



---

**Projet de recherche sectoriel**  
**Code du projet: DGS/EDS/2021/01**

**Contribution à l'introduction des méthodes capacitaires  
dans les prochaines versions du RPA**

**Equipe de recherche:**

**MEHANI Youcef**

**NEKMOUCHE Aghiles (chef de projet)**  
**CGS/DGS/EDS**

**MECHAALA Abdelmounaim**

## **Règles Parasismiques Algériennes RPA99/version 2003:**

Le règlement parasismique Algérien [12] présente trois méthodes de calcul et de dimensionnement des structures en béton armé, à savoir ;

- 1- Méthode statique équivalente
- 2- Méthode dynamique modale spectrale
- 3- Méthode d'analyse dynamique par accélérogrammes.

Pour des ouvrages courants, les objectifs ainsi visés consistent à doter la structure :

1 - D'une **ductilité** et d'une capacité de **dissipation d'énergie** adéquate pour permettre à la structure de subir des **déplacements inélastiques** avec des dommages limités et **sans effondrement**, ni perte de stabilité, face à un séisme majeur, plus rare.

2- D'une protection visée plus sévère, pour certains ouvrages importants. Puisqu'il faudra que ces ouvrages **puissent demeurer opérationnels** immédiatement après un séisme majeur.

A partir de ces objectifs, on admet que le dimensionnement des bâtiments suivant notre règlement parasismique (RPA99/version 2003) **accepte le comportement inélastique** des bâtiments, alors que les **méthodes de calcul présentées ne tiennent compte en aucun cas du comportement capacitair réel (inélastique)** de la structure. Par contre, les guides parasismiques Américains, Européens, Chinois, Japonais, Népalais, etc, prennent en compte les **méthodes de calcul capacitaires** (Méthodes statiques non linéaires et méthodes dynamiques incrémentale non linéaire) dans leurs calculs.

Tableau 4.3 : valeurs du coefficient de comportement R

uds

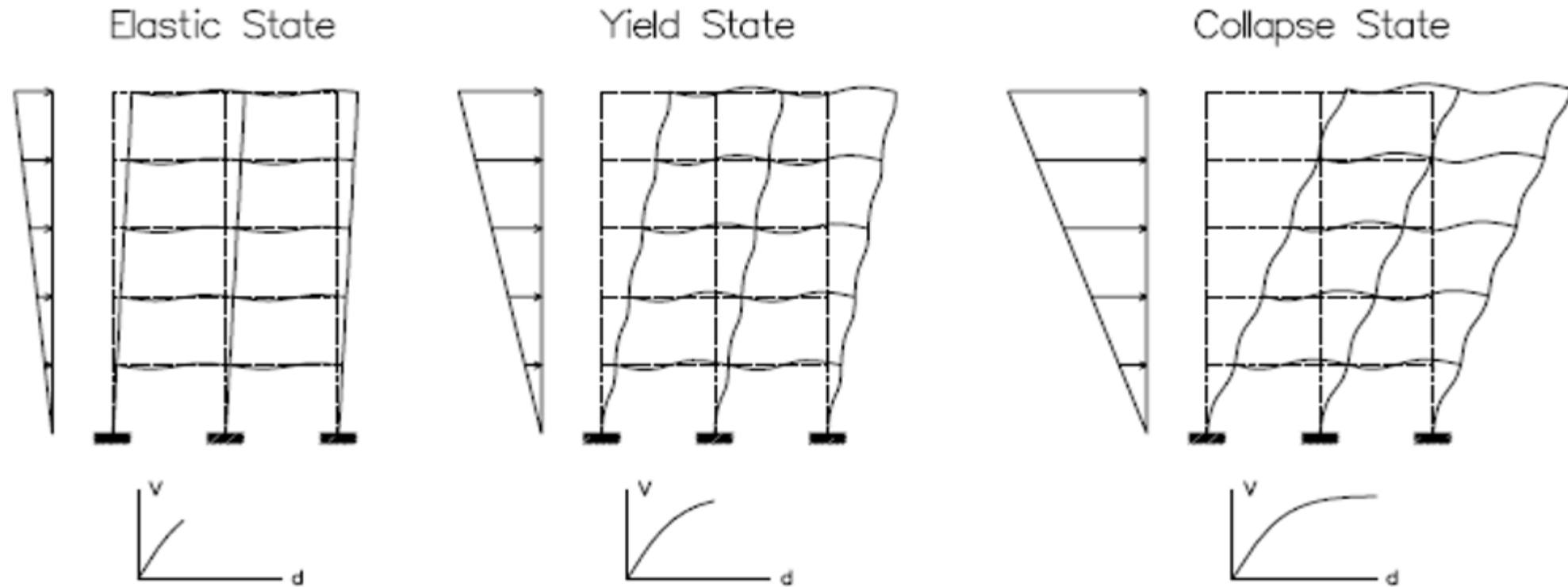
Cat	Description du système de contreventement (voir chapitre III § 3.4)	Valeur de R
<b><u>A</u></b>	<b><u>Béton armé</u></b>	
1a	Portiques autostables sans remplissages en maçonnerie rigide	5
1b	Portiques autostables avec remplissages en maçonnerie rigide	3,5
2	Voiles porteurs	3,5
3	Noyau	3,5
4a	Mixte portiques/voiles avec interaction	5
4b	Portiques contreventés par des voiles	4
5	Console verticale à masses réparties	2
6	Pendule inverse	2

## Objectifs du projet:

- 1- Mieux maîtriser la réponse sismique réelle des structures en béton armé, par les différentes approches d'analyses non linéaires.
- 2- Proposition des méthodes capacitaires (non linéaires) pour des bâtiments dimensionnés suivant le **RPA99 version2003**,
- 3- Contribution à l'introduction des méthodes capacitaires dans les prochaines versions du RPA

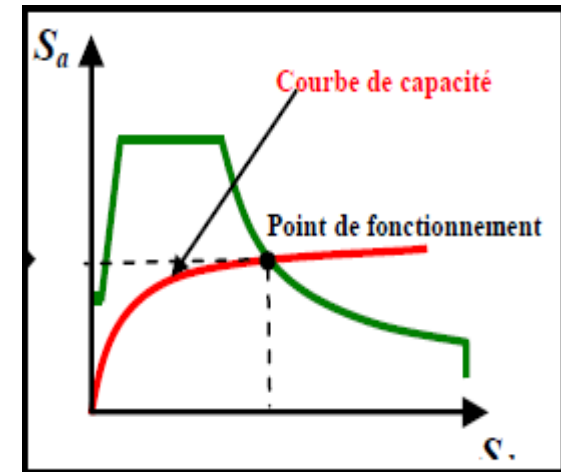
- 1- Présentation des bâtiments à étudier
- 2- Prédimensionnement et calcul de ferrailage selon le RPA99 version 2003 (calcul d'ingénieur),
- 3- Vérification de la performance sismique des bâtiments par différentes méthodes statiques non linéaire,
- 4- Validation des résultats par une analyse dynamique non linéaire sous accélérogrammes
- 5- Etude paramétrique

Méthodes d'analyses statiques non linéaires (Pushover conventionnelle):



Approches de calcul du point de performance (déplacement cible) utilisées:

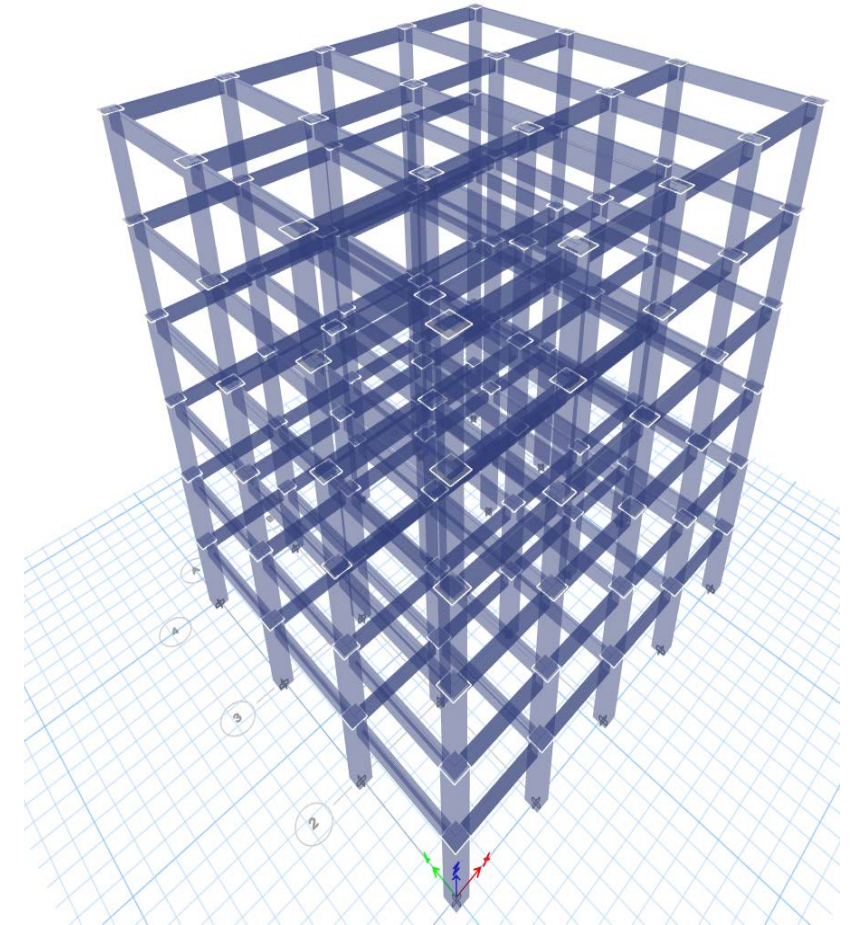
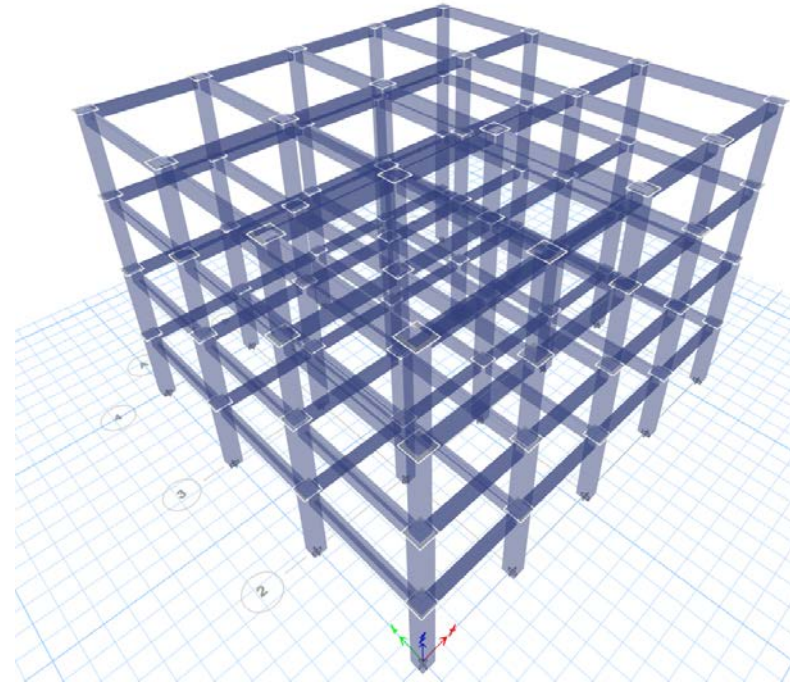
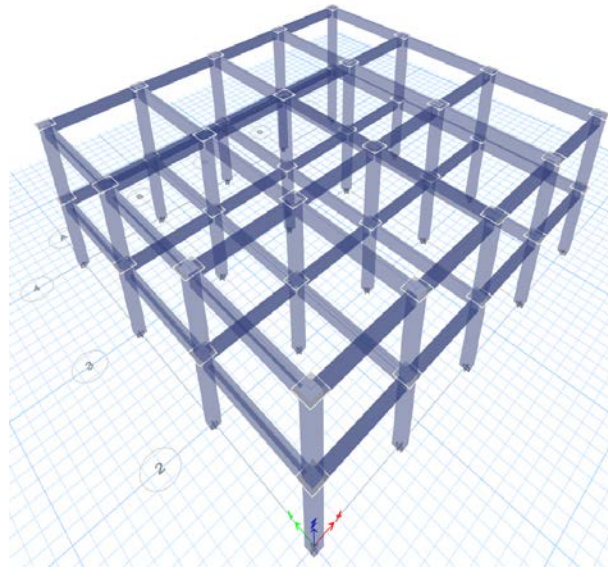
1. Capacity spectrum method (CSM) (détaillée dans le ATC-40 et FEMA)
2. Coefficients Method (CM): (détaillée dans les ATC-40, FEMA)
3. N2 Method: (Détaillée dans l'Eurocode 8)



**Toutes ces méthodes se basent sur la courbe de capacité de la structure et la courbe de demande sismique représentée par le spectre élastique pour calculer le point de performance (déplacement cible) du bâtiment**



