

# *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 05**

# Analyse – Masse sismique et Analyse Modale

**Cours 05 Samedi 17.01.2026**

# 1. Introduction

- ✓ L'objectif de ce chapitre est de faire une analyse modale afin de déterminer les périodes et modes propres de vibration.
- ✓ Cette analyse est très importante pour :
  - ❖ Vérifier le type de structure étudiée (flexible ou rigide)
  - ❖ Vérifier les types de mode de vibration fondamentaux
  - ❖ Vérifier la participation massique des modes
  - ❖ Et surtout pour entamer une analyse dynamique de type spectrale afin de déterminer les réponses dynamiques de la structure.

**Finalité : Vérifier si la structure est bien dimensionnée**



## 1. Introduction

- **Négliger l'amortissement**
- **Force extérieure nulle**
- **Structure idéale (Théorique). Elle vibre indéfiniment. (En réalité, toute structure a un système de frottement pour l'amortir dans le temps).**
- **Vibration qui dépend de la distribution des masses, de la loi charge-déplacement et de la manière dont la vibration est produite initialement.**
- **On peut imposer des CI non nulles de tel sorte à faire vibrer la structure selon un quelconque mode normal.**
- **Dans chaque mode normal, propre ou naturel, chaque point de la structure exécute un mouvement sinusoïdale autour de sa position d'équilibre.**
- **Tous les points passent simultanément par une position d'équilibre et par leur amplitude maximale.**
- **La fréquence de vibration est donc la même pour tous les points de la structure (fréquence propre au mode considéré)**



## 1. Introduction

- Lorsque tous les points atteignent leur maximum, la déformée caractérise un mode normal de vibration.
- La fréquence la plus petite est appelée **fréquence fondamentale**.
- En théorie, les problèmes seront résolus en considérant le principe de superposition des modes normaux.
- Les modes normaux sont la base de la résolution des systèmes forcés.
- Le nombre de mode propre sera égale au nombre total des DDL.

Ainsi, le mouvement libre non amorti n'est utile que pour la détermination des caractéristiques propres du système:

**Pulsations et modes propres de vibration**



Equation de mouvement générale

$$M \ddot{U} + C \dot{U} + K U = P(t)$$

Equation de mouvement libre non amorti

$$M \ddot{U} + K U = 0$$

En passant par une solution supposée, on obtient :

$$(K - \omega^2 M)\{\phi\} = 0$$

solution

$$\det|K - \omega^2 M| = 0$$

Matrice rigidité « K »

Définie automatiquement par ROBOT à partir de la géométrie

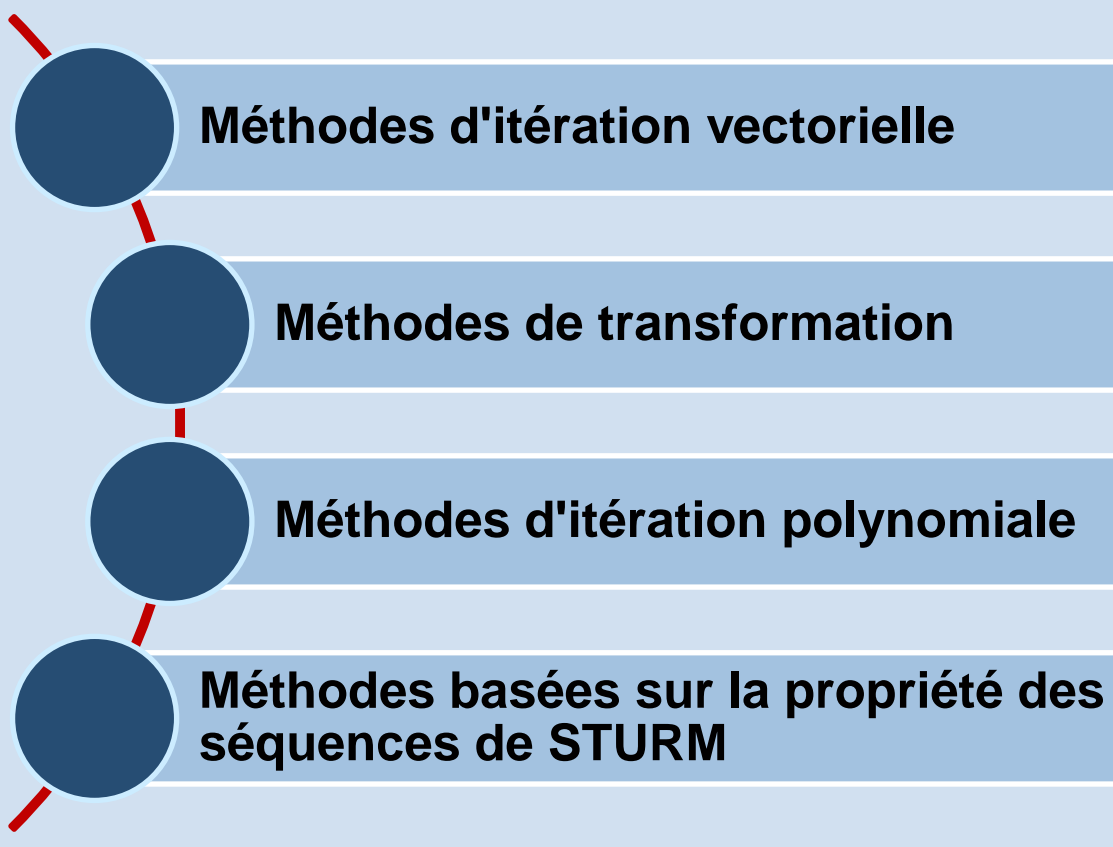
Matrice masse « M »

Obtenu par conversion des charges permanentes par ROBOT

- ✓ Par concentration avec effet d'inertie associé aux rotations négligé
- ✓ Par concentration avec effet d'inertie associé aux rotations non négligé
- ✓ Par masse cohérente

Méthodes de résolution du problème propre

$n > 3$   
 $n$   
grand

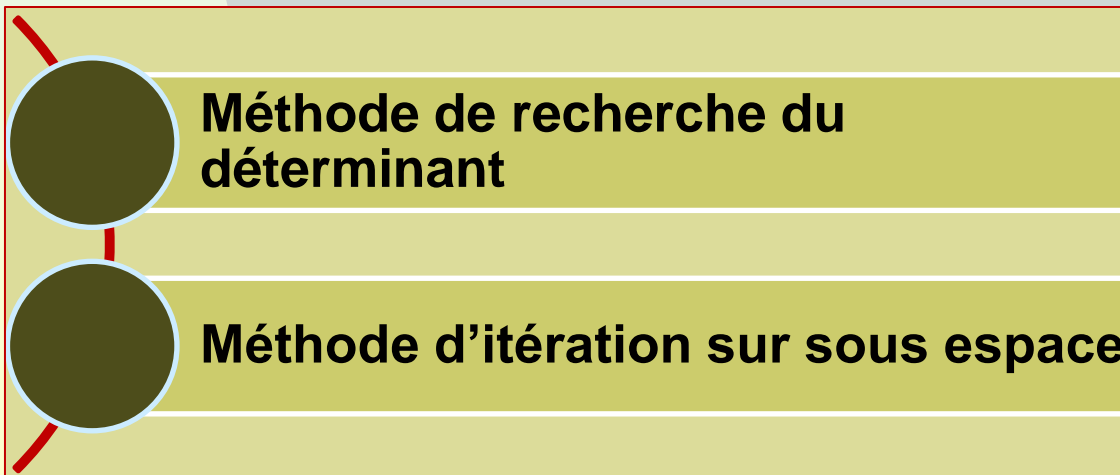


- ❖ Itération inverse
- ❖ Itération Directe
- ❖ Translation spectrale dans l'itération
- ❖ Itération avec quotient de Reyleigh

