



**HAL**  
open science

## Analyse prévisionnelle du comportement sismique d'une structure en béton à murs contreventés

X. H. Nguyen, J. Mazars, Panagiotis Kotronis

### ► To cite this version:

X. H. Nguyen, J. Mazars, Panagiotis Kotronis. Analyse prévisionnelle du comportement sismique d'une structure en béton à murs contreventés. Colloque National MECAMAT, Jan 2005, Aussois, France. hal-01007881

**HAL Id: hal-01007881**

**<https://hal.science/hal-01007881>**

Submitted on 5 Nov 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# ANALYSE PREVISIONNELLE DU COMPORTEMENT SISMIQUE D'UNE STRUCTURE EN BETON A MURS CONTREVENTES

XH. Nguyen, J. Mazars, P.Kotronis

Laboratoire Sols Solide Structures (3S), C.N.R.S – I.N.P.G – U.J.F et R.N.V.O

Domaine Universitaire BP 53, 38 041 Grenoble Cedex 9, France

Téléphone : 04 76 82 51 81, Télécopie : 04 76 82 70 43

nguyen@geo.hmg.inpg.fr, Jacky.Mazars@inpg.fr, Panagiotis.Kotronis@inpg.fr

**Mots clés : béton armé, poutre multifibre, modélisation, endommagement**

## 1. INTRODUCTION

On présente dans cette étude l'analyse prévisionnelle du comportement d'une structure en béton armé à murs contreventés. Cette structure va être testée à la table sismique du laboratoire LNEC au Portugal. Ces calculs sont nécessaires afin de définir la séquence de chargement utilisée au cours de l'expérience.

## 2. MODELISATION DE LA STRUCTURE

### 2.1 Description de la structure

La maquette testée est à l'échelle 1/3 et possède une masse de 30 tonnes. Elle est composée de deux murs porteurs liés par six planchers, plus une longrine inférieure ancrée à la table vibrante afin de reproduire une liaison de type encastrement. De plus, elle est contreventée dans le sens perpendiculaire aux murs par un mur intérieur avec ouverture. Les murs ont chacun une hauteur de 5,1 m, une longueur de 1,60 m et une épaisseur de 6 cm. La longrine inférieure a une longueur de 2m, une hauteur de 0,6 m et une épaisseur de 20 cm. Les masses additionnelles sont ajoutées à la partie supérieure et inférieure de chaque plancher, sauf celui de rez-de-chaussée. Les principales caractéristiques de la maquette sont données à la figure 1.

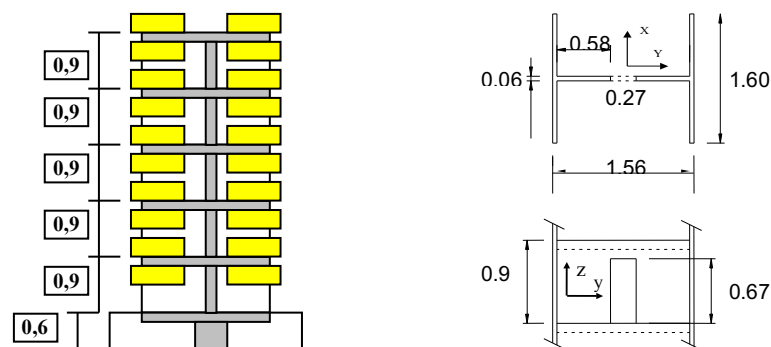


Figure 1 : Description de la maquette (dimensions en mètre).

### 2.2 Description de la modélisation

La maquette est modélisée en utilisant des éléments de type poutre multifibre de cinématique Bernoulli (code Aster). Le modèle La Borderie est utilisé pour décrire le comportement du béton et le comportement de l'acier est simulé avec la loi Pinto- Menegotto en supposant un écrouissage isotrope. L'amortissement est de type Rayleigh avec une valeur de 2% sur deux premières modes. La maquette est considérée comme un portique avec des poutres horizontales (section en T) représentant les planchers et des poutres verticales (sections rectangulaires) pour les murs extérieurs. Chaque section comporte 36 fibres (figure 2). Les masses additionnelles sont distribuées au niveau de chaque plancher. On considère que la maquette est encastree à la base (la table vibrante et la longrine ne sont pas prises en compte dans le modèle).

