

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE**  
**LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE MOHAMED KHIDER-BISKRA**  
**FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR**  
**DEPARTEMENT DE GENIE-CIVIL**

N° d'ordre:.....

Série :.....

**MEMOIRE DE MAGISTER**

Spécialité: **GENIE CIVIL**

Option : **Structures**

Présenté par

**MOUNIRA CHADLI**

**ETUDE DE LA REDISTRIBUTION DES EFFORTS DANS LES**  
**STRUCTURES EN PORTIQUES EN BETON ARME, SOUMISES**  
**A L'ACTION DES CHARGES STATIQUES ET DYNAMIQUES**  
**ALTERNEES.**

**SOUTENUE LE ...../...../ 2005.**

**Devant le jury:**

|                    |                         |            |                             |
|--------------------|-------------------------|------------|-----------------------------|
| <b>Président :</b> | <b>Dr. B. MEZGHICHE</b> | <b>M.C</b> | <b>Université de Biskra</b> |
| <b>Rapporteur:</b> | <b>Dr. A. MAMACHE</b>   | <b>C.C</b> | <b>Université de Biskra</b> |
| <b>Examineurs:</b> | <b>Dr. M. MELLAS</b>    | <b>C.C</b> | <b>Université de Biskra</b> |
|                    | <b>Dr. A. LAHMAR</b>    | <b>C.C</b> | <b>Université de Biskra</b> |
|                    | <b>Dr. A. ZATAR</b>     | <b>C.C</b> | <b>Université de Biskra</b> |

*A ma famille.*

*A Maïssaloune.*

## Remerciements

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements et ma grande gratitude avant tout à :*

*Dieu le tout puissant qui m'a donné le courage et la force pour mener à bout ce travail ;*

*J'exprime mes sincères et profondes remerciement et reconnaissance à monsieur **MAMACHE AMAR** qui m'a encadrée durant ce travail et pour ces conseils et son suivi pour l'élaboration de ce travail et ses multiples téléphoniques qui m'ont été très enrichissants. Qu'il puisse trouver ici témoignage de ma profonde gratitude.*

*Je tiens à remercier tous les membres de ce jury :*

*- **Mr B. MEZGHICHE**, maître de conférence qui m'a fait l'honneur de bien vouloir accepter la présidence de jury. Je tiens à lui exprimer ma plus profonde gratitude.*

*- **Mr M. MELAS**, chargé de cours pour l'intérêt qu'il porte à ce travail en accepte de le juger, Je tiens à lui exprimer ma plus profonde gratitude*

*- **Mr A. LAHMAR**, chargé de cours pour l'intérêt qu'il porte à ce travail en accepte de le juger et pour m'avoir apporté tout son soutien et ses encouragements, notamment des moments les plus difficiles.*

*- **Mr A. ZATAR**, chargé de cours pour tous ses précieux conseils.*

*Je remercie aussi tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail, surtout **B. HOUCINE***

*Enfin, je ne pourrai oublier l'ensemble du corps enseignement de l'institut de Génie Civil à l'université de Biskra.*

## ***RESUME***

**L'étude élastique des structures hyperstatiques en portiques correspond à des contraintes assez faibles n'entraînant pas des fissures et des déformations non élastiques du béton et de l'acier, par contre pour un niveau de contraintes plus élevé tel que l'action sismique, la distribution des efforts se diffère totalement de l'étude statique.**

**L'objet de cette étude est de mettre en évidence :**

- ❖ L'influence des caractères de la charge dynamique alternée ainsi que son intensité sur l'état de contraintes déformations des sections critiques des éléments des structures en portiques.**
- ❖ L'élaboration d'une méthode de calcul permettant l'évaluation de la capacité portante ultime et la déformabilité des structures en portiques en béton armé sous l'action des charges dynamiques alternées.**

## ***ABSTRACT***

**The elastic study of the hyperstatic structures out of gantries corresponds to rather low constraints not involving cracks and nonelastic deformations of the concrete and steel, on the other hand for a higher level of constraints such as the seismic action, the distribution of the efforts is differed completely from the static study.**

**The object of this study is to highlight:**

- ❖ the influence of the characters of the alternate dynamic head like its intensity on the state of stresses deformations of the sections criticize elements of the structures out of gantries.**
- ❖ Development of a method of calculation allowing the evaluation of the ultimate bearing capacity and the deformability of the structures out of concrete gantries reinforced under the action with the alternate dynamic heads.**

## ملخص

الدراسة المرننة للمياكل الغير مستقرة من نوع الإطارات تعتبر أن الاجسادات الضعيفة لا تصاحبها تشققات وتشوهمات غير مرنة للخرسانة والفولاذ.

لكن بالنسبة لمستوى عالي من الاجسادات مثل فعل الزلزال، توزيع القوى يختلف قليلا عن الدراسة السكونية.

الهدف من هذه الدراسة وهو وضع بعين الاعتبار:

❖ تأثير حالة القوة الحركية المماثلة وكذلك خدة هاته الأخيرة على حالة الاجسادات التشوهات للمقاطع الحرجة لعناصر المياكل من نوع إطارات.

