

## BILAN D'ÉVALUATION DU PROJET PNR Développement durable

### 1. DOMICILIATION DU PROJET

*Organisme de domiciliation*  
Laboratoire LGCH  
Université 8 Mai 45 Guelma

*Organisme pilote*  
CNERIB Alger

### 2. IDENTIFICATION DU PROJET

Intitulé du projet:	Renforcement des structures en béton armé par placage de lamelles en composite Dimensionnement et méthode de mise en œuvre
Intitulé du domaine	Travaux publics
Intitulé de l'axe	Axe 4 : Réhabilitation des ouvrages
Intitulé du thème	Thème 4 : Techniques de réparation, de réhabilitation et de renforcement des ouvrages

### 3. Identification de l'Equipe de recherche

Chef de projet		
Nom et prénom	Grade	Etablissement de rattachement
GUENFOUD Mohamed	Pr.	Université 8 mai 45 Guelma

Equipe de recherche			
Nom et prénom	Grade	Etablissement de rattachement	Observation
Guenfoud Mohamed	Pr	Université 8 mai 45 Guelma	
Madi Rafik	MC	Université 8 mai 45 Guelma	
Ferhani Kamel	Doctorant	Université 8 mai 45	

## 4- Synthèse des activités de recherche

### - Rappel des objectifs du projet

#### Scientifiques:

- Etude du comportement des poutres en béton armé renforcée par PRF (flexion+cisaillement);
- Contribution à l'élaboration des directives de dimensionnement des renforcements et réparations en PRF;
- Participation aux colloques nationaux et internationaux;

#### TECHNIQUES

- Elaboration d'un guide pour le dimensionnement renforts pour renforcements et réparations en PRF;
- Préparation des catalogues pour le renforcement et la réparation en PRF des poutres;
- Assistance technique pour les différents agents qui s'occupent des travaux de réhabilitation en PRF.

#### Economique :

- Une meilleure maîtrise du rapport qualité/prix de l'entretien des poutres dans les ouvrages d'art et d'habitation;
- Une amélioration du cadre de vie et de la protection de l'environnement;
- Une amélioration de la sécurité des ouvriers sur chantiers;
- Une réduction de la durée de réalisation des travaux de réhabilitation en FRP par rapport aux procédés traditionnels surtout après les séismes;
- La création des postes d'emploi pour les spécialistes dans le domaine de réhabilitation en FRP.

#### Technologique:

Ce projet apportera des solutions concrètes:

Dans le diagnostic des pathologies des ouvrages endommagés en Algérie;

Dans le choix des méthodes de réparation et de renforcement des structures endommagées;

Dans le calcul des dimensionnements des structures à renforcer ou à réparer

### - Impact et résultats attendus du projet

#### Impacts directs et indirects (Scientifiques, socio-économiques, socioculturels)

##### - Scientifiques:

- Contribution au développement de la recherche dans le domaine d'utilisation des matériaux composites dans le génie civil;
- Vulgarisation de l'information sur la réhabilitation des poutres en béton armé par PRF.
- La contribution à l'élaboration d'un règlement algérien dans le domaine de la réhabilitation des ouvrages endommagés
- La rédaction de recommandation quant aux méthodes de réparation adoptées
- Le suivie de chantier

##### - Recherches :

Mise en place d'une banque de donnée et une plateforme de travail pour les scientifiques et les chercheurs dans le domaine de réhabilitations des poutres en PRF et encadrement des doctorants.

##### Economique :

Ce sujet contribuera à:

Une meilleure maîtrise du rapport qualité/prix de l'entretien des ouvrages d'art et d'habitation;

Une amélioration du cadre de vie et de la protection de l'environnement;

Une amélioration de la sécurité des chantiers

Réduction du cout de réparation

Diminution du temps d'intervention

Mise en service de plusieurs ouvrages de génie civil et de travaux publics dégradés (Qui sont soumis pour démolition).

