractéristiques/Épaisseur EF)

Voile Y

Ou bien, directement

Structure > Caractéristiques > Épaisseur EF

Puis choisir l'élément défini pour commencer à l'introduire dans le dessin (Structure/Voiles)

# 4. Modélisation par ROBOT

Choix et introduction de l'élément dalle (**Structure/Voiles**)

Une fois l'origine choisie, écrire 2 (largeur du voile)

Commencer à dessiner sur le RDC, puis on copie sur les autres étages

Voile de 2 m de largeur à ajouter

Puis appuyer 02 fois sur la direction du voile

Continuer avec l'autre voile de la même manière et respecter le point de départ et la direction du voile.

On commence par les voiles du RDC suivant X puis on les copie sur les étages

Voile

Nom: 255

Caractéristiques

Epaisseur: VoileX

Matériau: C25/30

Hauteur (m)

origine: 0,00; 5,50; 0,00

extrémité:

hauteur: 3,06

sens:  en haut (Z+)  en bas (Z-)

Etirement:

Ajouter Fermer Aide

Point

Coordonnées: 17,00; 11,00; 0,00

Point de référence: 0,00; 5,50; 0,00

Coordonnées

X 2

Y

Z

cartésiennes absolues

cylindriques relatives

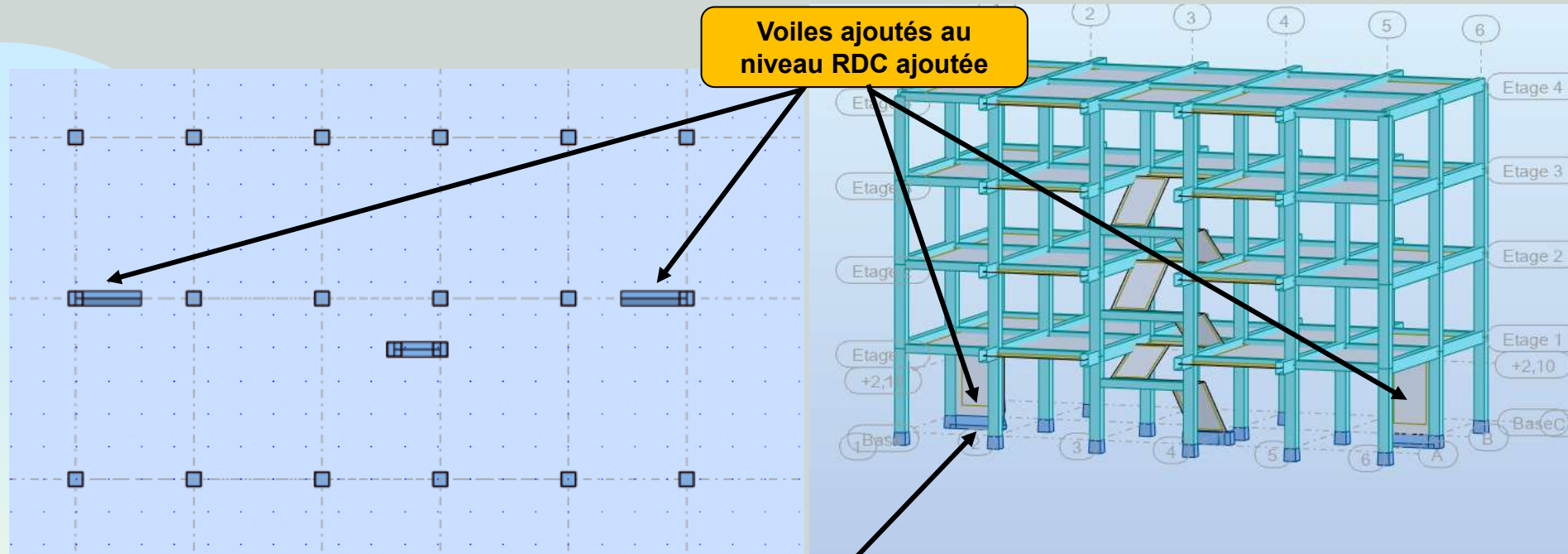
Appliquer Fermer Aide <<

XY Z = 0,00 m - Base

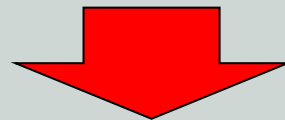
Choisir l'élément

Curseur

Hauteur du RDC



Les voiles ont été créés avec des encastresments en bas, il faut éliminer ces encastresments avant de les copier puis à la fin on rend les encastresments