- ❖ Jacobi classique
- ❖ Jacobi généralisée
- ❖ Householder QR itération inverse

- ❖ Explicite
- ❖ Implicite

$n$  très  
grand



## Comment choisir une méthode ?

Ça dépend :

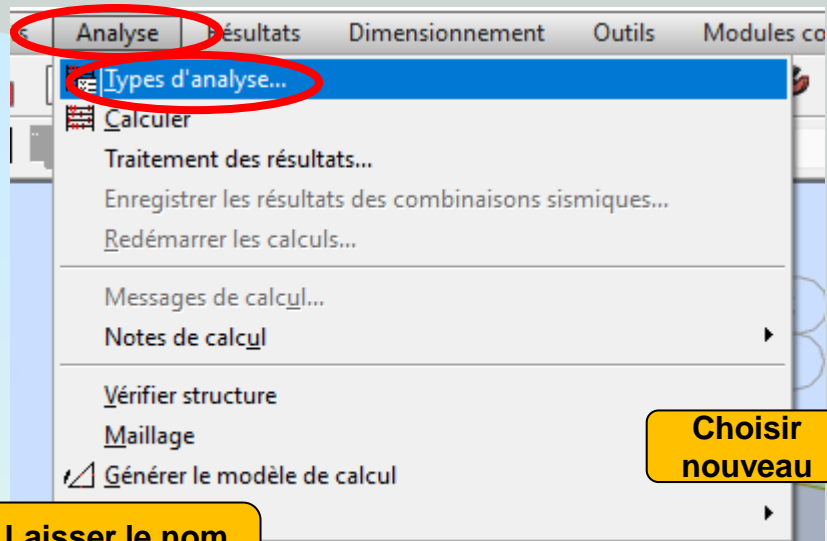
- ✓ Type du problème (Généralisé ou standard)
- ✓ La nature de la solution voulue (valeur ou vecteur propre ou les 02)
- ✓ Du nombre des solutions voulues
- ✓ Des propriétés des matrices  $[K]$  et  $[M]$  (ordre de la matrice, bandée ou non, symétrique,...)
- ✓ Des moyens informatiques disponibles (taille mémoire, précision,...). Le cout du calcul en dépend et il se peut qu'un algorithme qui donne de bons résultats pour un pb spécifique soit inadéquat pour la solution d'un autre pb.



**Choix du type  
d'analyse**

# 2. Choix du type d'analyse

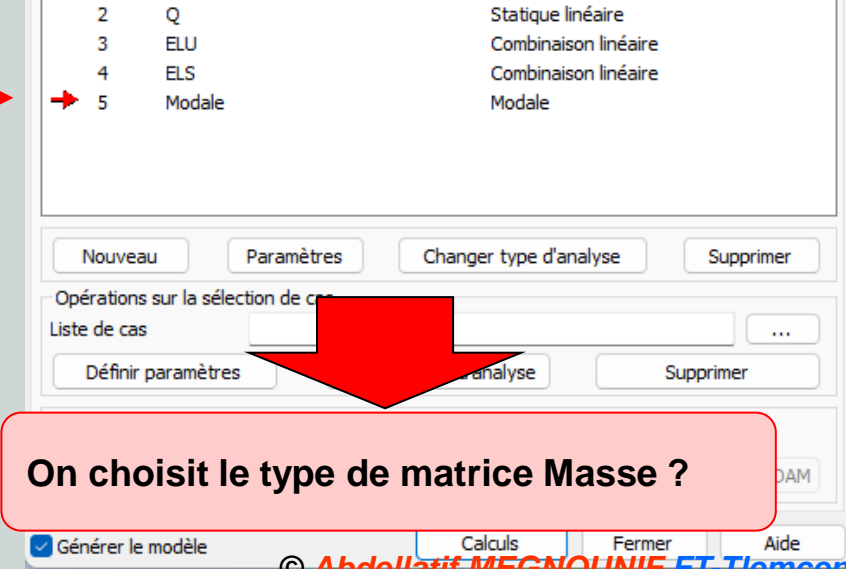
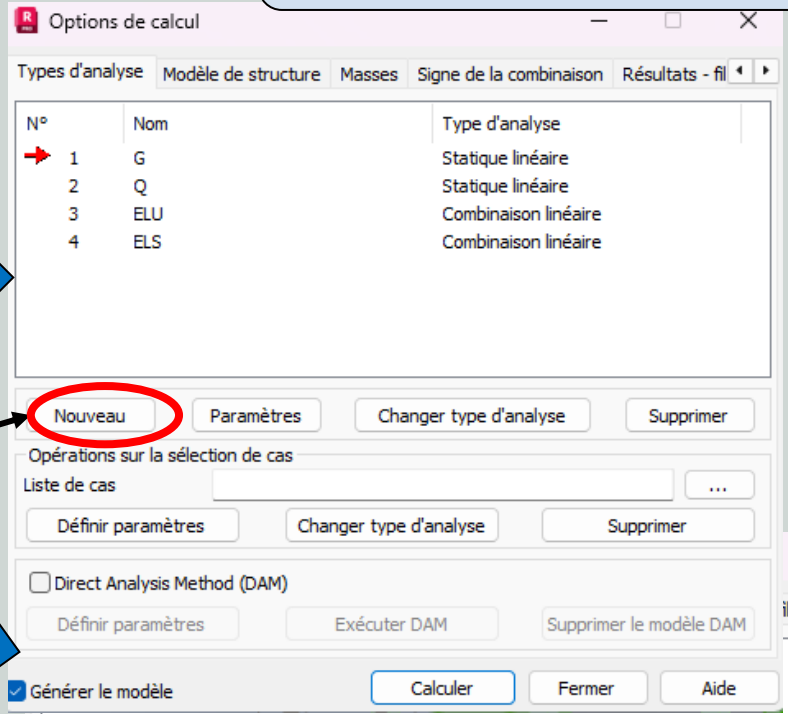
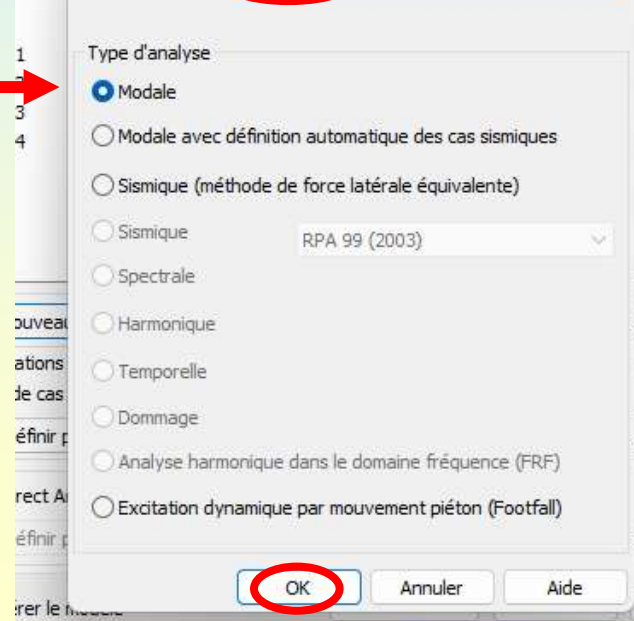
On commence par définir le cas d'analyse modale (**Analyse/Types d'analyse/modale**)



Choisir nouveau

Laisser le nom par défaut

Nom: Modale



On choisit le type de matrice Masse ?