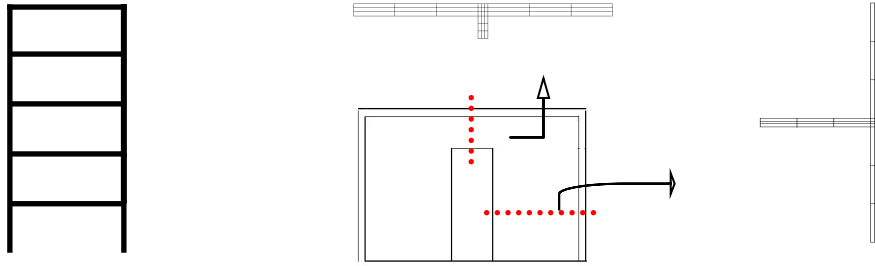


Figure 2 : Modélisation de la maquette.

### 3. CALCULS STATIQUE ( PUSH-OVER )

Cette étude concerne le comportement de la structure sous chargement horizontal. Le calcul statique (push-over) requiert le choix d'une répartition de l'effort sur la hauteur de la structure qui dépend du type de structure. Les résultats de plusieurs répartitions sont présentés ci-dessous :

- Chargement appliqué en tête de la structure (S1)
- Chargement appliqué en 2/3 de la hauteur de structure (S2)
- Chargement distribué tout au long de la structure selon PS92 (S3)

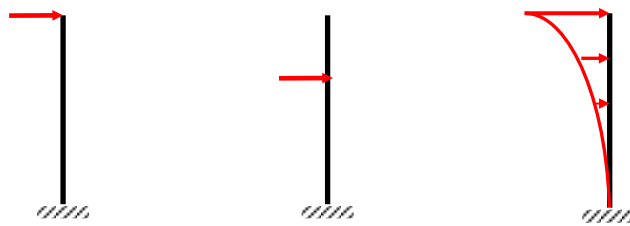


Figure 3 : Analyse statique (push-over). Différents types de chargement.

On présente à la figure 4 et pour les trois calculs la relation entre le moment à la base d'un des deux murs extérieurs de la structure et le déplacement en tête. Les résultats sont similaires et donnent la même valeur maximale du moment égale à 17000 N.m. Cette valeur est proche à la valeur de dimensionnement qui a été prise égale à 15000 N.m. Pour la suite de l'article seulement les calculs de cas S1 vont être présentés.

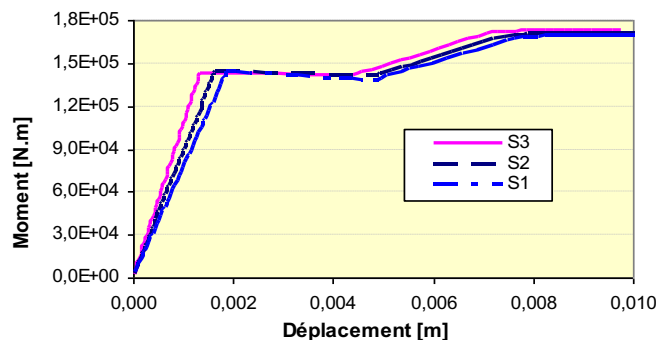


Figure 4 : Analyse statique (push-over). Courbe moment à la base – déplacement en tête.

Les déformations des matériaux le long de la hauteur de la structure et à la fin du chargement sont présentées à la figure 5. La déformation de l'acier a atteint la limite de rupture (1.1%, valeur issue des résultats expérimentaux sur des éprouvettes d'acier en traction). Les déformations de compression dans le béton sont moins importantes. La section critique se trouve à la base de la structure, position qui a été aussi retrouvée dans les deux autres cas de chargement (S2 et S3).