Choisir les voiles pour supprimer les encastresments

# 4. Modélisation par ROBOT

Sélectionner les voiles et supprimer leur encastrement

Voiles sélectionnés pour supprimer les encastresments en bas

C.L linéaires

Appuis

Nodaux Linéaires Surfaciques

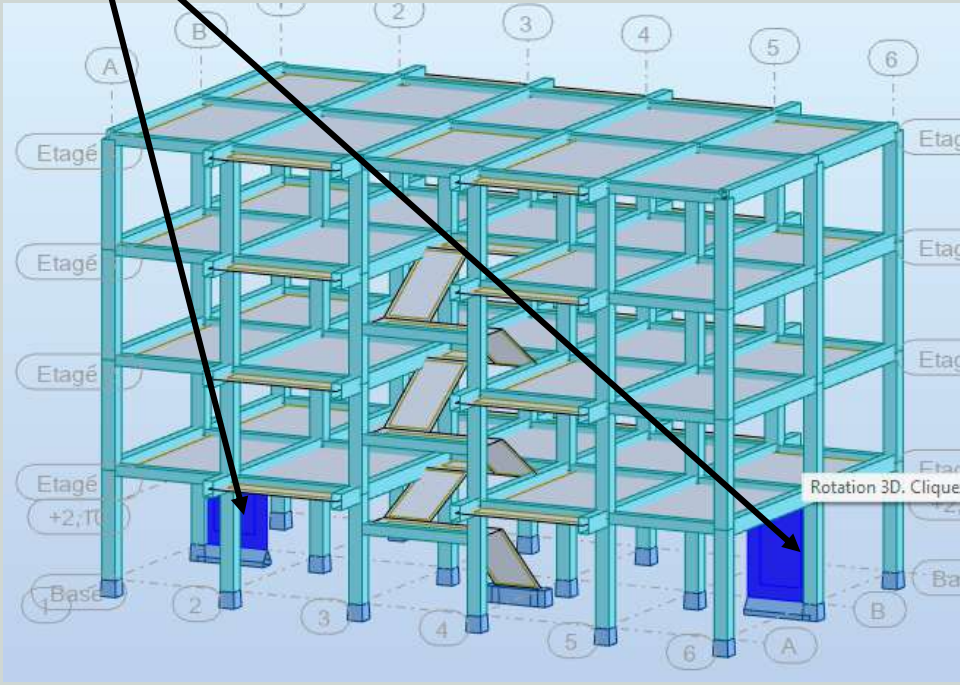
SUPPR

- Appui simple
- Base
- Encastrement
- Rotule

Sélection actuelle

255 256

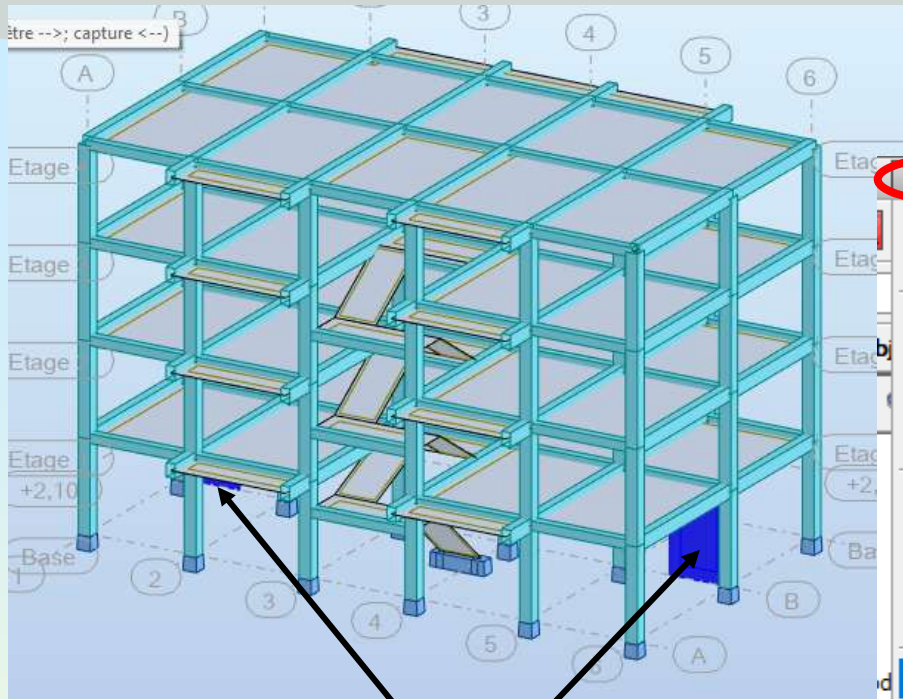
Appliquer Fermer Aide



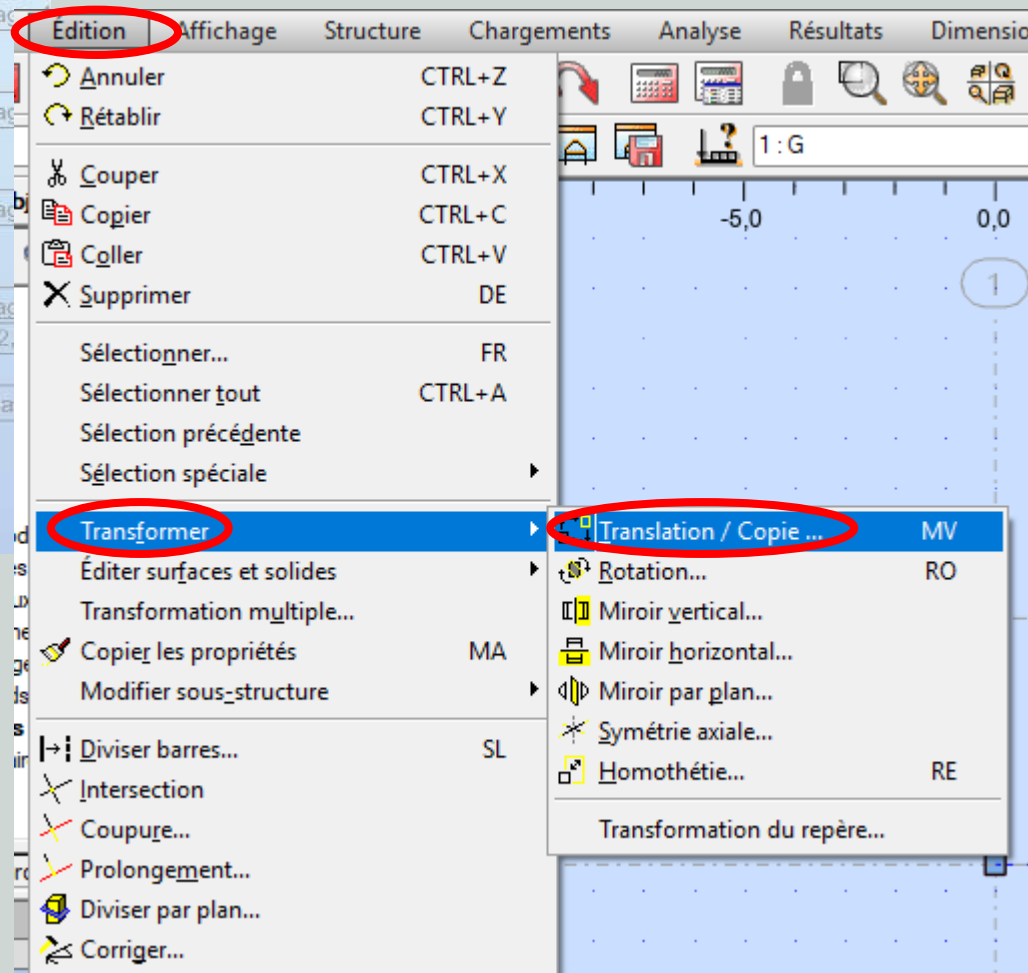
Les encastresments sont supprimés, on peut copier les voiles une fois sélectionnés vers les autres étages

## 4. Modélisation par ROBOT

Sélectionner les voiles pour les copier vers les autres étages

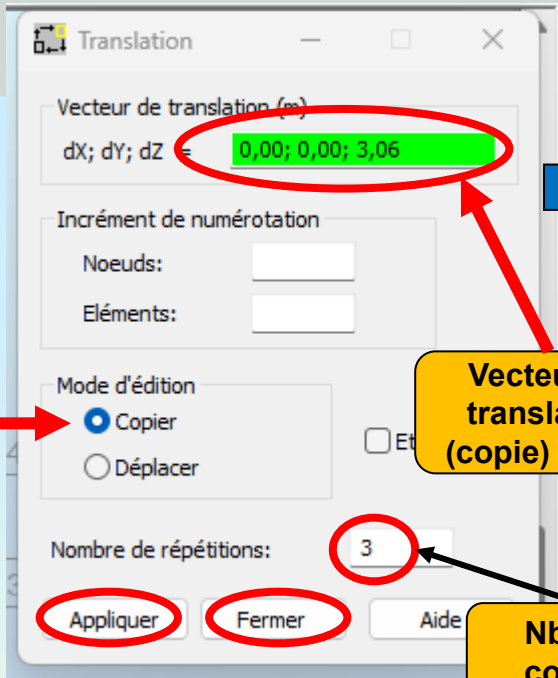


Une fois les encastremets supprimés, Voiles sélectionnés pour supprimer les copier



# 4. Modélisation par ROBOT

Copier les voiles sélectionnés vers les autres étages, en choisissant un vecteur en hauteur (la même hauteur d'étages)