## 2. Choix du type d'analyse

Laisser le nom par défaut (On y reviendra)

Définition d'un nouveau cas

Nom: **Modale**

Type d'analyse

Modale

Modale avec définition automatique des cas sismiques

Sismique (méthode de force latérale équivalente)

Sismique RPA 99 (2003)

Spectrale

Harmonique

Temporelle

Dommages

Analyse harmonique dans le domaine fréquence (FRF)

Excitation dynamique par mouvement piéton (Footfall)

**OK** Annuler Aide

Choisir une des options



Pour ne pas ajouter le PP de la structure dans la conversion de la masse

Paramètres de l'analyse modale

Cas: **Modale**

Paramètres

Nombre de modes: 10

Tolérance: 0,0001

Nombre d'itérations: 40

Accélération: 9,80665

Matrice des masses

Cohérentes

Concentrées avec rotations

Concentrées sans rotations

Directions actives de la masse

X  Y  Z

Négliger la densité

Vérification de Sturm

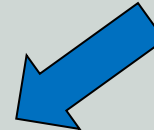
**Paramètres avancés >>**

OK Annuler Aide

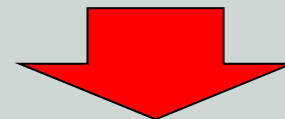
Laisser par défaut (On y reviendra)

Cocher X et Y et décocher Z

Appuyer



Il faut introduire la masse



Laisser par défaut (On y reviendra)

Paramètres de l'analyse modale

Cas: **Modale**

Paramètres

Nombre de modes: 10

Matrice des masses

Cohérentes

Concentrées avec rotations

Concentrées sans rotations

Directions actives de la masse

X  Y  Z

Mode d'analyse

Modale

Sismique

Sismique (Pseudomodale)

Méthode

Itér. sur le sous-espace par blocs

Itération sur le sous-espace

Algorithme de Lanczos par blocs

Méthode de Lanczos

Méthode de réduction de la base

Limites

Inactives

Période, fréquence, pulsation

Masse participante 0 (%)

Paramètres de l'analyse sismique

Amortissement: **0,06**

Calcul de l'amortissement (après PS92)

OK Annuler Aide

Définir l'excentrement

A remplir (valeur de l'amortissement)

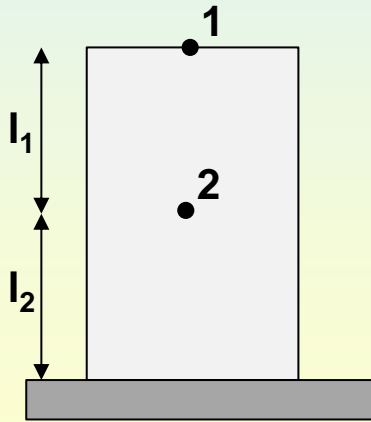
### 02 approches:

1. Par concentration (avec ou sans effet d'inertie rotationnel)
2. Par masse cohérente



### 1. Méthode de la masse concentrée.

#### Exemple 1 : masse définie par unité de longueur



$$m_1 = \bar{m} \frac{l_1}{2}$$

$$m_2 = \bar{m} \frac{l_1}{2} + \bar{m} \frac{l_2}{2}$$

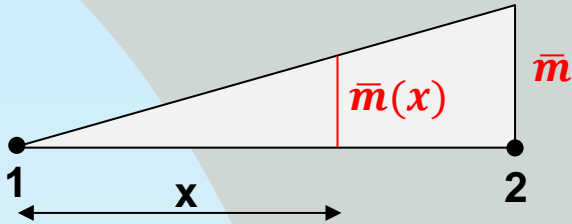
$\bar{m}$  (kg/m) : masse / unité de longueur

- La masse est concentrée au nœud.
- L'effet de l'inertie associé aux translations verticales (cas des poutres) et horizontales (cas des portiques) sont considérées.
- L'effet d'inertie associé aux rotations est négligé (ou non)

#### Matrice diagonale

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix}$$

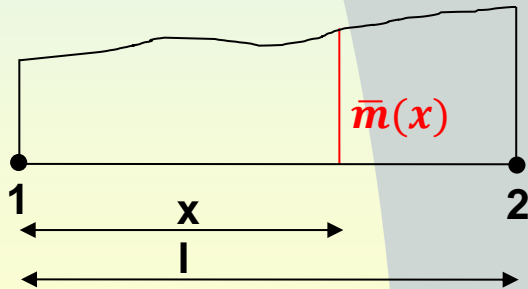
### Exemple 2 : masse triangulaire



$$m_1 = \bar{m} \frac{l}{6}$$

$$m_2 = \bar{m} \frac{l}{3}$$

### Exemple 3 : masse générale



$$m_1 = \frac{\int_0^l (l-x) \bar{m}(x) dx}{\int_0^l \bar{m}(x) dx}$$

$$m_2 = \frac{\int_0^l x \bar{m}(x) dx}{\int_0^l \bar{m}(x) dx}$$

## 2. Méthode de la masse cohérente

- La matrice est pleine
- Il y a un couplage entre les DDL de la structure
- Sa construction est plus laborieuse que celle de la masse concentrée
- Numériquement, un problème de plus

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1i} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2i} & \dots & m_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots \\ m_{i1} & m_{i2} & \dots & m_{ii} & \dots & m_{in} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & m_{ni} & \dots & m_{nn} \end{bmatrix}$$

- ❖ Dans la pratique, on utilise souvent la masse concentrée.
- ❖ C'est suffisant.
- ❖ Mais pour les logiciels professionnels on utilise des fois la masse cohérente

Avec:

$$m_{ij} = \int_0^l \bar{m}(x) \psi_i(x) \psi_j(x) dx$$

Où:  $\psi_i(x)$  et  $\psi_j(x)$  sont les équations de la courbe de déflexion pour les DDL i et j

Pour plus de détails, voir la méthode des éléments finis

### Choix de l'amortissement

**RPA 2024**  
**(Tableau 3.5)**


Selon le cas de la structure

Remplissage	Portiques (*)		Voiles (**)
	Béton armé	Acier	Béton armé/maçonnerie
Léger	6	4	10
Dense	7	5	10

(\*): Sans présence de voiles ou de noyaux en béton armé  
(\*\*): Valeurs valables même si les voiles sont associés à des portiques

Table 3.5: Valeurs de  $\xi$  (%)

On prend  $\xi=6\%$

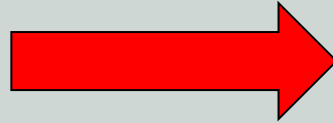


**Introduction de  
la masse  
sismique**

# 3. Introduction de la masse sismique

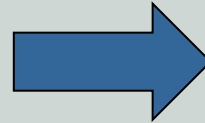
## Définition des masses sismiques (RPA)

Objectif



Vérification des participations modales

Choisir une masse cohérente

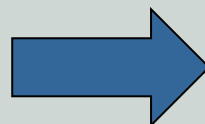


Introduire  $G + \psi Q$

Calcul

GO!

On fera la même chose pour « G » et « Q », sauf que « Q » utilise un coefficient «  $\psi$  » selon RPA2024



$$G + \psi Q$$

Selon le type d'ouvrage

Cas	Type d'ouvrage	$\psi$
1	Bâtiments d'habitation, bureaux ou assimilés	0.20
2	Bâtiments recevant du public temporairement :	
2a	- Salles d'exposition, de sport, lieux de culte, salles de réunions avec places debout	0.30
2b	- salles de classes, restaurants, dortoirs, salles de réunions avec places assises	0.40
3	Entrepôts, hangars	0.50
4	Archives, bibliothèques, réservoirs et ouvrages assimilés	1.00
5	Autres locaux non visés ci-dessus	0.60

Table 4.2: Valeurs du coefficient d'accompagnement  $\psi$ , pour la charge d'exploitation  $Q_i$

On prendra  $\psi=0,20$

### 3. Introduction de la masse sismique

**Choisir Masses**

**G**

Revenir fenêtre « Options de calcul »

Options de calcul

Types d'analyse    Modèle de structure    **Masses**    Signe de la combinaison    Résultats - fil

N°	Nom	Type d'analyse
1	G	Statique linéaire
2	Q	Statique linéaire
3	ELU	Combinaison linéaire
4	ELS	Combinaison linéaire
5	Modale	Modale