## CHOIX DES STRUCTURES



## **1- Vérification des critères exigés par le RPA-2003 :**

**2-1. Effort tranchant à la base,**

**2-2. Effort normal réduit,**

**2-3. Déplacement inter-étages,**

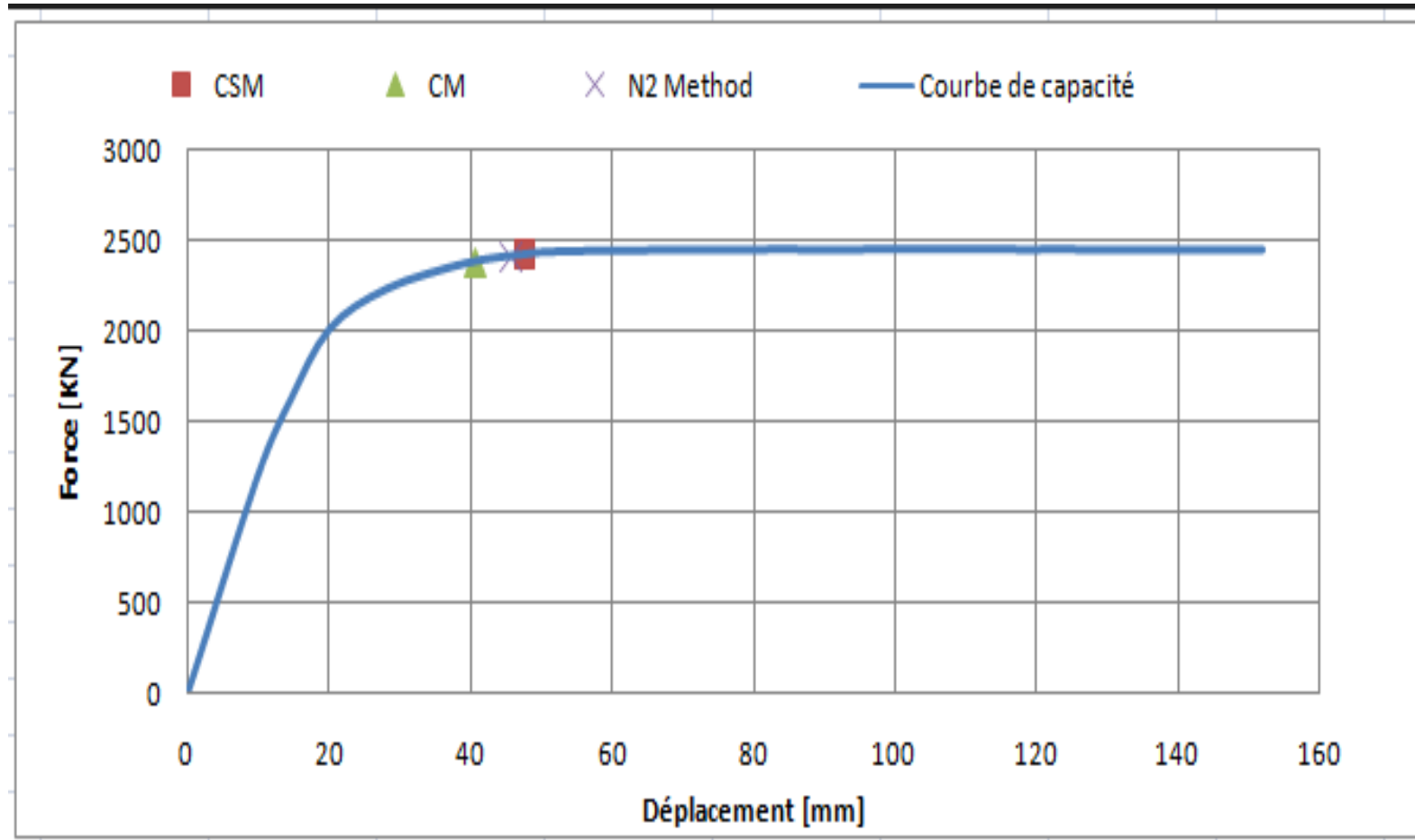
**2-4. Dimensionnement du nœud vis-à-vis des moments fléchissant.**

## **2- Calcul des sections de ferrailage des éléments.**

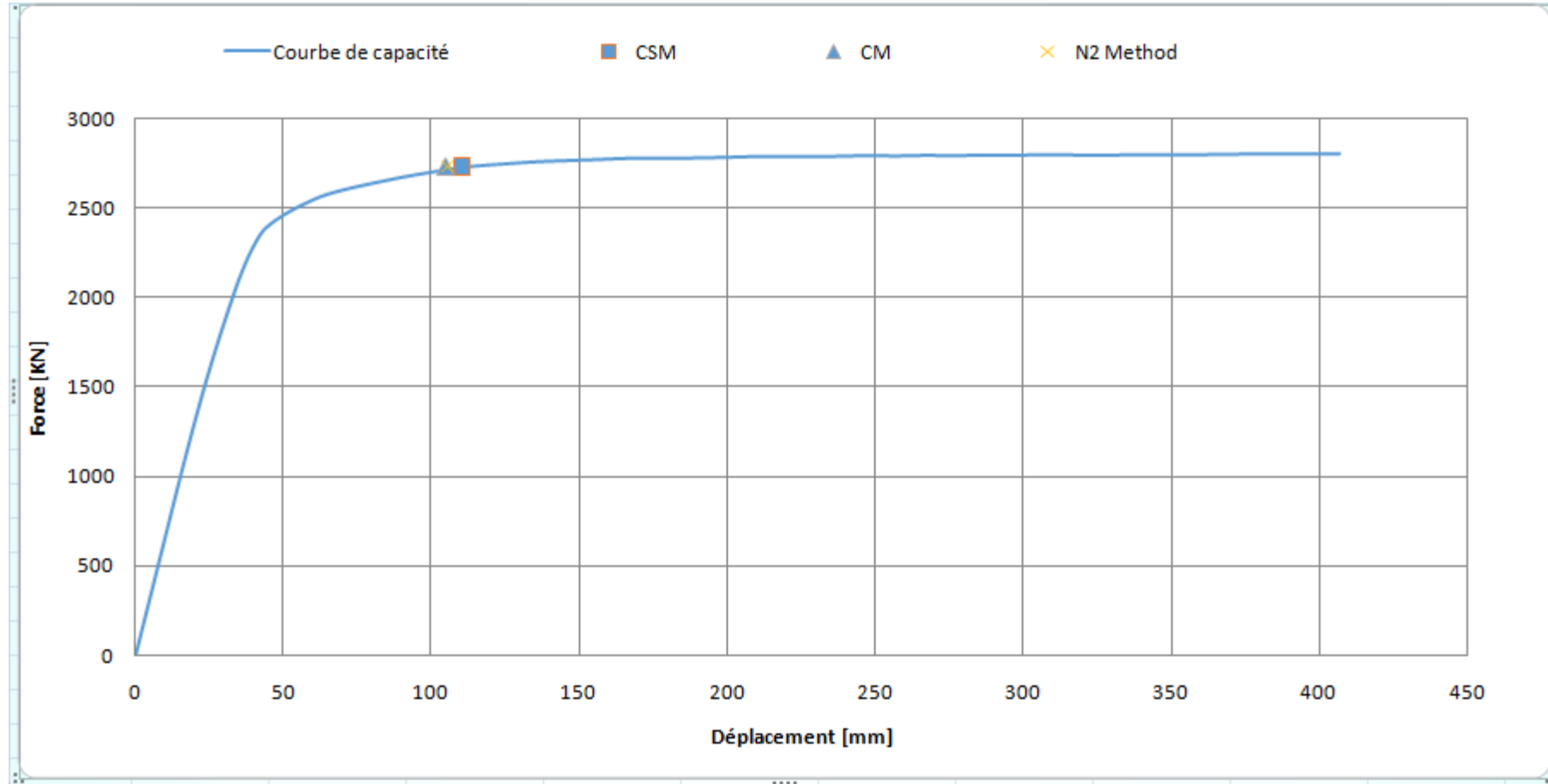
## Vérification de la réponse réelle de chaque structure en appliquant les méthodes capacitaires (statiques non linéaires)

- 1- Effectuer des analyses statiques non linéaire de type push-over pour calculer la courbe de capacité.**
- 2- Calcul des déplacement cibles par les différentes approches:**
  - 2-1. Capacity spectrum method (CSM),**
  - 2-2. Displacement coefficient method (DCM),**
  - 2-3. N2 Method.**