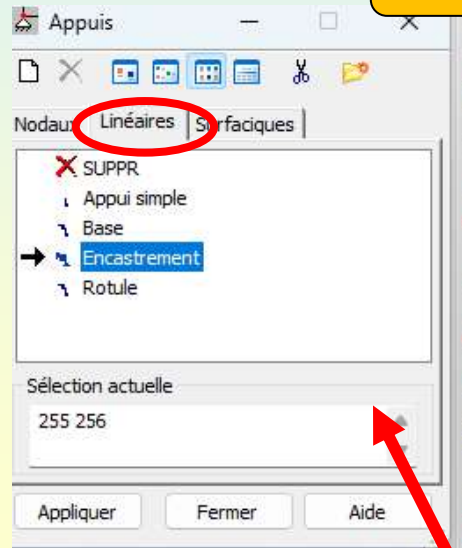
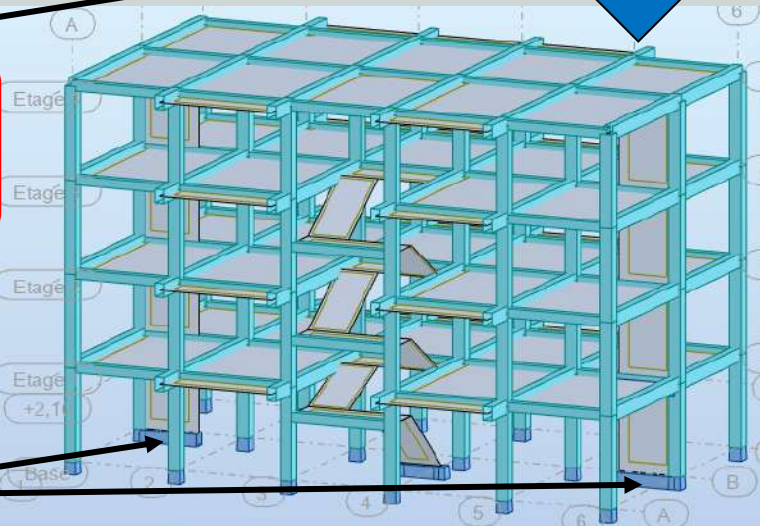
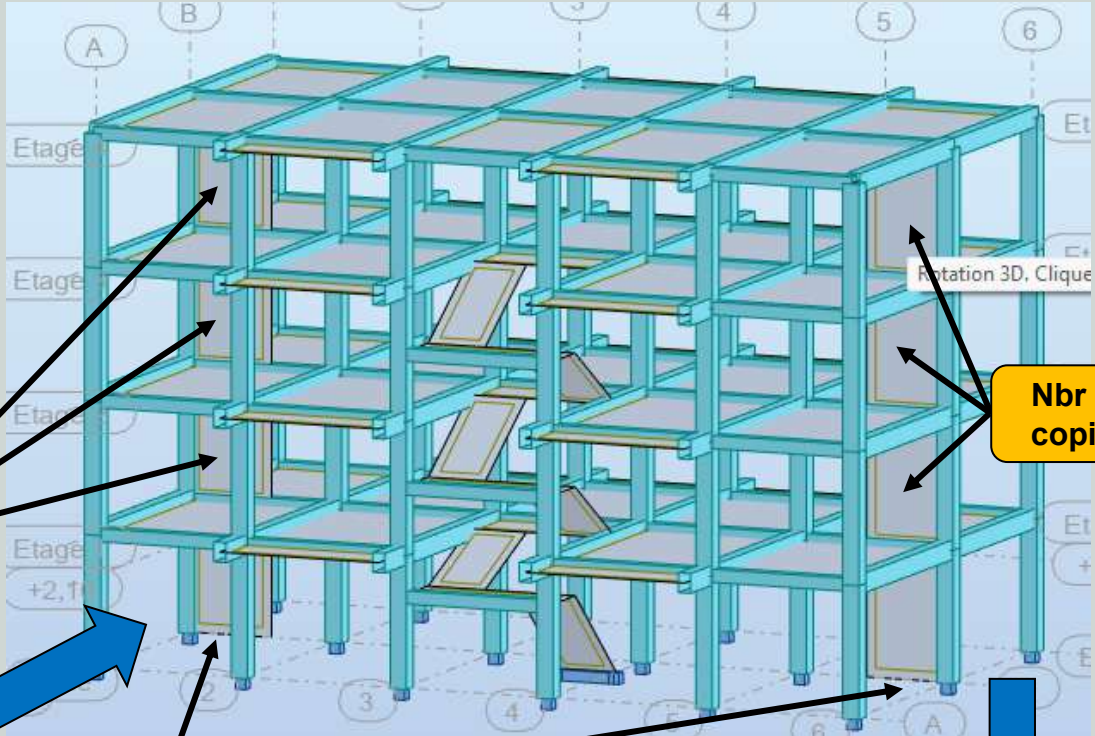


Vecteur de translation (copie) choisi

Nbr de copies

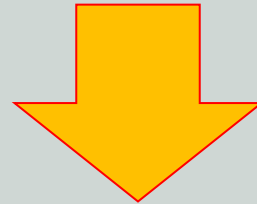
Choisir d'abord, linéaires/Encastrement puis sélectionner les bords à encaster

Base encastree



**Périodes  
propres**

**Lancer les  
calculs  
Analyse modale**



**A ce stade**

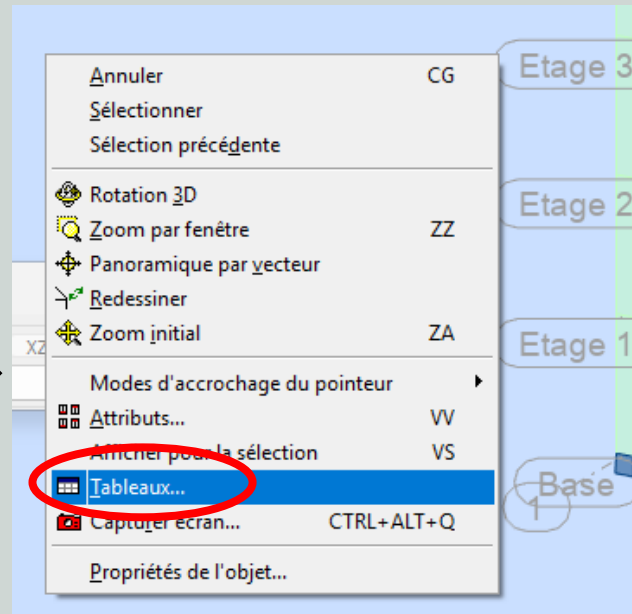
**On a uniquement l'analyse modale  
pour vérifier les périodes**

# 5. Résultats et Vérification

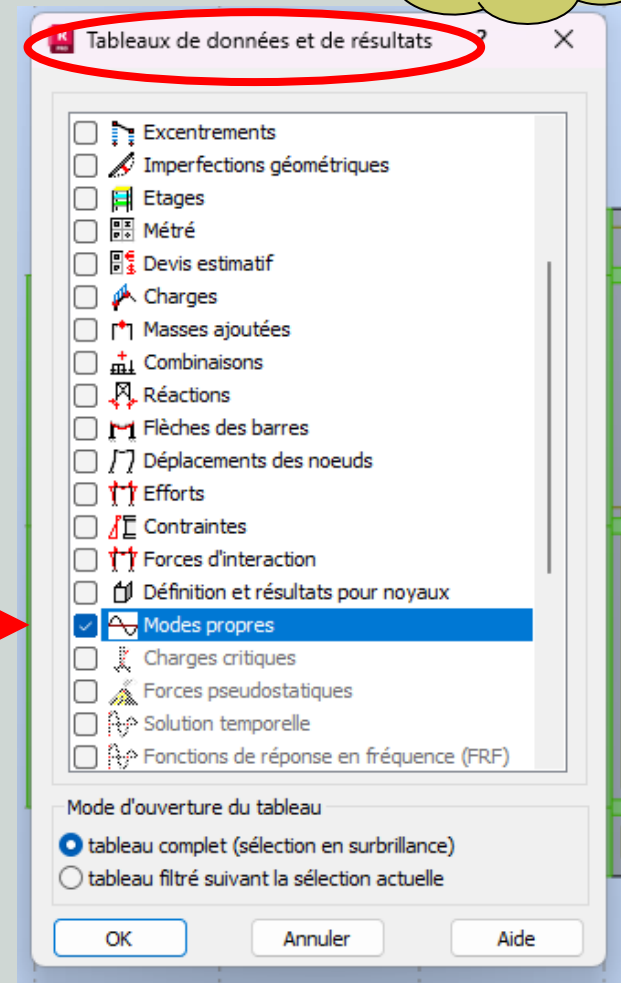
Après calcul modal, on peut visualiser les résultats (et aussi les données) (**Résultats/Modes propres**)

Cas 1

Double cliquer sur l'écran principal



Choisir (en cochant) Modes propres



On veut sortir les périodes et modes propres.