Nouveau    Paramètres    Changer type d'analyse    Supprimer

Opérations sur la sélection de cas

Liste de cas

Définir paramètres    Changer type d'analyse    Supprimer

Direct Analysis Method (DAM)

Définir paramètres    Exécuter DAM    Supprimer le modèle

Générer le modèle    Calculs    Fermer    Aide

Options de calcul

Types d'analyse    Modèle de structure    **Masses**    Signe de la combinaison    Résultats - fil

Paramètres de la conversion

Convertir les cas    **...**    Dir. de la masse    X     Y     Z

Dir. de la conversion    Z -    Ajouter la masse à    Masse globale

Coefficient    1

Ajouter    Modifier

Cas convertis	Dir. - conversion	Coefficient	Dir. - masses	Cas n°

Sélection

Tout    Rien    Inverser

Cas    1

Précédente    **↑↑**    +    ↑-    ↑&

Simple    Combinaison    Groupe

**Choisir** →

- 1 : G
- 2 : Q
- 5 : Modale

Fermer    Aide

**Coef. 1 pour G**

**Décocher Z et cocher X et Y**

**Même chose pour la surcharge « Q » mais avec un coefficient «  $\psi$  »**

### 3. Introduction de la masse sismique

$\psi$  Q

Choisir Masses

Revenir fenêtre « Options de calcul »

Options de calcul

Types d'analyse    Modèle de structure    **Masses**    Signe de la combinaison    Résultats - fil

N°	Nom	Type d'analyse
1	G	Statique linéaire
2	Q	Statique linéaire
3	ELU	Combinaison linéaire
4	ELS	Combinaison linéaire
5	Modale	Modale

Nouveau    Paramètres    Changer type d'analyse    Supprimer

Opérations sur la sélection de cas

Liste de cas

Définir paramètres    Changer type d'analyse    Supprimer

Direct Analysis Method (DAM)

Définir paramètres    Exécuter DAM    Supprimer le modèle

Générer le modèle    Calculs    Fermer    Aide

Options de calcul

Types d'analyse    Modèle de structure    **Masses**    Signe de la combinaison    Résultats - fil

Paramètres de la conversion

Convertir les cas    ...    Dir. de la masse    X     Y     Z

Dir. de la conversion    Z -    Ajouter la masse à    Masse globale

Coefficient    1

Ajouter    Modifier

Sélection

Tout    Rien    Inverser

Cas    |2

Précédente    ↑↑    +    ↑-    ↑&

Simple    Combinaison    Groupe

Choisir

- 1 : G
- 2 : Q
- 5 : Modale

Fermer    Aide

Coef. 0,2 pour Q

Décocher Z et cocher X et Y

Même chose pour la surcharge « Q » mais avec un coefficient «  $\psi$  »

Options de calcul

Types d'analyse    Modèle de structure    **Masses**    Signe de la combinaison    Résultats - fil

Convertir les cas    2    ...    Dir. de la masse    X     Y     Z

Dir. de la conversion    Z -    Ajouter la masse à    Masse globale

Coefficient    0,2

Ajouter    Modifier

Cas convertis	Dir. - conversion	Coefficient	Dir. - masses	Cas n°
→ 1	Z -	1,00	XY	Masse globale
2	Z -	0,20	XY	Masse globale

Ajouter    Modifier

**En cas de non erreurs /Avertissements**

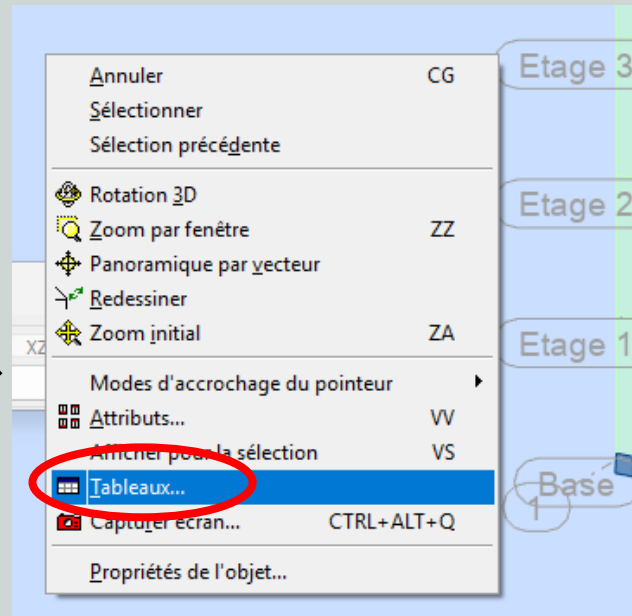
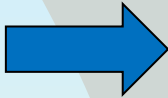
**Lancer les  
calculs**

**Récupérer les résultats  
et faire les vérifications**

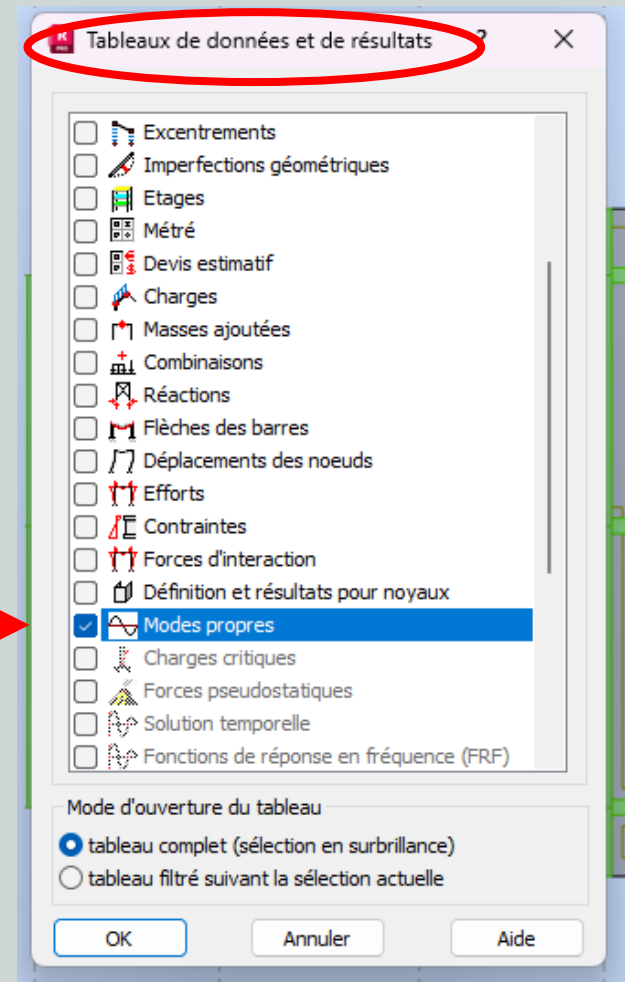
# 4. Résultats et Vérification

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

Double cliquer sur l'écran principal



Choisir (en cochant) Modes propres



On veut sortir les périodes et modes propres.