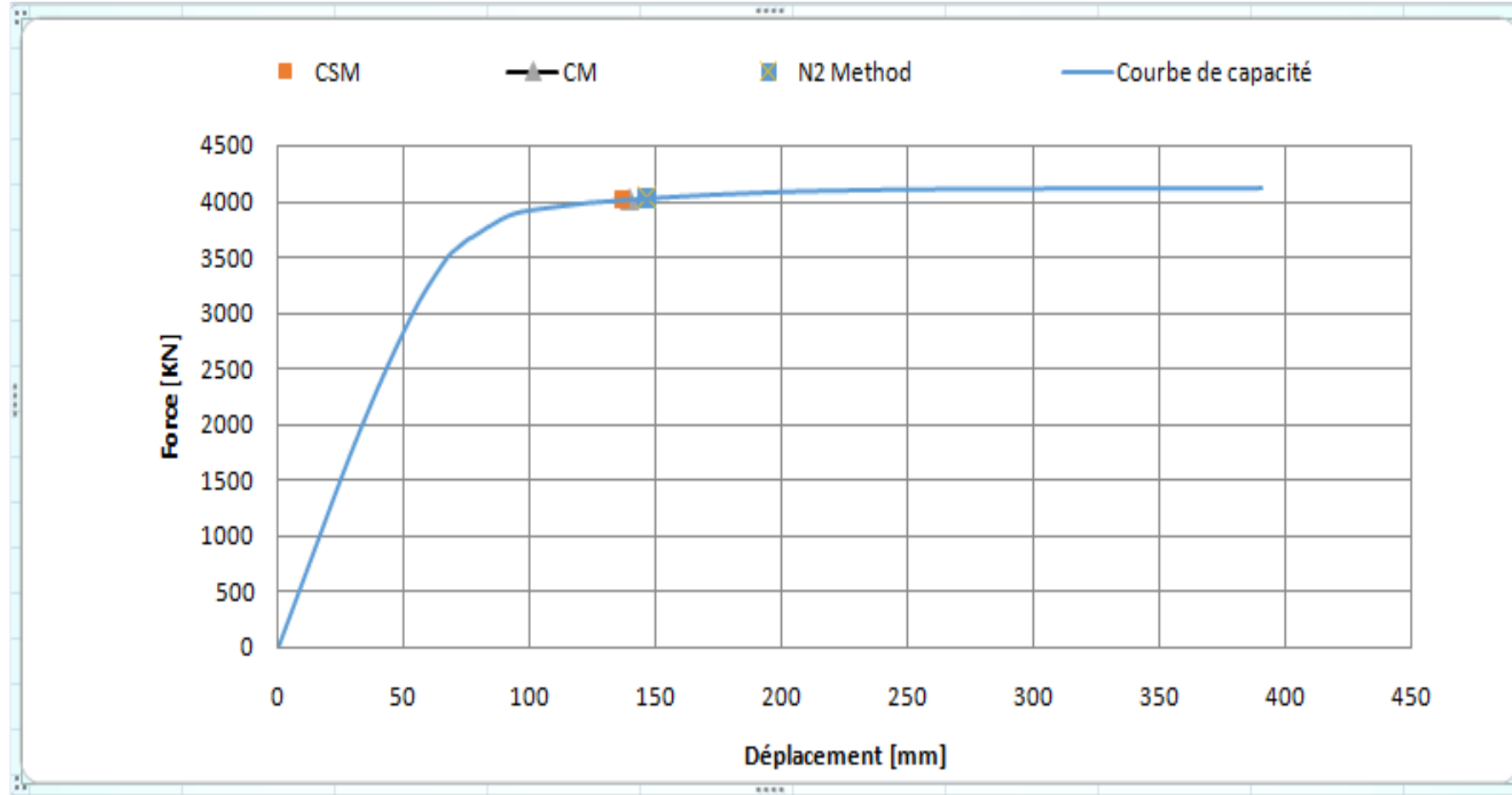
## Résultats du bâtiment R+1:



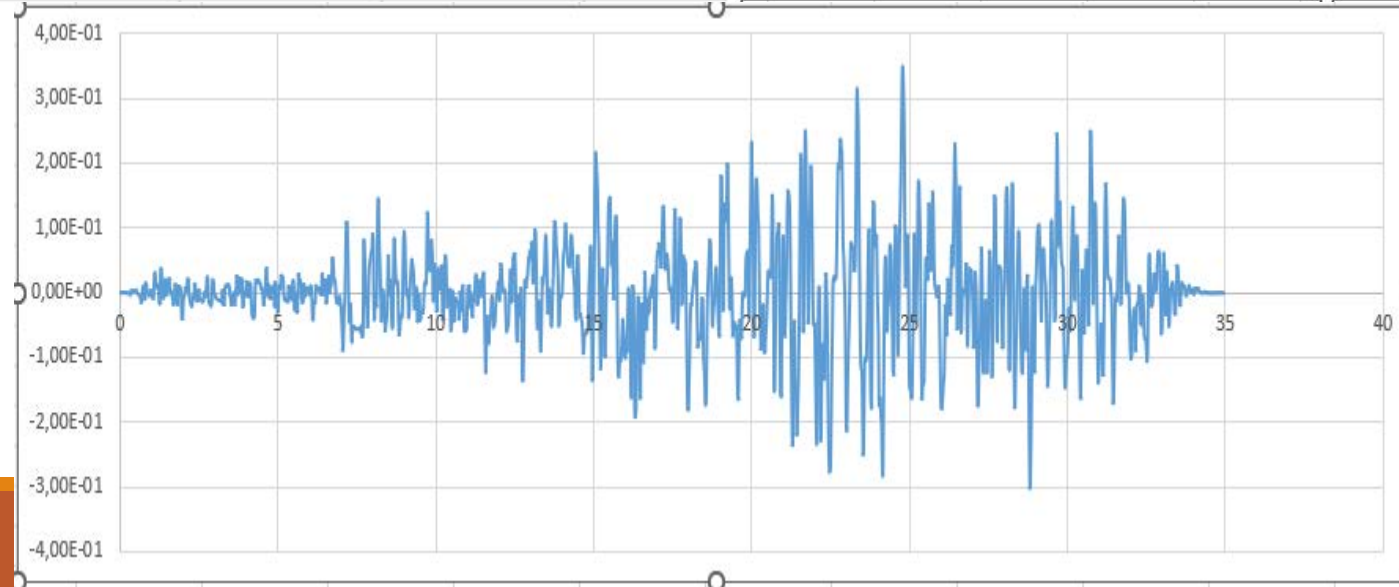
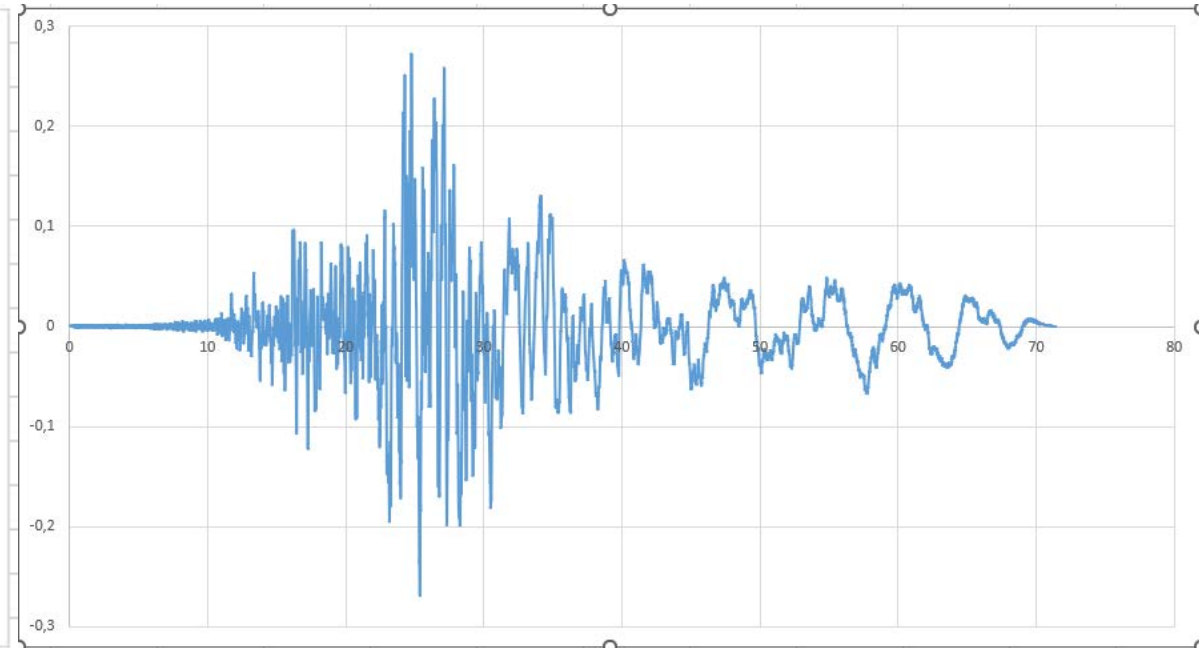
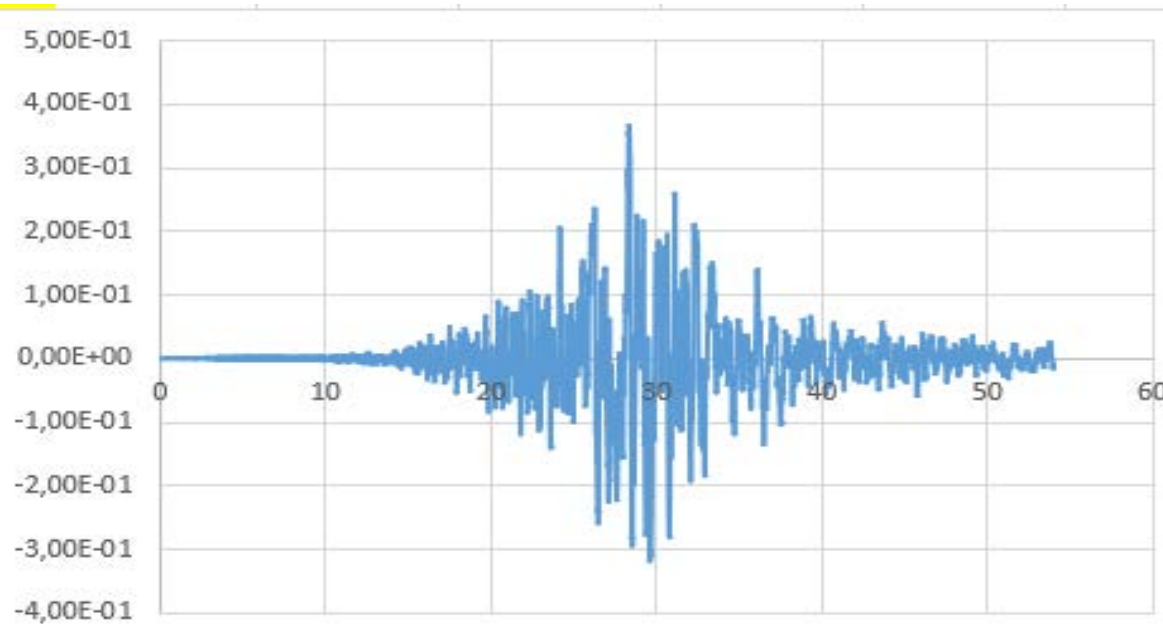
## Résultats du bâtiment R+3:



## Résultats du bâtiment R+5:

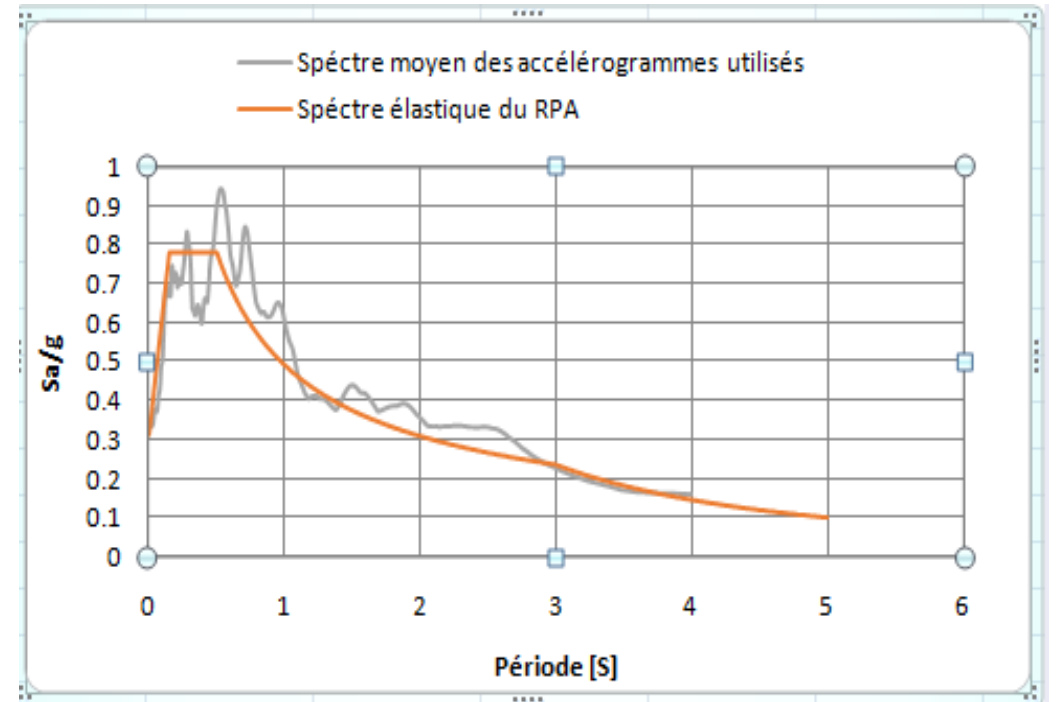
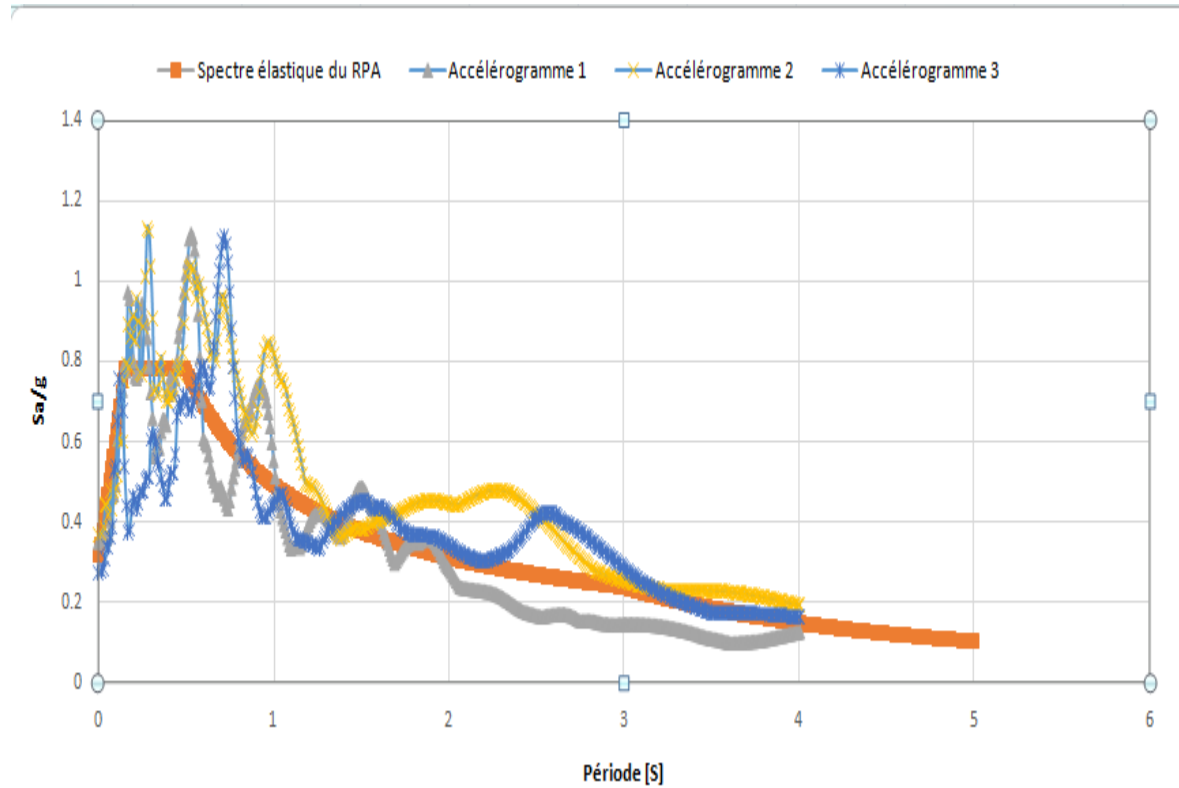