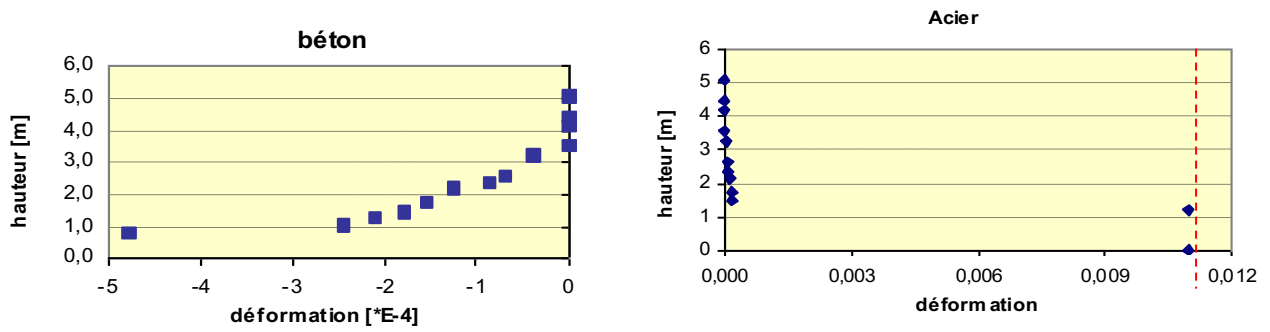


Figure 5 : Analyse statique (push-over). Déformations à la fin de chargement.

L'évolution des déformations du béton et des armatures dans la section critique en fonction du déplacement en tête est représentée à la figure 6. Pour un déplacement en tête de 1cm on atteint la limite de rupture des armatures.

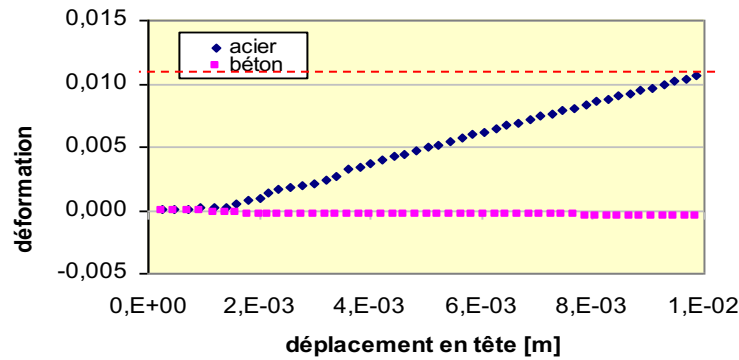


Figure 6 : Analyse statique (push-over). Evolution des déformations dans la section critique.

#### 4. ANALYSE MODALE ET CALCULS DYNAMIQUES

Une analyse modale est effectuée afin d'accéder aux modes fondamentaux de la structure. Les fréquences trouvées sont similaires à celles issues d'un modèle 3D de la maquette effectué par INSA de Lyon. Dans les deux modèles la maquette est supposée encastree à la base et l'influence de la table sismique n'est pas prise en compte.

Mode	Multifibre Aster (L3S Grenoble )	3D CASTEM (INSA Lyon)
Flexion selon X	9.10 Hz	8.47 Hz
Flexion selon Y	9.81 Hz	9.72 Hz
Torsion	14.31 Hz	11.00 Hz

Tableau 1 : Analyse modale – Fréquences de la maquette.

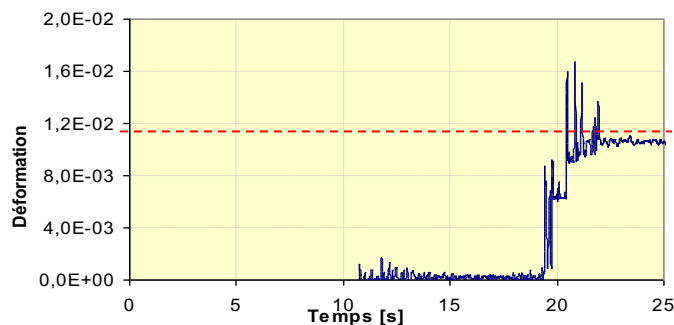


Figure 7 : Calculs dynamiques. Evolution des déformations dans la section critique.