# 4. Résultats et Vérification

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)

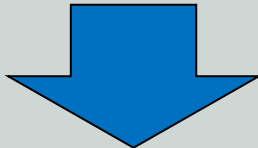
tableau filtré suivant la sélection actuelle

OK Annuler Aide

Choisir le cas de charge : Modal

5 : Modale

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



JA57 ? ? ? ? 5 : Modale 1..10; CQC

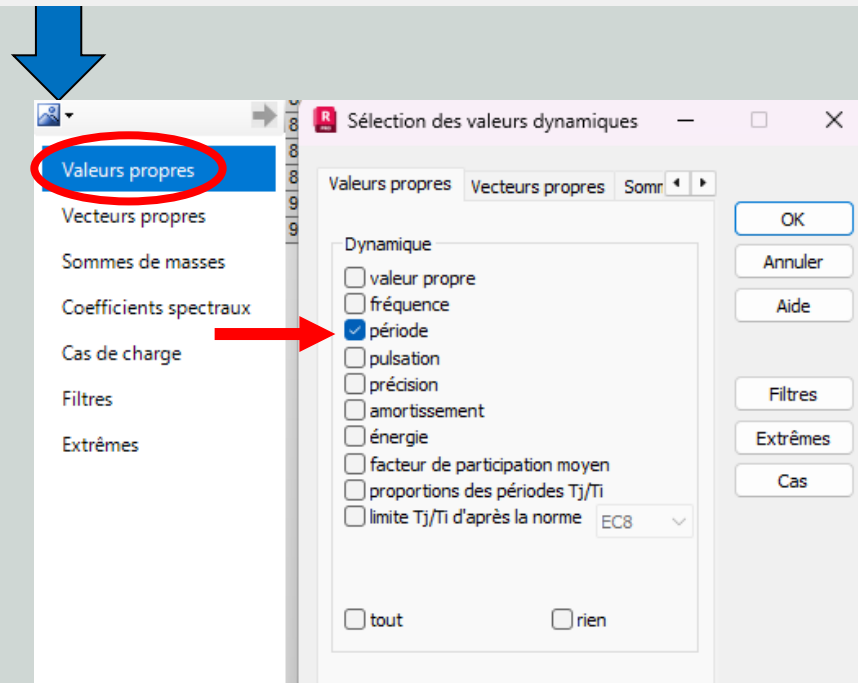
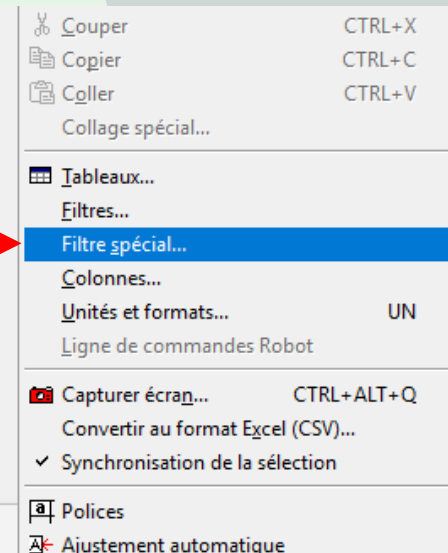
Cas/Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masses Cumulées UZ [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]	Masse Modale UZ [%]	Tot.mas.UX [kg]	Tot.mas.UY [kg]	Tot.mas.UZ [kg]
5/ 1	1,51	0,66	68,76	0,00	0,0	68,76	0,00	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 2	1,81	0,55	68,77	82,16	0,0	0,01	82,16	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 3	1,82	0,55	79,80	82,24	0,0	11,02	0,08	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 4	4,85	0,21	91,35	82,24	0,0	11,55	0,00	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 5	5,51	0,18	91,35	93,30	0,0	0,00	11,06	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 6	5,69	0,18	91,87	93,32	0,0	0,53	0,02	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 7	9,43	0,11	96,62	93,32	0,0	4,74	0,00	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 8	10,08	0,10	96,62	97,58	0,0	0,00	4,25	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 9	10,48	0,10	97,04	97,59	0,0	0,42	0,01	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 10	14,27	0,07	98,45	97,59	0,0	1,41	0,00	0,0	871681,46	871681,46	0,0

## 4. Résultats et Vérification

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

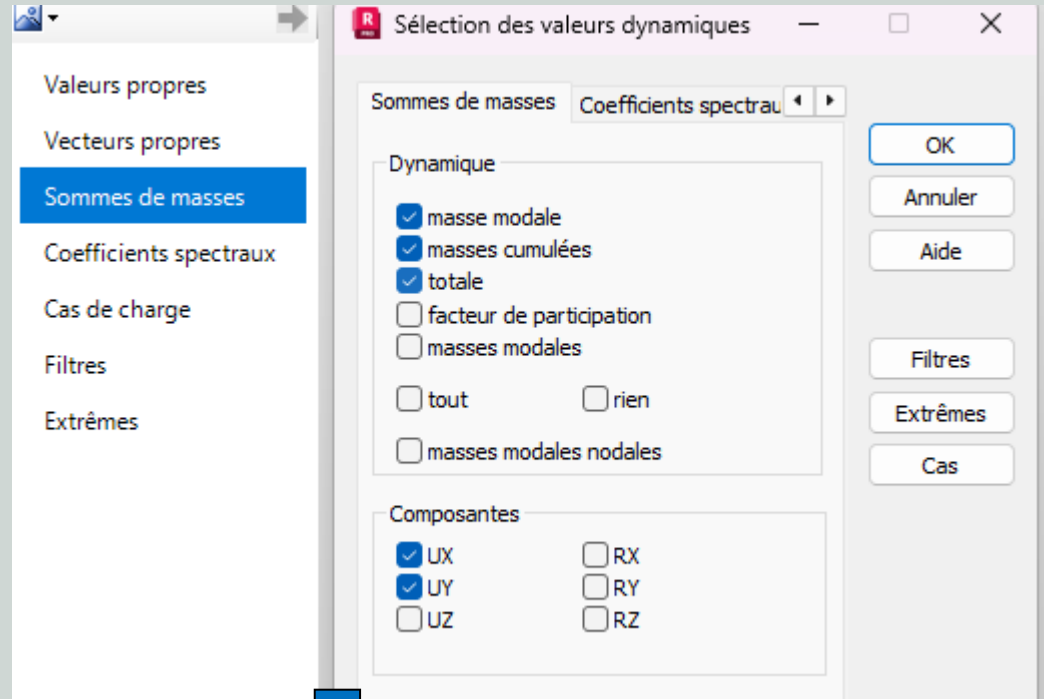
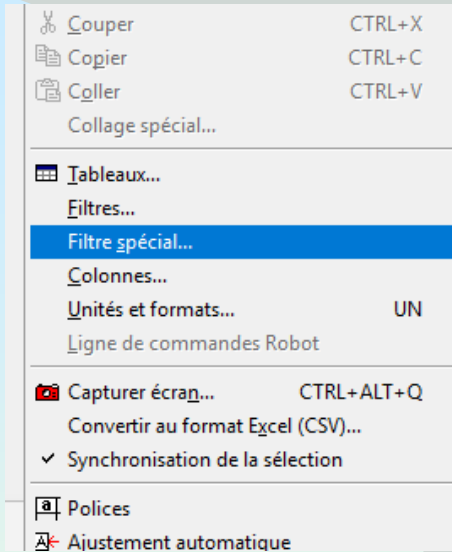
Cas/Mode	Fréquence [Hz]	Période [sec]	Masses Cumulées UX [%]	Masses Cumulées UY [%]	Masses Cumulées UZ [%]	Masse Modale UX [%]	Masse Modale UY [%]	Masse Modale UZ [%]	Tot.mas.UX [kg]	Tot.mas.UY [kg]	Tot.mas.UZ [kg]
5/ 1	1,51	0,66	68,76	0,00	0,0	68,76	0,00	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 2	1,81	0,55	68,77	82,16	0,0	0,01	82,16	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 3	1,82	0,55	79,80	82,24	0,0	11,02	0,08	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 4	4,85	0,21	91,35	82,24	0,0	11,55	0,00	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 5	5,51	0,18	91,35	93,30	0,0	0,00	11,06	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 6	5,69	0,18	91,87	93,32	0,0	0,53	0,02	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 7	9,43	0,11	96,62	93,32	0,0	4,74	0,00	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 8	10,08	0,10	96,62	97,58	0,0	0,00	4,25	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 9	10,48	0,10	97,04	97,59	0,0	0,42	0,01	0,0	871681,46	871681,46	0,0
5/ 10	14,27	0,07	98,45	97,59	0,0	1,41	0,00	0,0	871681,46	871681,46	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/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	0,66	68,76	0,00	68,76	0,00	871681,46	871681,46
5/ 2	0,55	0,01	82,16	68,77	82,16	871681,46	871681,46
5/ 3	0,55	11,02	0,08	79,80	82,24	871681,46	871681,46
5/ 4	0,21	11,55	0,00	91,35	82,24	871681,46	871681,46
5/ 5	0,18	0,00	11,06	91,35	93,30	871681,46	871681,46
5/ 6	0,18	0,53	0,02	91,87	93,32	871681,46	871681,46
5/ 7	0,11	4,74	0,00	96,62	93,32	871681,46	871681,46
5/ 8	0,10	0,00	4,25	96,62	97,58	871681,46	871681,46
5/ 9	0,10	0,42	0,01	97,04	97,59	871681,46	871681,46
5/ 10	0,07	1,41	0,00	98,45	97,59	871681,46	871681,46