## Validation des résultats:



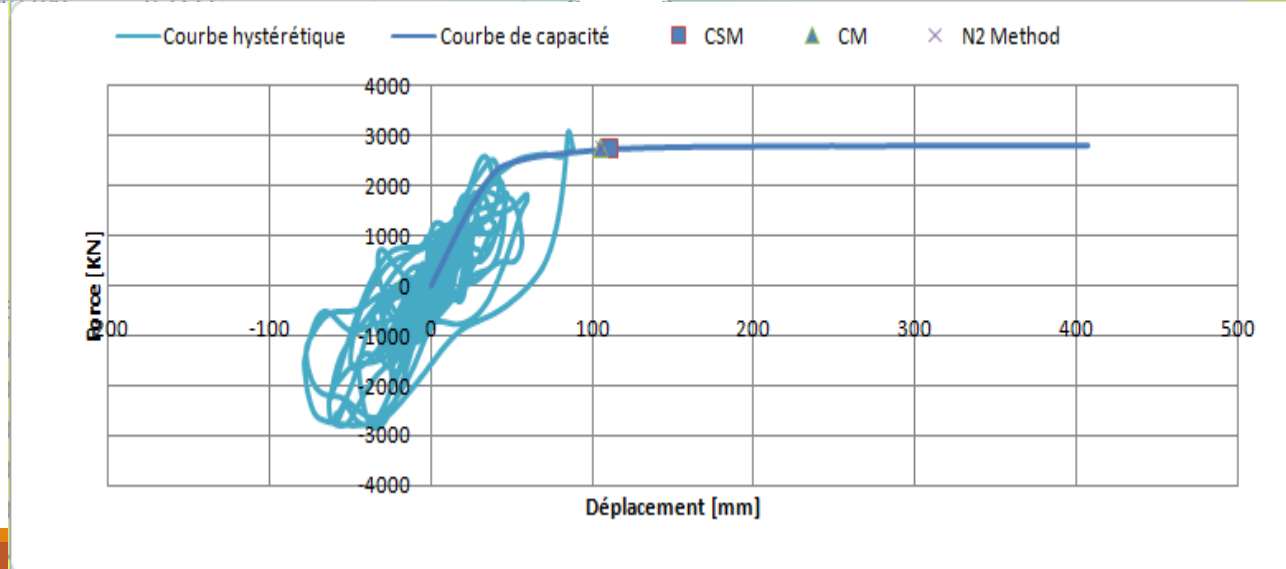
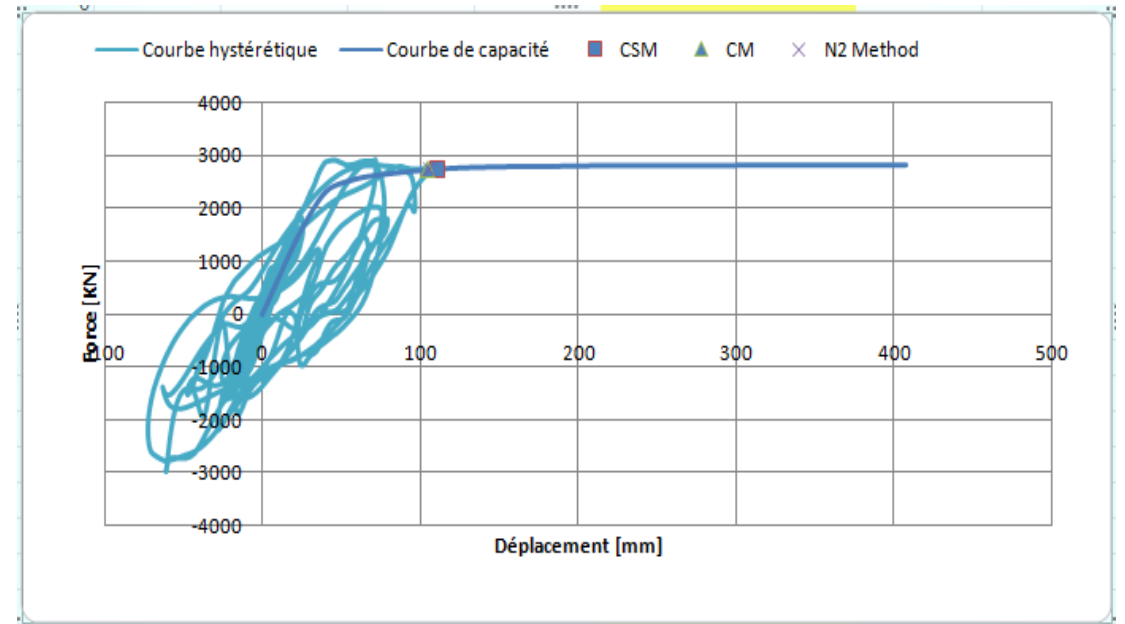
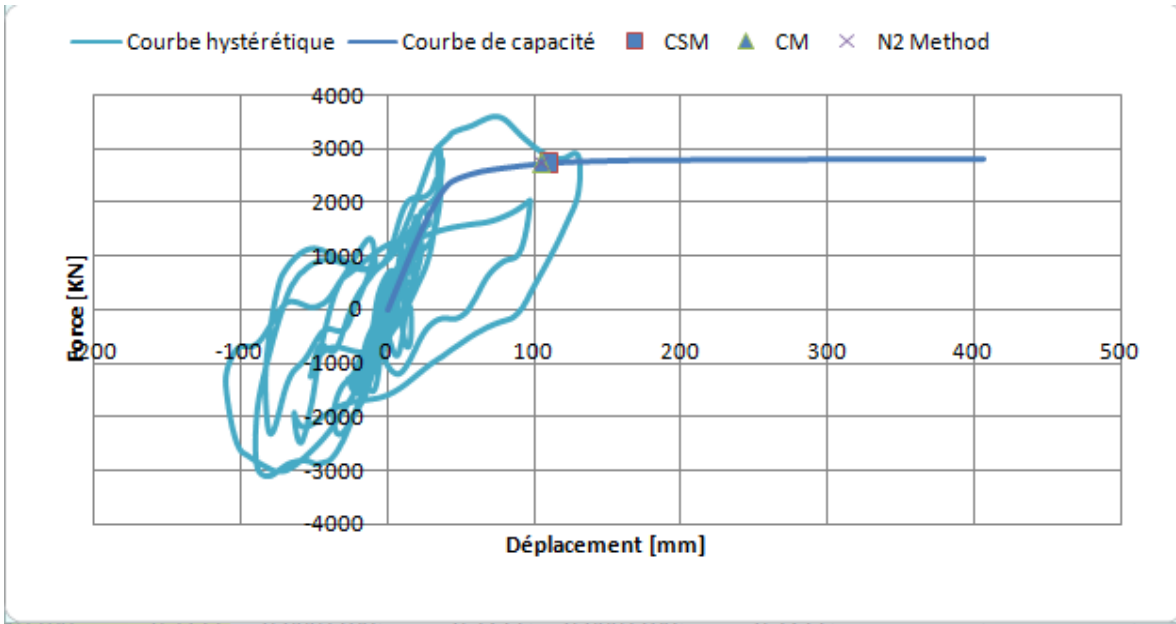