5. Résultats et Vérification

Cas 1

Modes propres

Choisir « Modes propres »

On peut réarranger ces colonnes

Tableaux de données et de résultats

- Excentrements
- Imperfections géométriques
- Etages
- Métré
- Devis estimatif
- Charges
- Masses ajoutées
- Combinaisons
- Réactions
- Flèches des barres
- Déplacements des noeuds
- Efforts
- Contraintes
- Forces d'interaction
- Définition et résultats pour noyaux
- Modes propres
- Charges critiques
- Forces pseudostatiques
- Solution temporelle
- Fonctions de réponse en fréquence (FRF)

Mode d'ouverture du tableau

tableau complet (sélection en surbrillance)

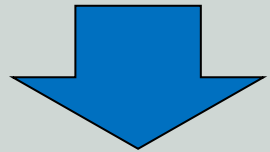
tableau filtré suivant la sélection actuelle

OK Annuler Aide

Choisir le cas de charge : Modal

5 : Modale

- 1 : G
- 2 : Q
- 3 : ELU
- 4 : ELS
- 5 : Modale
- Cas simples
- Combinaisons



5 : Modale

Cas/Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masses Cumulées UZ [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]	Masse Modale UZ [%]	Tot.mas.UX [kg]	Tot.mas.UY [kg]	Tot.mas.UZ [kg]
5/ 1	1,79	0,56	0,71	0,01	0,0	0,71	0,01	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 2	1,81	0,55	0,71	81,82	0,0	0,00	81,80	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 3	2,40	0,42	73,33	81,82	0,0	72,62	0,00	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 4	5,54	0,18	73,33	92,95	0,0	0,00	11,13	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 5	5,74	0,17	73,33	92,96	0,0	0,00	0,02	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 6	9,68	0,10	91,14	92,97	0,0	17,81	0,01	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 7	10,23	0,10	91,16	97,30	0,0	0,02	4,33	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 8	10,63	0,09	91,24	97,31	0,0	0,08	0,01	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 9	15,07	0,07	91,24	98,61	0,0	0,00	1,30	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 10	15,60	0,06	91,24	98,61	0,0	0,00	0,00	0,0	896174,81	896174,81	0,0

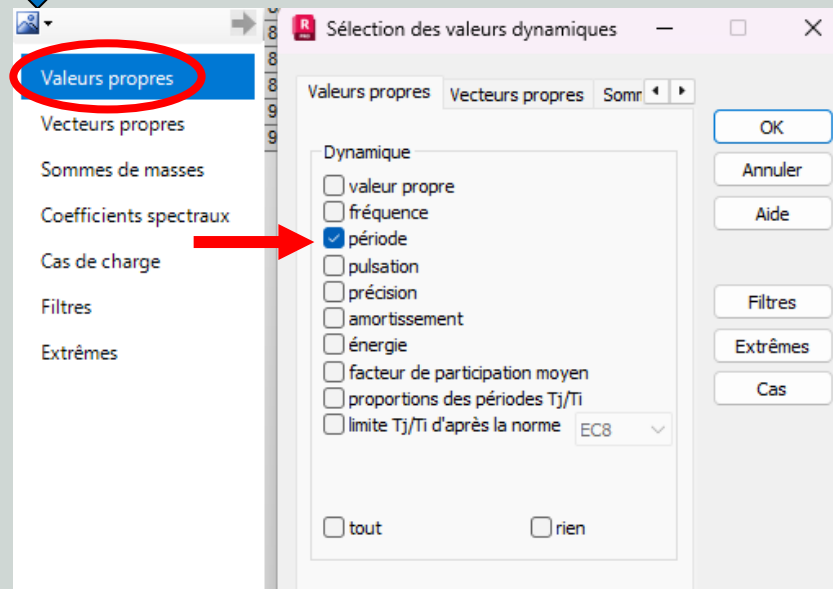
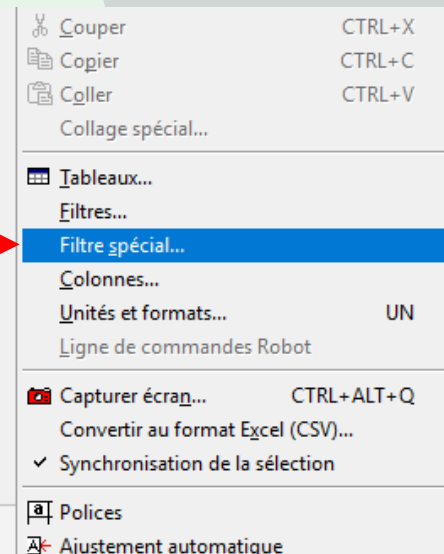
## 5. Résultats et Vérification

En utilisant des filtres, on peut afficher, réarranger l'ordre, supprimer etc... selon ce qu'on veut

Cas 1

Cas/Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masses Cumulées UZ [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]	Masse Modale UZ [%]	Tot.mas.UX [kg]	Tot.mas.UY [kg]	Tot.mas.UZ [kg]
5/ 1	1,79	0,56	0,71	0,01	0,0	0,71	0,01	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 2	1,81	0,55	0,71	81,82	0,0	0,00	81,80	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 3	2,40	0,42	73,33	81,82	0,0	72,62	0,00	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 4	5,54	0,18	73,33	92,95	0,0	0,00	11,13	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 5	5,74	0,17	73,33	92,96	0,0	0,00	0,02	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 6	9,68	0,10	91,14	92,97	0,0	17,81	0,01	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 7	10,23	0,10	91,16	97,30	0,0	0,02	4,33	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 8	10,63	0,09	91,24	97,31	0,0	0,08	0,01	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 9	15,07	0,07	91,24	98,61	0,0	0,00	1,30	0,0	896174,81	896174,81	0,0
5/ 10	15,60	0,06	91,24	98,61	0,0	0,00	0,00	0,0	896174,81	896174,81	0,0

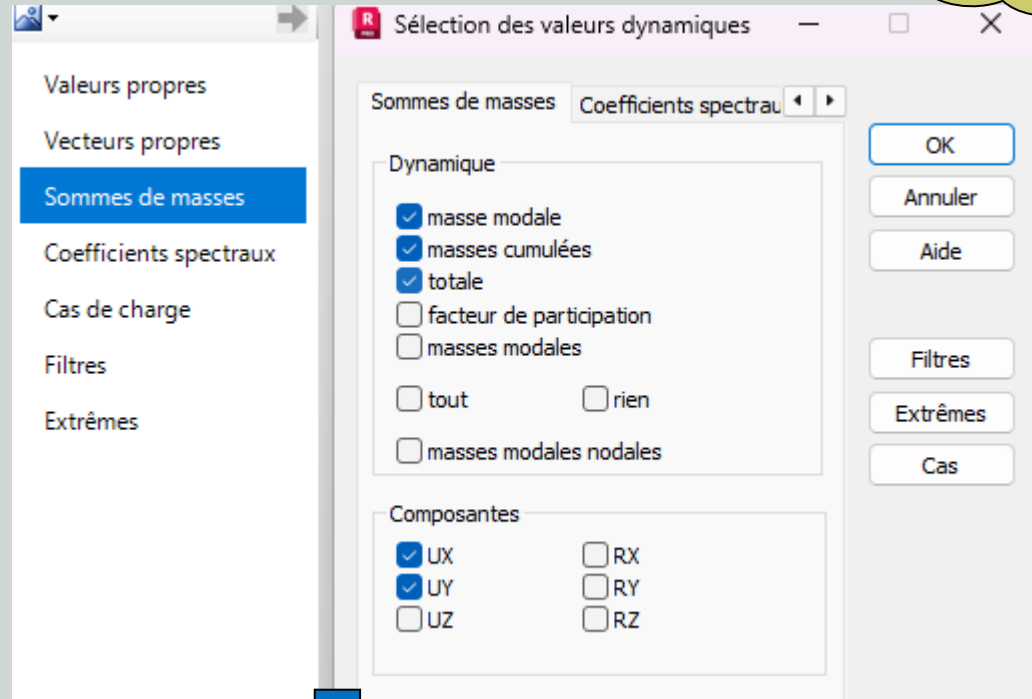
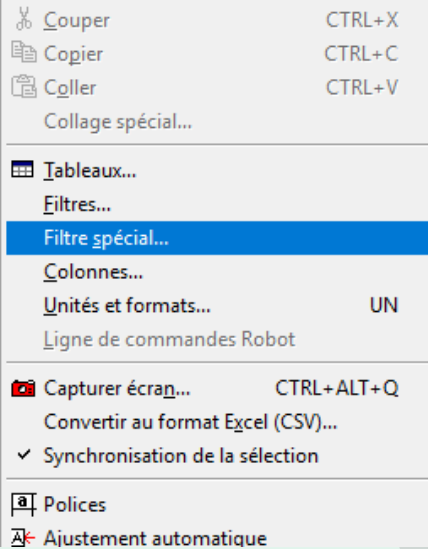
Clic droit (écran du tableau) / Valeurs propres/Décocher Fréquence et laisser périodes