**Interprétation  
des résultats**

## 4. Résultats et Vérification

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

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

- $M_x = 68,67$ ;  $M_y=0$  Flexion suivant x
- $M_x = 0,01$ ;  $M_y=82,16$  Flexion suivant y
- $M_x =11,02$ ;  $M_y=0,08$  Torsionnel

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

RPA 2024 (§ 4.3.4)

50A57 5 : Modale 1..10; CQC

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	0,66	68,76	0,00	68,76	0,00	871681,46	871681,46
5/ 2	0,55	0,01	82,16	68,77	82,16	871681,46	871681,46
5/ 3	0,55	11,02	0,08	79,80	82,24	871681,46	871681,46
5/ 4	0,21	11,55	8,00	91,35	82,24	871681,46	871681,46
5/ 5	0,18	0,00	11,06	91,35	93,30	871681,46	871681,46
5/ 6	0,18	0,53	0,02	91,87	93,32	871681,46	871681,46
5/ 7	0,11	4,74	0,00	96,62	93,32	871681,46	871681,46
5/ 8	0,10	0,00	4,25	96,62	97,58	871681,46	871681,46
5/ 9	0,10	0,42	0,01	97,04	97,59	871681,46	871681,46
5/ 10	0,07	1,41	0,00	98,45	97,59	871681,46	871681,46

Période Numérique suivant x = 0,66 s  
Période Numérique suivant y = 0,55 s

Masse cumulée > 90%  
(suivant x et y)

Masses totales suivant x  
et y utilisées MSE

Visualisation des modes pour  
vérification visuelle

**RPA 2024**  
(§ 4.3.3)

**Somme des  
masses  
modales  $\geq$   
90%**

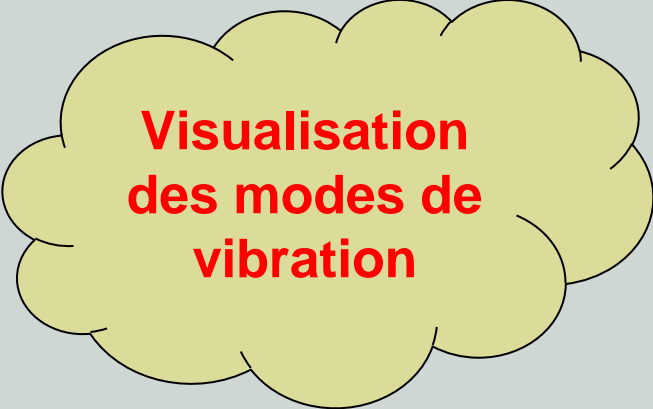
**Important pour l'application de  
la méthode spectrale**

### 4.3.3 Nombre de modes à considérer

- a) Le nombre de modes de vibration de translation, à retenir dans chacune des deux directions d'excitation, doit être tel que :
- la somme des masses modales, effectives pour les modes retenus, soit égale à 90%, au moins, de la masse totale de la structure.
  - ou que tous les modes, ayant une masse modale effective supérieure à 5% de la masse totale de la structure, soient retenus pour la détermination de la réponse totale de la structure.

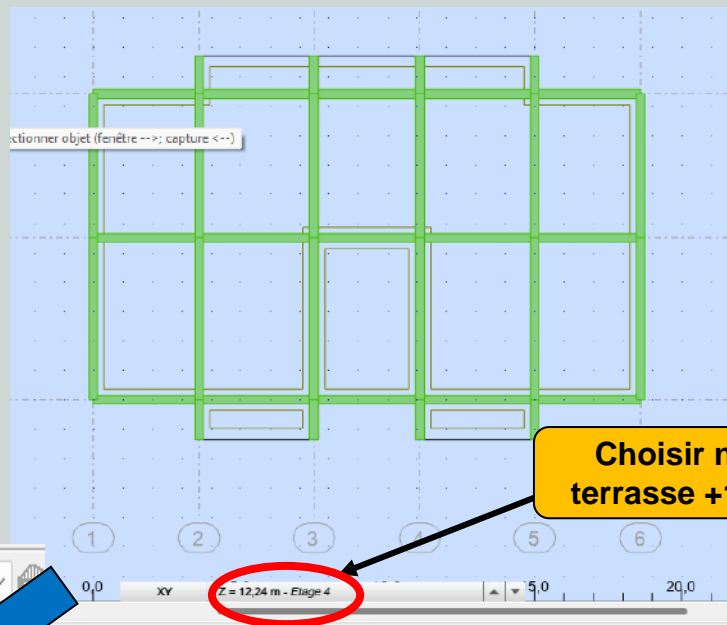
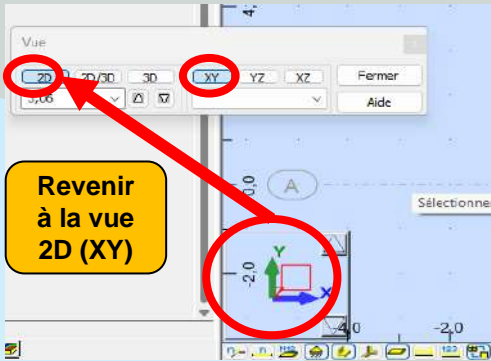
Le minimum de modes à retenir est de trois (03), dans chaque direction considérée.

**Conditions  
vérifiées**



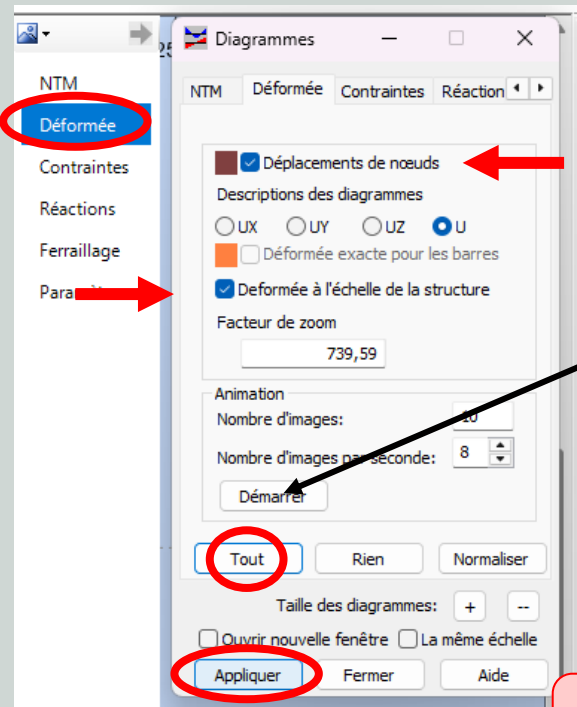
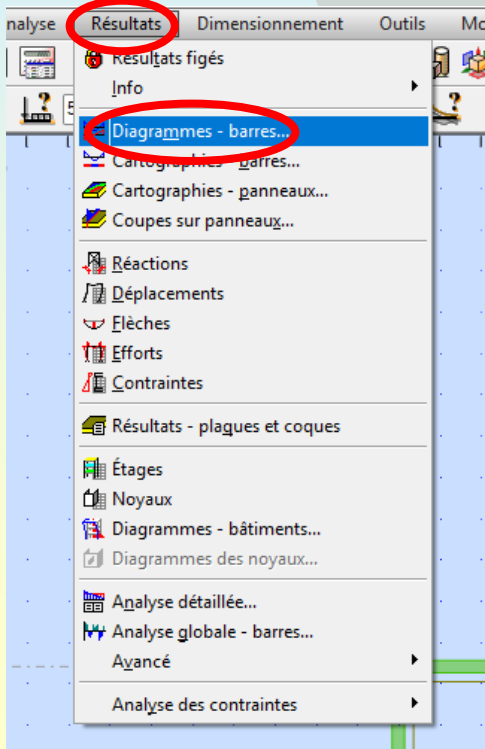
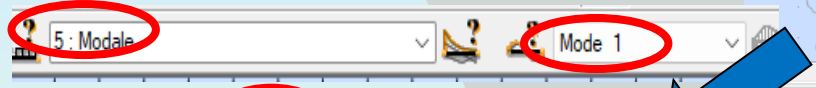
**Visualisation  
des modes de  
vibration**