## Validation des résultats:

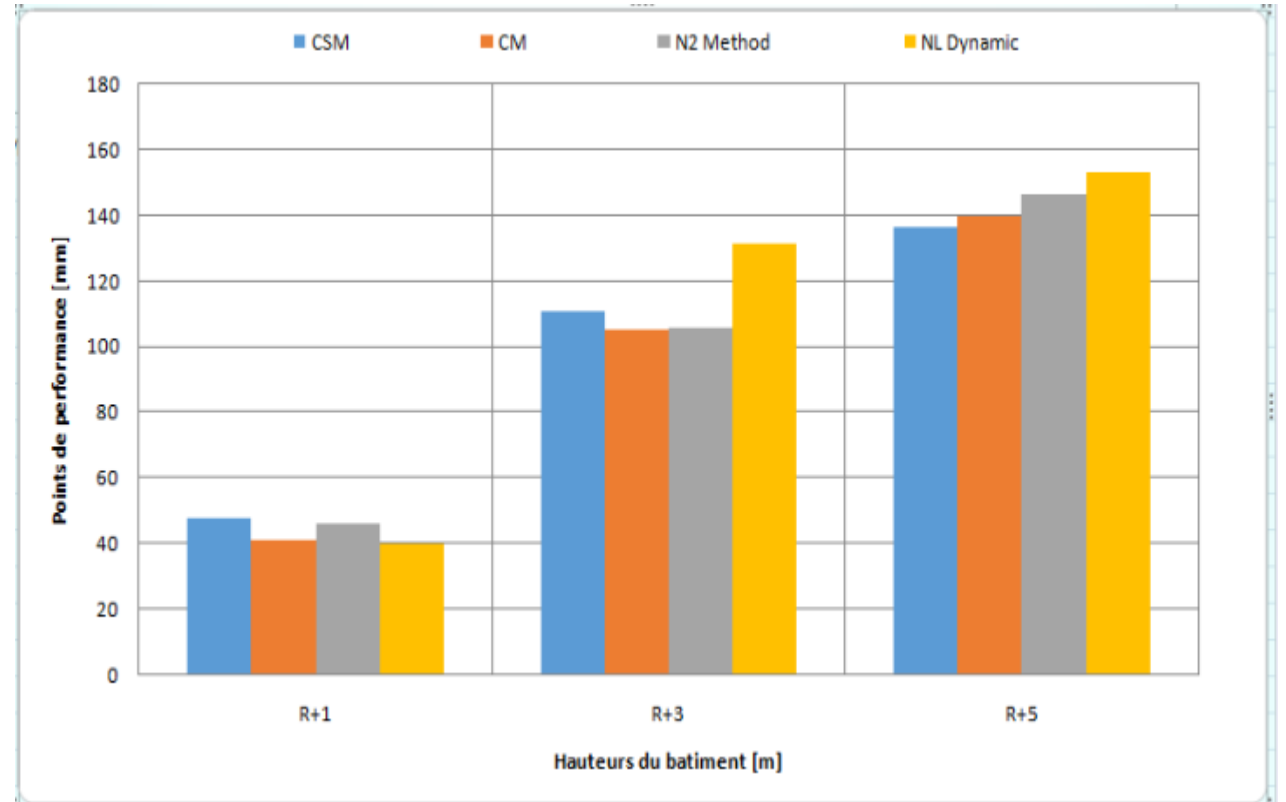
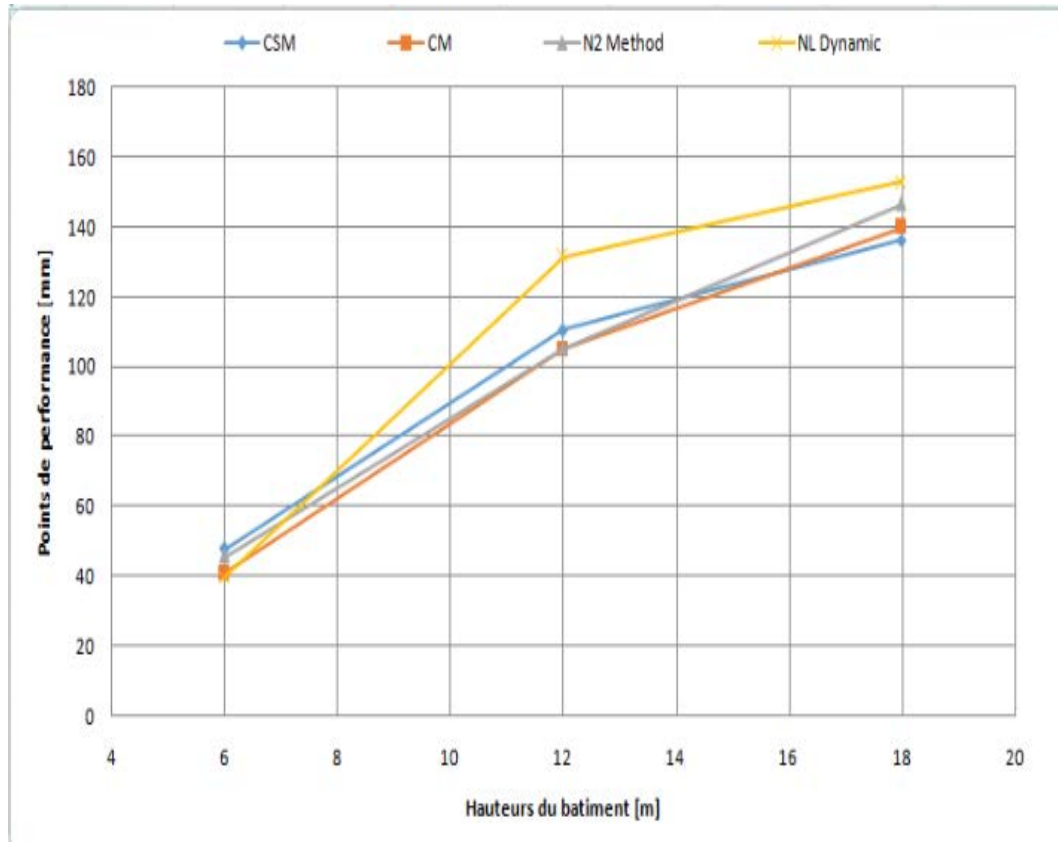