Tâches prévues dans le projet (se référer à la fiche de présentation validée lors de l'acceptation du projet)	Tâches effectivement réalisées
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dénombrements des besoins en matériaux (ciment, sable, gravier, armature, composite, colle...</li> <li>- Dénombrement des besoins en matériels d'essais et vérification des mises en service des machines (Les presses, les appareillages, ...)</li> <li>- Calibrage des machines</li> <li>- Dénombrement des besoins en outils de calcul et logiciels de simulation</li> </ul>	<p><b>Ces taches sont tous réalisées</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire le dimensionnement analytique et théorique réglementaire pour la fabrication des spécimens et des éprouvettes d'essais.</li> <li>- Faire une analyse théorique et analytique pour la recherche des phénomènes de rupture</li> <li>- Faire une modélisation numérique (étude par éléments fins).</li> <li>- Faire un choix des procédés de construction des éprouvettes et un choix des caractéristiques des matériaux.</li> <li>- Calcul de la proportion des constituants du béton, construire le coffrage, le ferrailage et le bétonnage et assurer le mûrissement des éprouvettes</li> </ul>	<p><b>Ces taches sont tous réalisées</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparations des éprouvettes et faire un plan d'expérience sur la base de l'étude analytique et de la modélisation numérique</li> <li>- Réalisation des essais : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglages concernant les essais (machine, paramètres et configuration), les moyens de mesure, le microscope et l'émission acoustique.</li> <li>- Faire les essais de caractérisation (essai de compression et de flexion)</li> <li>- faire les essais non destructifs d'homogénéisation</li> <li>- Faire les essais d'endommagement préliminaire des spécimens</li> <li>- Faire les essais des spécimens renforcés.</li> <li>- Analyse des résultats (Analytiques, modélisations et expérimentaux)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Les essais sur poutres sont tous réalisés.</b></li> <li>- <b>Reste à faire les essais sur dalles.</b></li> </ul> <p><b>Ces essais sont programmés pour le moi de décembre 2013</b></p>
<p>Sur la base des résultats précédents nous terminons ce projet par :</p>	<p><b>Cette partie est encours de finalisation</b></p>

- La mise en place d'un guide pratique pour la réalisation des renforcements
- La mise en place d'un guide de dimensionnement des renforcements en composites
- Des abaques pratiques utilisables par des ingénieurs
- Des modèles numériques pour la modélisation des essais de renforcements sans passer par des essais expérimentaux/  
Rédaction du rapport final

**Résultats obtenus et impacts des résultats du projet sur le secteur socio économique**

- Nous avons contribué au développement de la recherche dans le domaine d'utilisation des matériaux composites dans le génie civil;
- Nous avons fait une vulgarisation de l'information sur la réhabilitation des poutres en béton armé par PRF.
- Nous avons contribué à mettre des idées pour l'élaboration d'un règlement algérien dans le domaine de la réhabilitation des ouvrages endommagés
- Nous avons contribué à La rédaction de recommandation quant aux méthodes de réparation adoptées
- Nous avons fait du suivie de chantier
- Nous avons mis en place d'une banque de donnée et une plateforme de travail pour les scientifiques et les chercheurs dans le domaine de réhabilitations des poutres en PRF et encadrement des doctorants.

Ce sujet a contribué à:

- Une meilleure maîtrise du rapport qualité/prix de l'entretien des ouvrages d'art et d'habitation;
- Une amélioration du cadre de vie et de la protection de l'environnement;
- Une amélioration de la sécurité des chantiers
- Réduction du cout de réparation
- Diminution du temps d'intervention

Mise en service de plusieurs ouvrages de génie civil et de travaux publics dégradés (Qui sont soumis pour démolition)

**5. Implication effective des membres du projet**

Cette rubrique doit être obligatoirement renseignée pour toute l'équipe de recherche prévue dans le projet. Il est suggéré un tableau par membre)

**MADI RAFIK**

**Tâches accomplies**

- Analyse analytique des poutres renforcées par matériaux composites
- Préparation des éprouvettes
- déroulement des essais

**Tâches non accomplies (avis motivé du chef de projet)**

Toutes les taches et plus sont accomplies par Monsieur Madi Rafik. Il m'a aidé beaucoup dans l'encadrement des doctorants.