## 4. Résultats et Vérification

Puis on supprime suivant Z et on réarrange l'ordre des colonnes

Cas 1



Cas/Mode	Période [sec]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Tot.mas.UX [kg]	Tot.mas.UY [kg]
5/ 1	0,56	0,71	0,01	0,71	0,01	896174,81	896174,81
5/ 2	0,55	0,00	81,80	0,71	81,82	896174,81	896174,81
5/ 3	0,42	72,62	0,00	73,33	81,82	896174,81	896174,81
5/ 4	0,18	0,00	11,13	73,33	92,95	896174,81	896174,81
5/ 5	0,17	0,00	0,02	73,33	92,96	896174,81	896174,81
5/ 6	0,10	17,81	0,01	91,14	92,97	896174,81	896174,81
5/ 7	0,10	0,02	4,33	91,16	97,30	896174,81	896174,81
5/ 8	0,09	0,08	0,01	91,24	97,31	896174,81	896174,81
5/ 9	0,07	0,00	1,30	91,24	98,61	896174,81	896174,81
5/ 10	0,06	0,00	0,00	91,24	98,61	896174,81	896174,81



**Interprétation  
des résultats**



**Cas 1**

## 4. Résultats et Vérification

Puis on supprime suivant Z et on réarrange l'ordre des colonnes

Cas 1

Type de mode obtenu : (Masses modales > 50%)

- Mx 0,71; My=0,01 Torsionel
- Mx = 0,00; My=81,80 Flexion suivant Y
- Mx =72,62; My=0 Flexion suivant X

Type de combinaison utilisée pour les 10 modes (Important surtout dans l'analyse spectrale)

RPA 2024 (§ 4.3.4)

Cas/Mode	Période [sec]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Tot.mas.UX [kg]	Tot.mas.UY [kg]
5/ 1	0,56	0,71	0,01	0,71	0,01	896174,81	896174,81
5/ 2	0,55	0,00	81,80	0,71	81,82	896174,81	896174,81
5/ 3	0,42	72,62	0,00	73,33	81,82	896174,81	896174,81
5/ 4	0,18	0,00	11,13	73,33	92,95	896174,81	896174,81
5/ 5	0,17	0,00	0,02	73,33	92,96	896174,81	896174,81
5/ 6	0,10	17,81	0,01	91,14	92,97	896174,81	896174,81
5/ 7	0,10	0,02	4,33	91,16	97,30	896174,81	896174,81
5/ 8	0,09	0,08	0,01	91,24	97,31	896174,81	896174,81
5/ 9	0,07	0,00	1,30	91,24	98,61	896174,81	896174,81
5/ 10	0,06	0,00	0,00	91,24	98,61	896174,81	896174,81

Période Numérique suivant x = 0,42 s (Mode 3)  
Période Numérique suivant y = 0,55 s (Mode 2)

Masse cumulée > 90%  
(suivant x et y)

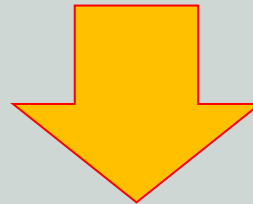
Masses totales suivant x et y utilisées MSE

Visualisation des modes pour vérification visuelle

**Choix du  
système de  
contreventement**

**Cas 1**

**Analyse  
Spectrale**



**A ce stade**

**On vérifie les % de participations des voiles et  
des portiques (Charges latérales) pour fixer le  
système de contreventement**

# 6. Pourcentage Portiques/Voiles

Cas 1

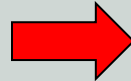
Analyse spectrale suivant X et Y

Données

Avec

- ✓ Zone : II
- ✓ Groupe : 2
- ✓ Site : S2
- ✓ R : 3,5
- ✓ Qf : 1,1
- ✓ Amortissement : 6%

Spectre



Logiciel EXCEL

N'importe quel logiciel disponible pour construire un spectre de calcul RPA2024, à partir des données du problème (avec R choisi)

On définit les cas de charges pour une analyse spectrale suivant x ( $E_x$ ) puis suivant y ( $E_y$ ) en utilisant le spectre avec la valeur du coefficient R correspondant

Analyse spectrale suivant X ( $E_x$ )  
Analyse spectrale suivant Y ( $E_y$ )

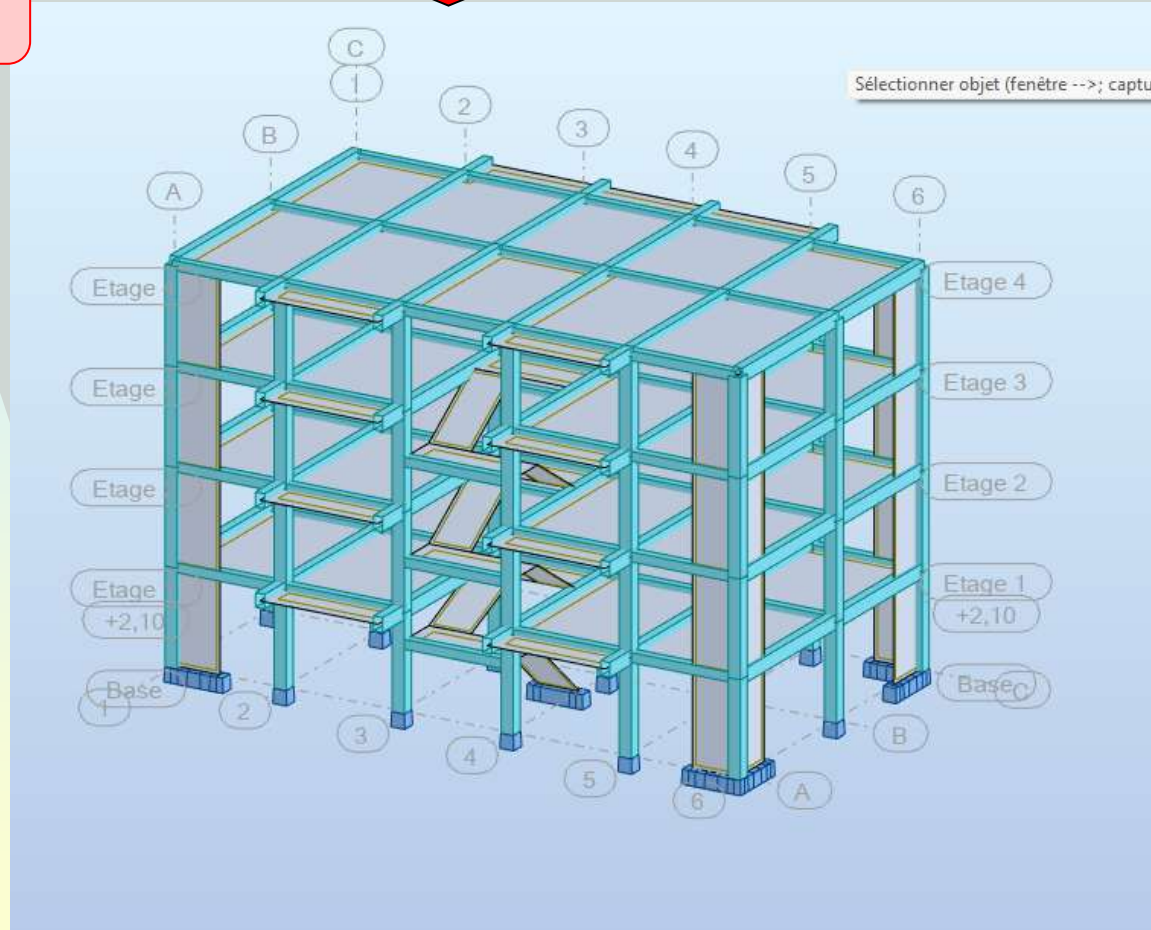
Choisir R puis on vérifie le % de participation des portiques et des voiles