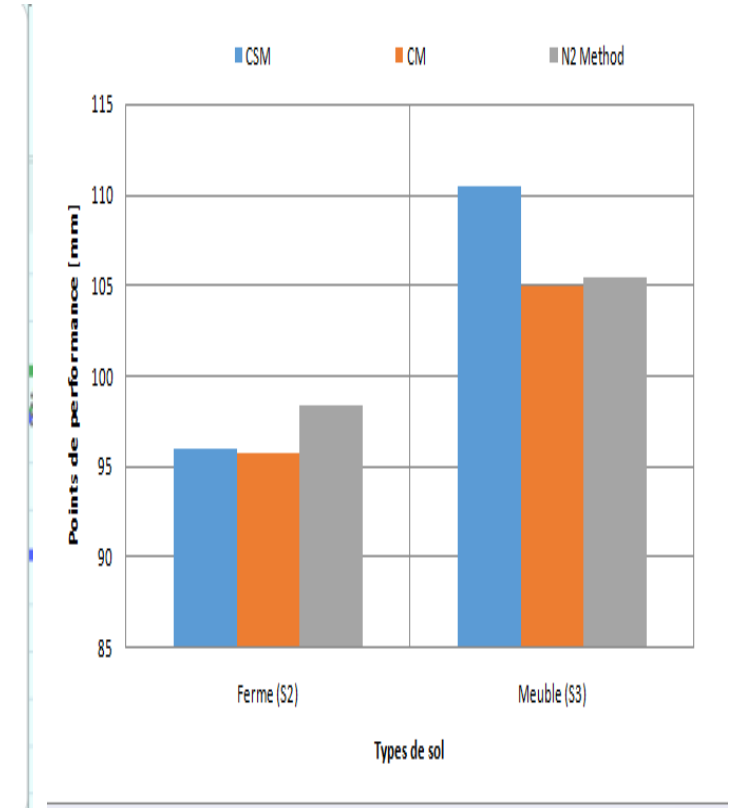
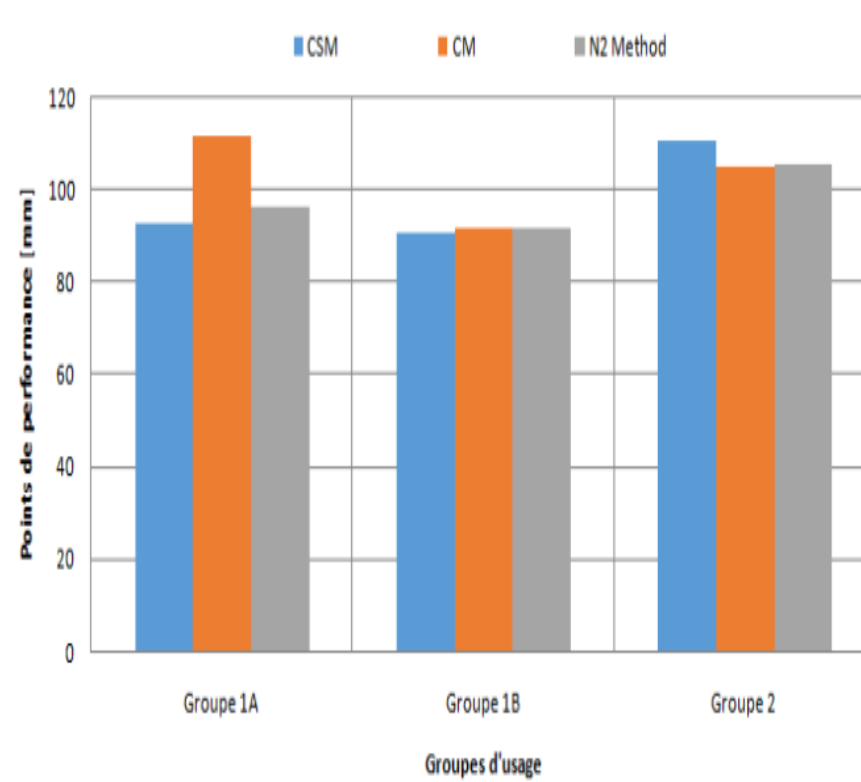
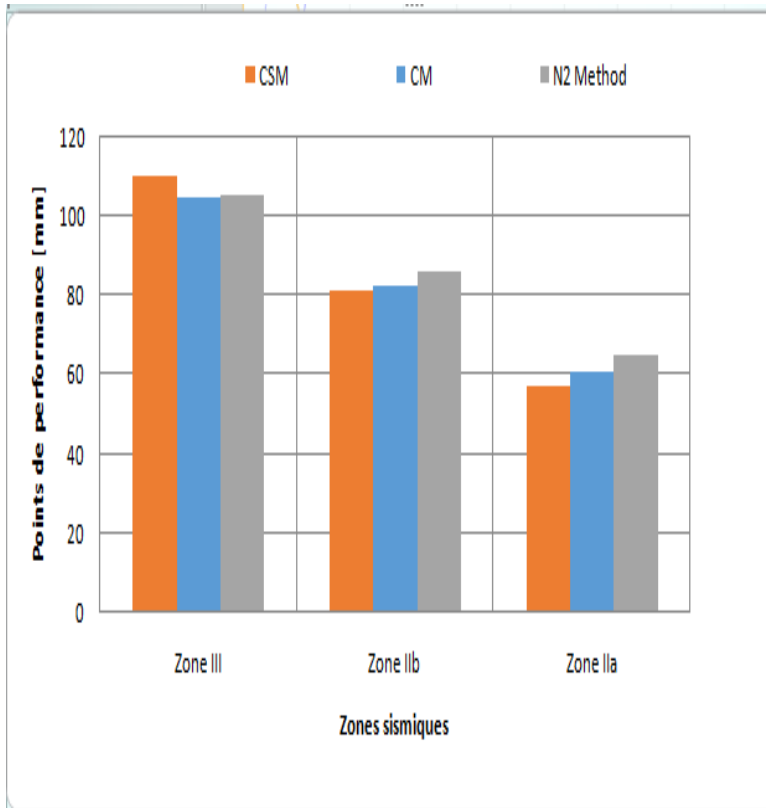
## Confrontations des résultats du R+3:



## Effet de la hauteur des bâtiments:



## Effet de la Zone sismique, groupe d'usage et type de sol sur la réponse du R+3:



- 1- Les méthodes statiques non linéaires donnent des résultats très intéressants comparants aux analyses dynamiques temporelles
- 2- Les méthodes permettent de vérifier la performance et la vulnérabilité du bâtiment avant sa mise en service (force, déplacement et dommages),
- 3- La méthodologie employée dans ce présent travail peut servir les ingénieurs et les utilisateurs du Règlement Parasismique Algérien dans la vérification de la réponse sismique des bâtiments existants, afin de valider leur dimensionnement initial,
- 4- Un organigramme de la méthodologie employée est en cours de réalisation,

**Merci de votre attention**