Dans un premier temps, une série d'accélérogrammes est appliquée à la maquette suivant la direction X. Des signaux naturels de type proche (Tolmezzo) ont été utilisés. Les niveaux des accélérogrammes appliqués sont successivement 0.2g, 0.4g et 0.5g. Le tableau 2 regroupe les valeurs maximales des variables globales durant chaque niveau. La simulation du comportement sismique de la maquette tient en compte de l'enchaînement des séismes appliqués. On remarque une variation importante de l'effort normal, phénomène mis aussi en évidence pendant des essais similaires effectués en France (CEA Saclay, programme CAMUS). Pendant le dernier niveau (0,5g) la structure subit un déplacement maximal en tête de 7,17mm et les aciers atteignent leur limite de rupture (figure 7). Ces résultats confirment aussi le design de la maquette qui a été effectué en considérant un séisme de dimensionnement de 0.5g.

	Déplacement en tête [m]	Moment à la base [N.m]	Effort tranchant [N]	Effort normal [N]
0,2g	-1,01E-3	-1,17.E+5	-3,65.E+4	1,93.E+5
	1,25.E-3	9,04.E+4	2,51.E+4	8,9.E+4
0,4g	-1,68.E-3	-2,13.E+5	-7,32.E+4	2,58.E+5
	3,03.E-3	1,71.E+5	5,40.E+4	3,2.E+4
0,5g	-4,8.E-3	-2,31.E+5	-8,83.E+5	2,83.E+5
	7,17.E-3	1,76.E+5	8,0.E+4	1,1.E+4

Tableau 2 : Calculs dynamiques - Valeurs maximales des variables globales.

La carte de l'endommagement dû à la traction à la fin de chargement est présentée à la figure 8. L'indicateur d'endommagement  $D_t$  varie entre 0 (viege) et 1 (rupture). Les dommages sont concentrées comme prévu par les calculs push-over à la base de la structure.

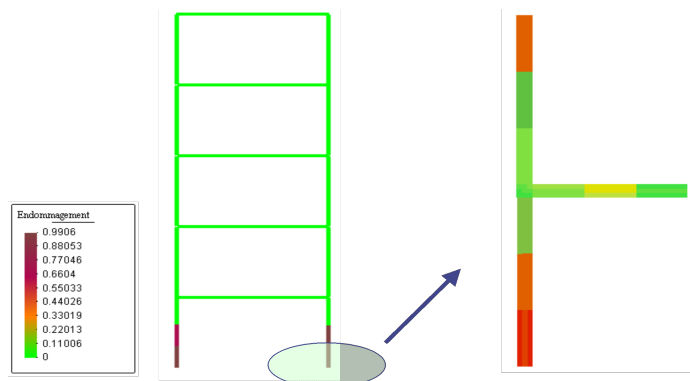


Figure 8 : Distribution de l'endommagement dû à la traction à la fin des calculs dynamiques.

## 5. CONCLUSIONS

Une stratégie de modélisation simplifiée de structures en béton armé à murs contreventés soumises à des chargements sismiques a été présentée dans cette étude. La discrétisation de la structure est faite en utilisant des poutres de type multifibre et des lois constitutives basées sur la mécanique de l'endommagement et la plasticité. Ces premiers résultats donnent des estimations concernant la section critique et le niveau maxi du séisme à appliquer à la structure lors des essais sur table sismique. Les résultats expérimentaux vont permettre calibrer et améliorer le modèle.

## REFERENCES

- Ile N (2000), "Contribution à la compréhension du fonctionnement des voiles en béton armé sous sollicitation sismique : apport de l'expérimentation et de la modélisation à la conception". *Thèse doctorat INSA Lyon.*
- Kotronis P., Davenne L., Mazars J. (2004) "Poutre 3D multifibre Timoshenko pour la modélisation des structures en béton armé soumises à des chargements sévères". *Revue française de Génie Civil, volume 8, issues 2-3, pp. 329-343.*