## 6. Pourcentage Portiques/Voiles

On suppose (dans notre exemple) que la structure poteau/poutre/voiles est choisie

Cas 7

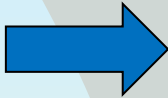
On applique le spectre des RPA2024 suivant X puis suivant Y



## 6. Pourcentage Portiques/Voiles

Après calcul modal, on peut visualiser les résultats (tableaux) (**Résultats/Etages**)

Double cliquer sur l'écran principal



The screenshot shows the software interface with a dropdown menu open. The 'Tableaux...' option is highlighted with a red circle. A red arrow points from this option to the 'Tableaux de données et de résultats' dialog box. In the dialog box, the 'Etages' checkbox is checked, and the 'tableau complet (sélection en surbrillance)' radio button is selected. The dialog box title 'Tableaux de données et de résultats' is also circled in red.

Choisir (en cochant) Etages



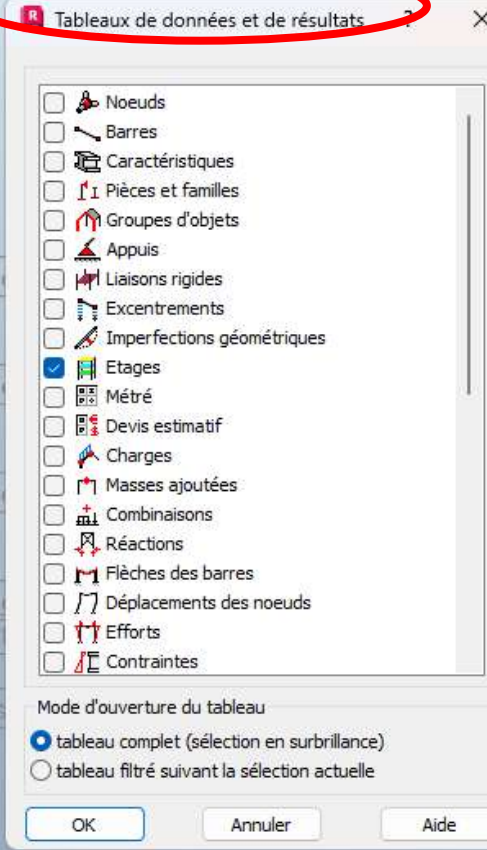
On veut sortir les efforts sur les portiques et les efforts sur les voiles

## 6. Pourcentage Portiques/Voiles

Réponse en force

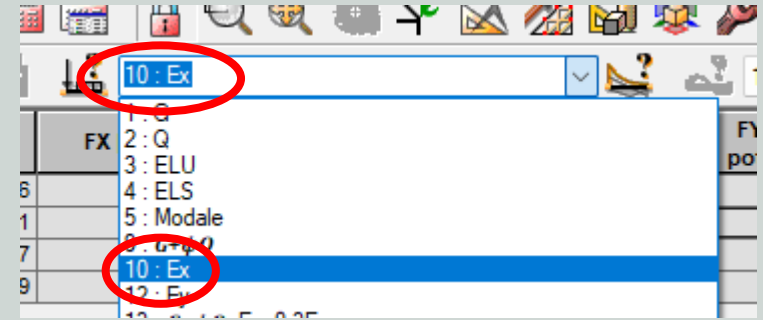
Choisir « Etages »

On ne retient que FX sur les poteaux et FX sur les voiles

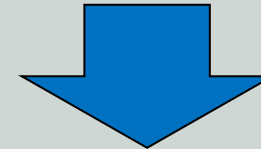


Choisir le cas de charge :

- ❖ Ex pour l'effort Tx
- ❖ Ey pour l'effort Ty
- ❖ ELU pour l'effort normal



Etages	Valeurs	Déplacements	Efforts réduits	Total
--------	---------	--------------	-----------------	-------



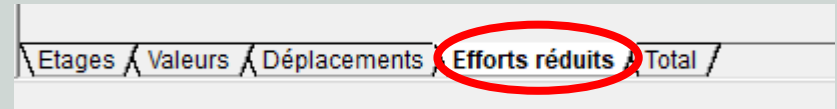
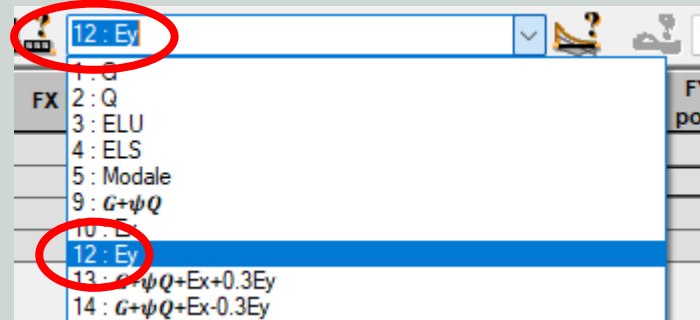
Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]	FX sur les poteaux [kN]	FX sur les voiles [kN]	FY sur les poteaux [kN]	FY sur les voiles [kN]	FZ [kN]	FZ sur les poteaux [kN]	FZ sur les voiles [kN]
10/ 1	9,30 5,27 2,76	540,95	3,74	118,66	422,30	-2,35	6,12	0,0	4,53	-4,53
10/ 2	9,30 5,27 5,81	492,08	3,56	140,24	351,84	-9,39	12,94	0,0	8,44	-8,44
10/ 3	9,30 5,27 8,87	396,71	2,92	139,11	257,61	-15,36	18,29	0,0	10,47	-10,47
10/ 4	9,30 5,21 11,99	255,25	1,84	156,58	98,67	1,33	0,51	0,0	0,03	-0,03

De même pour Ty (FY) avec Ey

## 6. Pourcentage Portiques/Voiles

Réponse  
en force

- Choisir le cas de charge :
- ❖ Ex pour l'effort Tx
  - ❖ Ey pour l'effort Ty
  - ❖ ELU pour l'effort normal