## 4. Résultats et Vérification



On visualise chaque mode à part  
(**Résultats/Diagramme** barres)

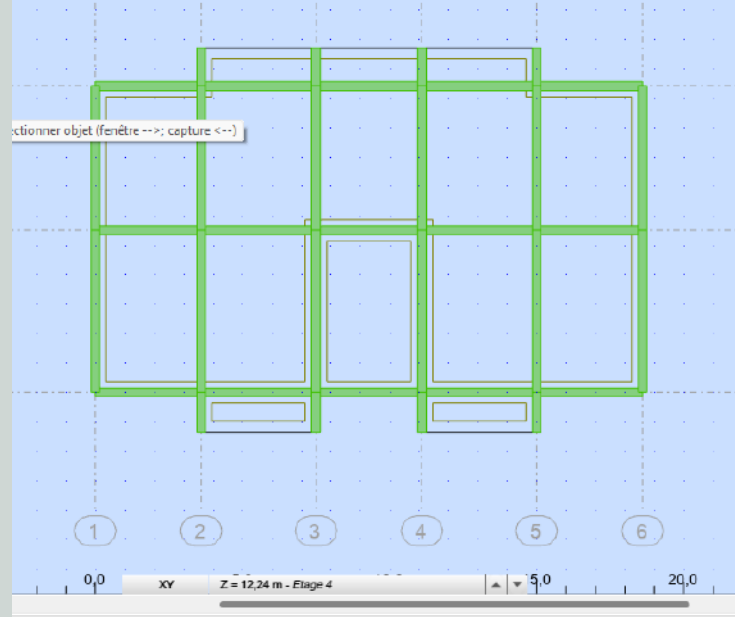
**Mode 1**



Si on veut l'animation

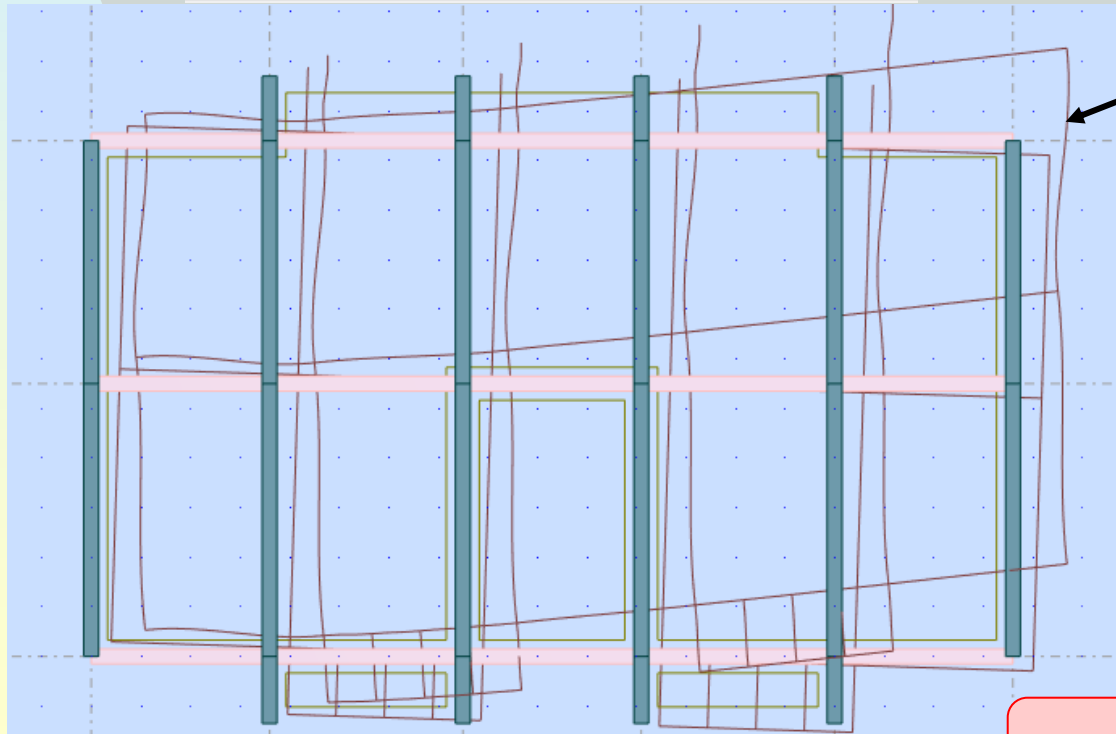
Même chose avec mode 2

## 4. Résultats et Vérification



# Mode 1

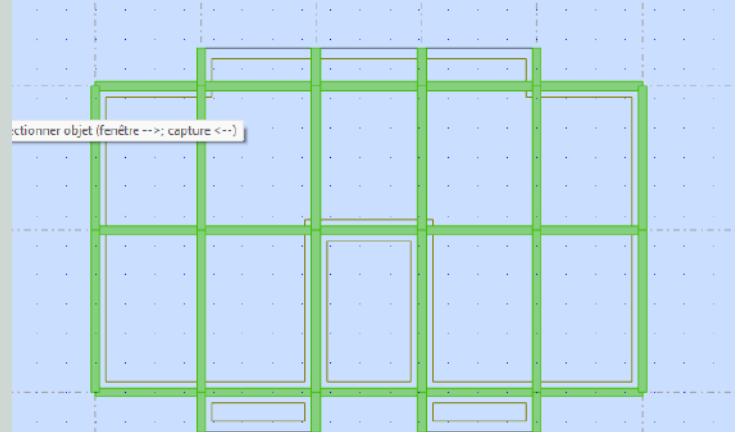
Structure selon mode 1



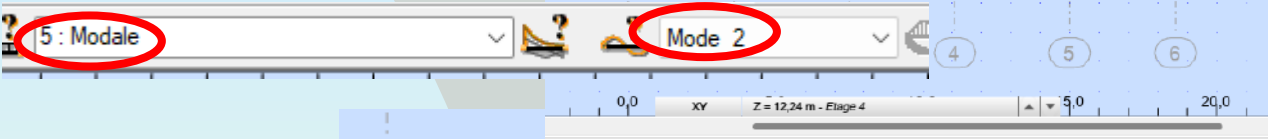
Flexionnel suivant X (avec une légère torsion)