❖ صياغة طريقة حساب تسمع بتقييم القدرة النهائية وتشوهات المياكل من نوع إطارات من الخرسانة المسلحة تحت تأثير فعل القوى الحركية المماثلة.

# SOMMAIRE

## NOTATION

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| INTRODUCTION GENERALE ..... | 1 |
|-----------------------------|---|

## CHAPITRE 1      ETUDE ET ANALYSE HISTORIQUE DES ETATS DE COMPORTEMENT DES STRUCTURES ETAGEES EN BETON ARME "EN PORTIQUE"

|   |    |
|---|----|
| 1.1 Analyse théorique et expérimentale de comportement des structures               |    |
| hyperstatiques en béton armé soumises aux charges statiques .....                   | 4  |
| 1.2 Analyse théorique et expérimentale de comportement des structures               |    |
| hyperstatiques en béton armé soumises aux charges dynamiques .....                  | 14 |
| 1.3 Etude de l'action des charges dynamiques à caractère alterné sur les structures |    |
| hyperstatiques en béton armé (portiques) .....                                      | 17 |
| 1.4 Problématique des structures .....  | 18 |

## CHAPITRE 2      ETUDE EXPERIMENTALE DE LA RESISTANCE ET DES DEFORMATIONS EN TENANT COMPTE DE LA REDISTRIBUTION DES EFFORTS DANS LES STRUCTURES EN BETON ARME (PORTIQUES) SOUMISES A L'ACTION DES CHARGES STATIQUES ET DYNAMIQUES ALTERNEES.

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Spécimen d'essais .....                  | 21 |
| 2.2 Méthode de l'analyse expérimentale ..... | 29 |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>2.3</b>   | <b>Caractéristiques physico mécaniques des matériaux utilisés .....</b>                 | <b>32</b> |
| <b>2.3.1</b> | <b>Béton .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>2.3.2</b> | <b>Armatures (aciers) FeE 400.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>2.4</b>   | <b>Résistance spécimen en forme de HH en béton armé soumis</b>                          |           |
|              | <b>à l'action des charges statiques et dynamiques alternées .....</b>                   | <b>37</b> |
| <b>2.5</b>   | <b>Distribution des efforts dans le spécimen en HH en béton armé dûe à l'action des</b> |           |
|              | <b>charges statiques et dynamiques alternés .....</b>                                   | <b>47</b> |
| <b>2.6</b>   | <b>Conclusion .....</b>   | <b>58</b> |

**CHAPITRE 3      ANALYSE THEORIQUE DE LA RESISTANCE ET**  
**DE LA DEFORMABILITE DES ELEMENTS DES**  
**SERIES DE SPECIMEN EN HH.**

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>3.1</b> | <b>Résistance et déformation du béton et des armatures .....</b>  | <b>63</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Résistance et rigidité des éléments des spécimen de séries</b> |           |
|            | <b>de portiques en HH en béton armé .....</b>                     | <b>65</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Conclusion .....</b>   | <b>76</b> |

**CHAPITRE 4      CONFRONTATION DES RESULTATS THEORIQUES**  
**ET EXPERIMENTAUX.**

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>4.1</b> | <b>Confrontation des résultats théoriques et expérimentaux.....</b> | <b>77</b> |
|            | <b>Conclusion Générale .....</b>                                    | <b>80</b> |



## NOTATION

|                   |   |
|-------------------|---|
| $\lambda$ :       | Facteur de charge.  |
| $n$ :             | Nombre de cycle de chargement.  |
| $\phi$ :          | Coefficient asymétrique des cycles.   |
| $\kappa$ :        | Coefficient caractérisant l'état élasto-plastique du béton.                         |
| $\gamma_s^\tau$ : | Coefficient de consolidation.   |
| $R_s^\tau$ :      | Limite d'élasticité dynamique de l'acier.   |
| $R_s^c$ :         | Limite d'élasticité statique de l'acier.  |
| $R_n$ :           | Résistance du béton au moment des actions répétées.                                 |
| $R_b$ :           | Résistance prismatique du béton au moment du chargement statique.                   |
| $M_{EX}$ :        | Efforts expérimentaux.  |
| $M_{M.E.S}$ :     | Efforts obtenus par la méthode des éléments successive.                             |
| $M_{c.elas}$ :    | Efforts obtenus par le calcul élastique.  |
| $\mu_s$ :         | Pourcentage d'armature.   |
| $A_{red}$ :       | L'aire de la section réduit.  |
| $S_{red}$ :       | Moment statique réduit.   |
| $y_o$ :           | La distance entre le centre de gravité de la section et le fibre extrême comprimée. |
| $I_{red}$ :       | Moment d'inertie réduit.  |
| $r$ :             | Rayon de courbure.  |
| $W_{red}$ :       | Module de flexion réduit.   |
| $M_{crc}$ :       | Moment critique   |
| $B_i$ :           | La rigidité   |