On ne retient  
que FY sur les  
poteaux et FY  
sur les voiles



Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]	FX sur les poteaux [kN]	FX sur les voiles [kN]	FY sur les poteaux [kN]	FY sur les voiles [kN]	FZ [kN]	FZ sur les poteaux [kN]	FZ sur les voiles [kN]
12/ 1	9,30 5,27 2,76	-3,78	580,53	-1,60	-2,17	148,89	431,64	0,0	39,56	-39,56
12/ 2	9,30 5,27 5,81	-3,54	531,36	-3,61	0,08	178,07	353,29	0,0	37,42	-37,42
12/ 3	9,30 5,27 8,87	-2,90	427,22	-5,62	2,72	174,45	252,77	0,0	31,70	-31,70
12/ 4	9,30 5,21 11,99	-1,79	270,15	-1,36	-0,42	176,83	93,32	0,0	4,30	-4,30

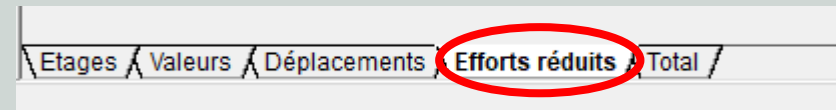
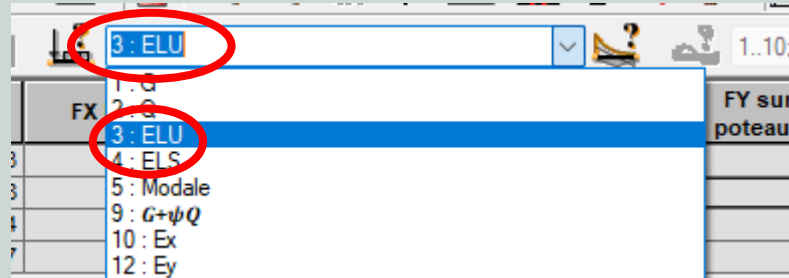


Pour l'effort normal, on tire FZ sur les poteaux et FZ sur les voiles pour le cas ELU (généralement plus défavorable)

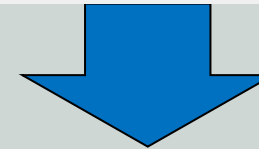
## 6. Pourcentage Portiques/Voiles

- Choisir le cas de charge :
- ❖ Ex pour l'effort Tx
  - ❖ Ey pour l'effort Ty
  - ❖ ELU pour l'effort normal

Cas des vérifications des charges verticales



On ne retient que FZ sur les poteaux et FZ sur les voiles



A screenshot of a software interface showing a table of results. The table has columns for 'Cas/Etage', 'G (x,y,z) [m]', 'FX [kN]', 'FY [kN]', 'FX sur les poteaux [kN]', 'FX sur les voiles [kN]', 'FY sur les poteaux [kN]', 'FY sur les voiles [kN]', 'FZ [kN]', 'FZ sur les poteaux [kN]', and 'FZ sur les voiles [kN]'. The table is circled in red. The software interface also shows '3: ELU' circled in red in the top bar.

Cas/Etage	G (x,y,z) [m]	FX [kN]	FY [kN]	FX sur les poteaux [kN]	FX sur les voiles [kN]	FY sur les poteaux [kN]	FY sur les voiles [kN]	FZ [kN]	FZ sur les poteaux [kN]	FZ sur les voiles [kN]
3 (C)/1	9,30 5,11 2,63	0,0	0,0	-8,54	8,54	-20,64	20,64	-14138,02	-11444,47	-2693,56
3 (C)/2	9,30 5,11 5,68	0,0	0,0	-19,89	19,89	-13,28	13,28	-10446,01	-8654,75	-1791,26
3 (C)/3	9,30 5,11 8,74	0,0	0,0	-22,30	22,30	-5,61	5,61	-6918,34	-5796,00	-1122,37
3 (C)/4	9,30 5,12 11,87	0,0	0,0	-1,91	1,91	1,41	-1,41	-3386,69	-2993,86	-397,82

Calcul des pourcentages (Portiques/Voiles) : charges verticales et horizontales (logiciel EXCEL)

## 6. Pourcentage Portiques/Voiles

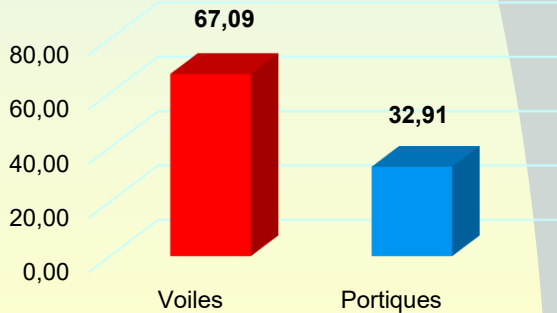
**EXCEL**

	Voiles			Portiques		
Etage	Tx	Ty	N	Tx	Ty	N
1	422,3	431,64	-2693,56	118,66	148,89	-11444,47
2	351,84	353,29	-1791,26	140,24	178,07	-8654,75
3	257,61	252,77	-1122,33	139,11	174,45	-5796
4	98,67	93,32	-392,82	156,58	176,83	-2993,86
	<b>1130,42</b>	<b>1131,02</b>	<b>-5999,97</b>	<b>554,59</b>	<b>678,24</b>	<b>-28889,08</b>

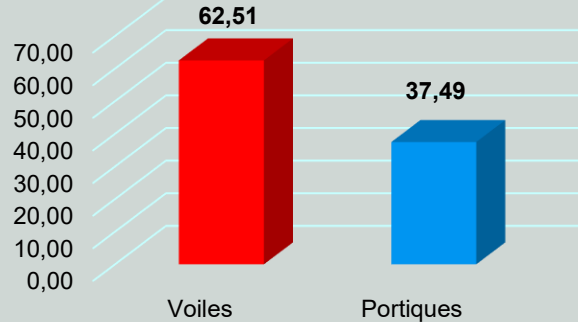
	Voiles	Portiques
Tx	67,09	32,91
Ty	62,51	37,49
N	17,20	82,80

Voiles			Portiques		
%Tx	%Ty	%N	%Tx	%Ty	%N
78,06	74,35	19,05	21,94	25,65	80,95
71,50	66,49	17,15	28,50	33,51	82,85
64,93	59,17	16,22	35,07	40,83	83,78
38,66	34,54	11,60	61,34	65,46	88,40
<b>67,09</b>	<b>62,51</b>	<b>17,20</b>	<b>32,91</b>	<b>37,49</b>	<b>82,80</b>

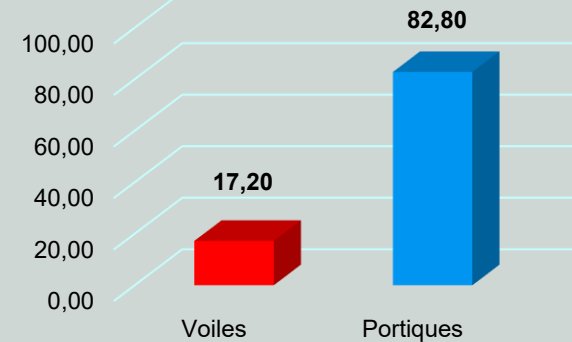
**Tx**



**Ty**



**N**



## Remarques

**N'oublier pas**

Une fois R choisi



Vérifier l'effet noyau

ET



**Comparaison**

(RPA2024 (§ 4.3.5))

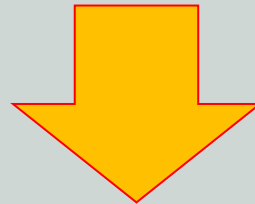
La résultante des forces sismiques à la base,  $V_{tx}$  et  $V_{ty}$ , obtenues par combinaison des valeurs modales ne doit pas être inférieures à 80% de la résultante des forces sismiques  $V_{MSE}$ .