Même chose avec mode 2

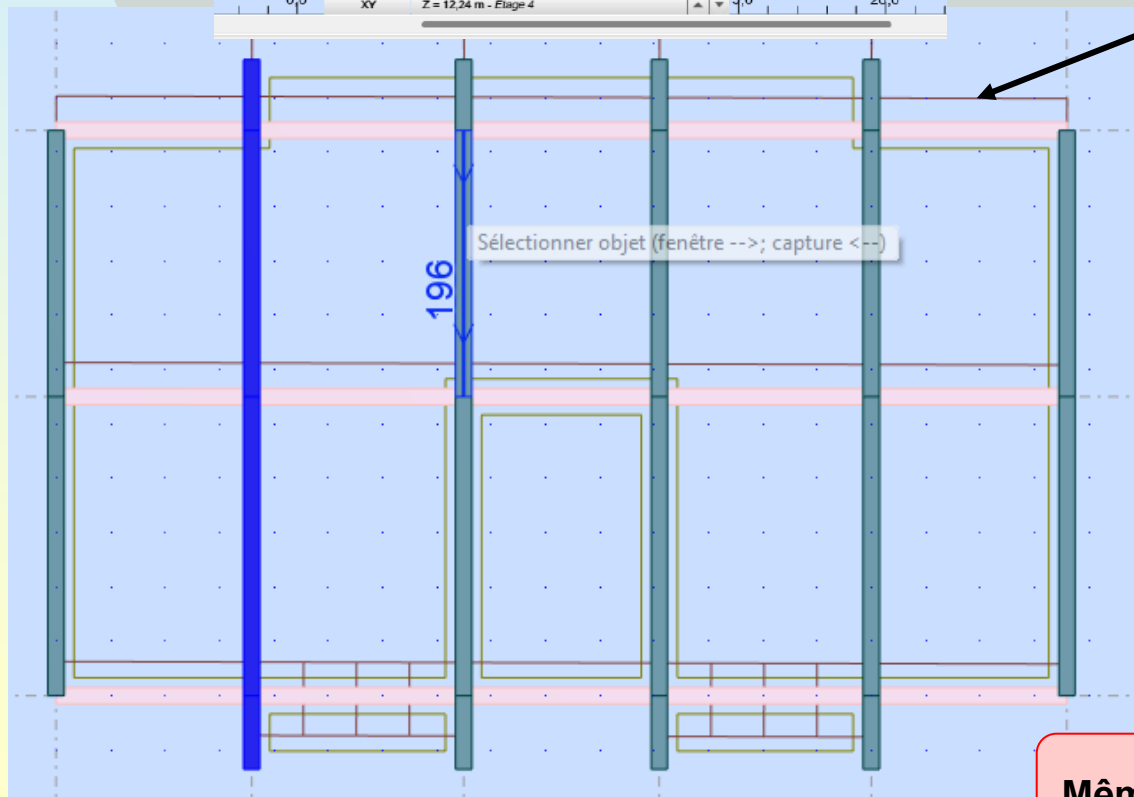
## 4. Résultats et Vérification



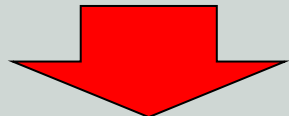
**Mode 2**



**Structure selon mode 2**

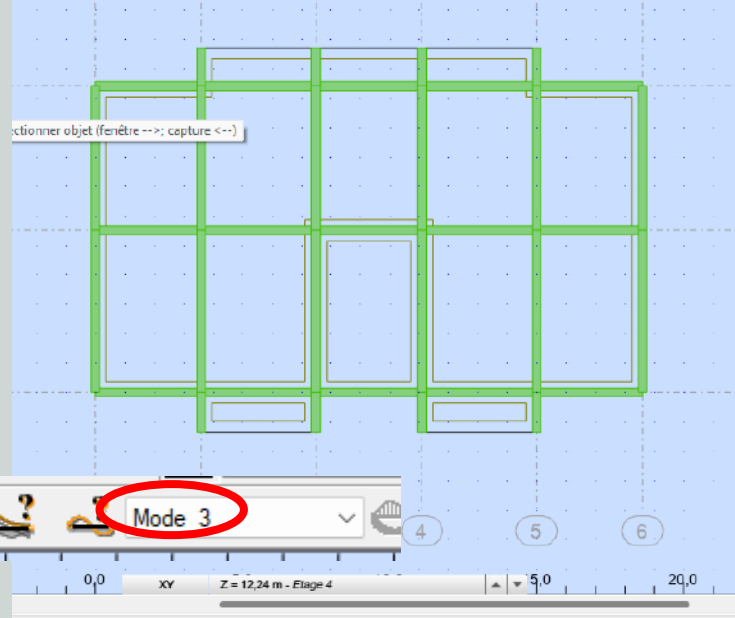


**Flexionnel suivant Y**



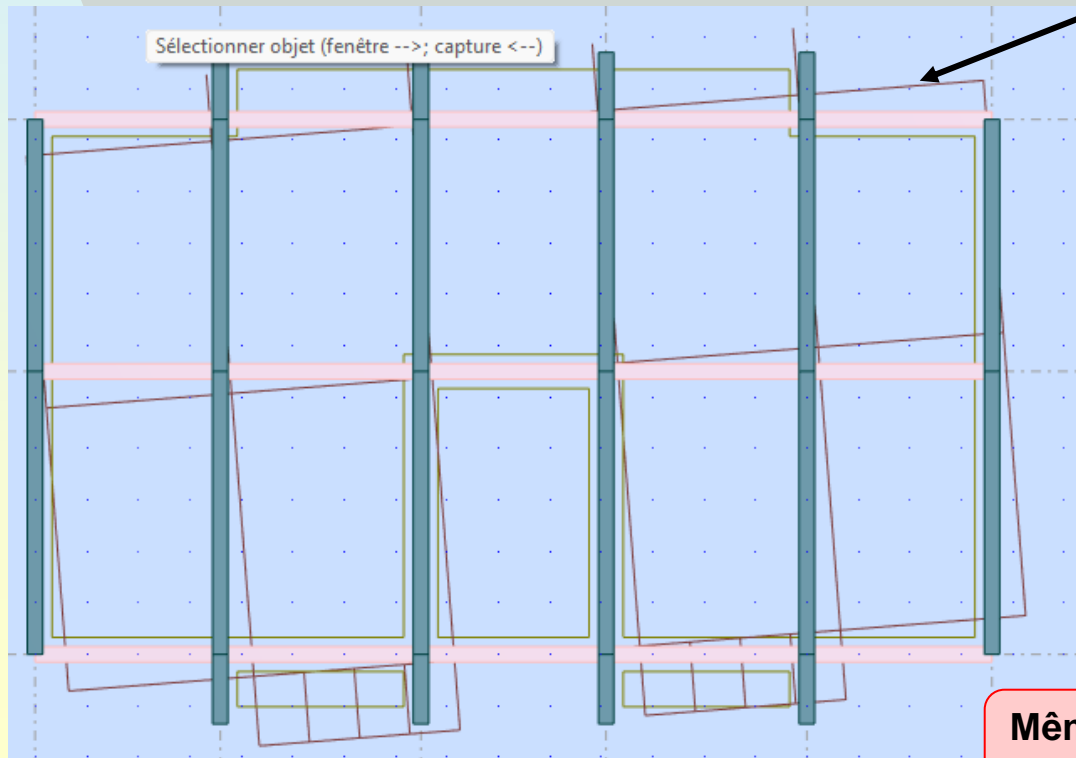
**Même chose avec mode 3**

## 4. Résultats et Vérification



**Mode 3**

**Structure selon  
mode 3**

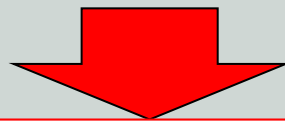


**Flexionnel  
Torsionnel**

**Même chose avec tous les  
autres modes**

**Prochaine  
étape**

**L'analyse dynamique spectrale pour calculer les réponses dynamiques dues à l'action d'un spectre**



**C'est l'objet du prochain chapitre  
(Chapitre 6)**

**Merci. Fin du Chapitre 05**

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



# *Dynamique des structures*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

**Prochain Cours**

**Chap. 06**

**Analyse – Analyse modale spectrale**