Si  $(V_{tx} \leq 0,8V_{MSE})$ , (ou  $V_{ty}$ ) il faudra augmenter tous les paramètres de la réponse dans le rapport  $(0,8V_{MSE}/V_{tx})$ , ou  $V_{ty}$

**Cas 1 de 7**

**Etude de qlqs  
exemples de  
dispositions**

**Choix de la  
disposition  
des voiles**



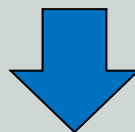
**On répète la même procédure pour  
Plusieurs cas de dispositions de voiles**

**Tableaux comparatifs**

**Périodes**

**Dispositions  
des voiles**

***Discussion vis-à-vis des  
périodes***



# 7. Discussion des dispositions des voiles vis-à-vis des périodes

De  
préférence

Pas obligatoire



Temp = 0,327 s  
1,3 Temp = 0,425 s

*Suivant X*

03 Cas

*Suivant Y*

02 Cas

*Suivant X et Y*

02 Cas

Récapitulatif



## 7. Discussion des dispositions des voiles vis-à-vis des périodes

Temp = 0,327 s  
1,3 Temp = 0,425 s


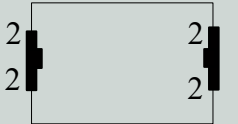
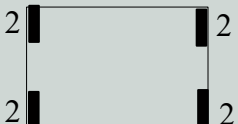
Suivant X

Cas	Type mode	Position	Période (s)	
Sans voiles	Flexion X	1	0,66	
	Flexion Y	2	0,55	
	Torsion	3	0,55	
1	Flexion X	3	0,42	
	Flexion Y	2	0,55	
	Torsion	1	0,56	
2	Flexion X	3	0,26	
	Flexion Y	2	0,55	
	Torsion	1	0,55	
3	Flexion X	3	0,34	
	Flexion Y	1	0,56	
	Torsion	2	0,38	

## 7. Discussion des dispositions des voiles vis-à-vis des périodes

Suivant Y

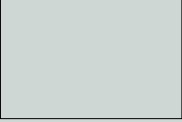
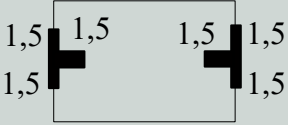
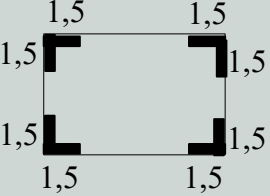
Temp = 0,327 s  
1,3 Temp = 0,425 s

Cas	Type mode	Position	Période (s)	
Sans voiles	Flexion X	1	0,66	
	Flexion Y	2	0,55	
	Torsion	3	0,55	
4	Flexion X	1	0,64	
	Flexion Y	2	0,26	
	Torsion	3	0,21	
5	Flexion X	1	0,64	
	Flexion Y	2	0,33	
	Torsion	3	0,27	

## 7. Discussion des dispositions des voiles vis-à-vis des périodes

Temp = 0,327 s  
1,3 Temp = 0,425 s

Suivant X  
et Y

Cas	Type mode	Position	Période (s)	
Sans voiles	Flexion X	1	0,66	
	Flexion Y	2	0,55	
	Torsion	3	0,55	
6	Flexion X	1	0,46	
	Flexion Y	2	0,34	
	Torsion	3	0,28	
7	Flexion X	1	0,40	
	Flexion Y	2	0,37	
	Torsion	3	0,27	

**Dispositions  
des voiles**




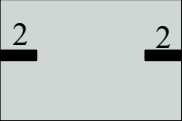

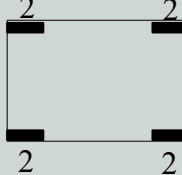
**Types de  
système de  
contreventement**

*Discussion vis-à-vis des  
participations  
voiles/portiques*





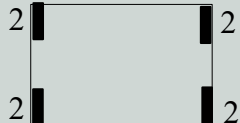
## 8. Discussion des types de systèmes vis-à-vis des dispositions des voiles

Suivant X

Cas	Effort	Portiques (%)	Voiles (%)	Système	
Sans voiles	Tx	<b>84,33</b>	15,67	<b>1</b>	
	Ty	<b>86,4</b>	13,6	<b>1</b>	
	Normal N	99,16	0,84		
1	Tx	<b>38,89</b>	<b>61,11</b>	<b>4</b>	
	Ty	84,21	15,79	1	
	Normal N	89,83	10,17		
2	Tx	<b>14,72</b>	<b>85,28</b>	<b>5 ?</b>	
	Ty	82,85	17,15	1	
	Normal N	79,23	20,77	?	
3	Tx	<b>28,21</b>	<b>71,79</b>	<b>5 ?</b>	
	Ty	83,39	16,61		
	Normal N	86,19	13,81	?	

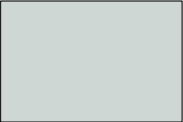
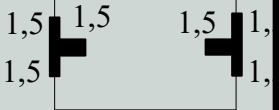
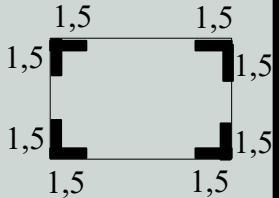
# 1. Discussion des types de systèmes vis-à-vis des dispositions des voiles

Suivant Y

Cas	Effort	Portiques (%)	Voiles (%)	Système	
Sans voiles	Tx	<b>84,33</b>	15,67	<b>1</b>	
	Ty	<b>86,4</b>	13,6	<b>1</b>	
	Normal N	99,16	0,84		
4	Tx	78,09	21,91	1	
	Ty	<b>23,52</b>	<b>76,48</b>	<b>5 ?</b>	
	Normal N	85,75	14,25	?	
5	Tx	77,97	22,03	1	
	Ty	<b>32,46</b>	<b>67,57</b>	<b>5 ?</b>	
	Normal N	86,20	13,80	?	

# 1. Discussion des types de systèmes vis-à-vis des dispositions des voiles

Suivant X  
et Y

Cas	Effort	Portiques (%)	Voiles (%)	Système	
Sans voiles	Tx	<b>84,33</b>	15,67	<b>1</b>	
	Ty	<b>86,4</b>	13,6	<b>1</b>	
	Normal N	99,16	0,84		
6	Tx	<b>42,51</b>	<b>57,49</b>	<b>4</b>	
	Ty	<b>33,24</b>	<b>66,76</b>	<b>5 (4)</b>	
	Normal N	85,06	14,94		
7	Tx	<b>32,91</b>	<b>67,09</b>	<b>5 (4)</b>	
	Ty	<b>37,49</b>	<b>62,51</b>	<b>4</b>	
	Normal N	82,80	17,20		

Système retenu  
pour le ferrailage  
des voiles

**Prochaine  
étape**

**On vérifie effet noyau**

**On vérifie ( $V_{tx,ty} \geq 0,8V_{MSE}$ ) (RPA2024 (§ 4.3.5))**

**On définit les différentes combinaisons des charges et faire toutes les justifications imposées par les RPA2024.**

**C'est l'objet des prochains chapitres  
(Chapitres 5, 6 et 7)**

**Merci. Fin du Chapitre 03C**

***[www.abdellatif-megnounif.com/?action=cours](http://www.abdellatif-megnounif.com/?action=cours)***



# *Dynamique des structures*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

**Prochain Cours**

**Chap. 07A**

**Analyse – Combinaisons des charges**