**Observations éventuelles du chef de projet**

Monsieur Madi Rafik est un chercheur ayant des qualités de travail de groupe ; de l'esprit critique et de recherche

**FERHANI KAMEL**

<p><b>Tâches accomplies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparation des spécimens</li> <li>- Réalisation des essais</li> <li>- Modélisation des essais</li> </ul>
<p><b>Tâches non accomplies (avis motivé du chef de projet)</b></p> <p>Toutes les tâches sont accomplies par le doctorant Ferhani Kamel</p>
<p><b>Observations éventuelles du chef de projet</b></p> <p>Il est à jour dans ces travaux.</p>

## 6. Apport du partenaire socio économique

Apport prévu (préciser l'apport initialement arrêté avec le partenaire socio économique)	Apport concrétisé (préciser l'apport effectif du partenaire socioéconomique)
<p>Mettre à notre disposition tous les moyens de l'entreprise, tel que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les matériaux de constructions (ciment, sable, gravier, bois,...)</li> <li>- Les ouvriers qualifiés, pour le façonnage des ferrailages des poutres et des dalles</li> <li>- le coulage du béton pour la fabrication des poutres et des dalles</li> <li>- le transport des matériaux et des spécimens d'essais</li> <li>- faire une application sur un projet réel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous ces points ont été concrétisés, il reste à faire une application réelle. Dans ce but on vise la réhabilitation et le renforcement d'un bâtiment, situé au centre ville de Guelma, dégradé par une explosion de Gaz</li> </ul>
<p><b>Observation sur l'apport du partenaire socio économique</b></p> <p>Durant toute la durée du projet le partenaire était collaborant et compréhensif.</p>	

## 7. Travaux de valorisation (donner le nombre et joindre des justificatifs par rubrique)

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brevets</li> <li>2. Prototypes <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les poutres d'essais</li> <li>- Les dalles d'essais</li> </ul> </li> <li>3. Logiciels <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eléments finis</li> </ul> </li> <li>4. Ouvrages et documents scientifiques et techniques <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport scientifique du projet (140 pages)</li> </ul> </li> <li>5. Publications internationales (05) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lahouel Bahieddine &amp; GUENFOUD Mohamed Vibration analysis of laminated composite plates with and without square holes under compressive loads Revue des composites et des matériaux avancés, Vol.23, n°2 (2013), <a href="http://rcma.revuesonline.com">http://rcma.revuesonline.com</a></li> <li>- Madi Rafik and Guenfoud Mohamed Rehabilitation of Reinforced Concrete Columns World Academy of Science, Engineering and Technology 78 2013</li> <li>- M.HIMEUR, M.GUENFOUD <a href="#">Bending triangular finite element with a fictitious fourth node based on the strain approach</a> European Journal of Computational Mechanics, VOL 20/7-8 - 2011- pp.455-485</li> <li>- Mohamed Salah DIMIA M. Guenfoud, T. Gernay and J.M. Franssen</li> </ul> </li> </ol>
---

*Risks of Collapse for Concrete Columns during and after the Cooling Phase of a Fire*  
*Journal of Fire Protection Engineering, November 2011; vol. 21, 4: pp. 245-263., first published on*  
*September 29, 2011 Journal of fire protection Engineering, <http://jfe.sagepub.com>*

- R. Madi\* , M.S. Nouaouria, M. Guenfoud and Z.A. Nafaa

CONSTRUCTION SECURITY WITH RESPECT TO MINE SHOOTING VIBRATIONS

ASIAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING (BUILDING AND HOUSING) VOL. 12, NO. 2 ( 2011,  
[www.bhrc.ac.ir/portal/LinkClick.aspx?fileticket=fDnvbskXstM%3D...](http://www.bhrc.ac.ir/portal/LinkClick.aspx?fileticket=fDnvbskXstM%3D...)

#### 6. Publications nationales (05)

- Madi Rafik and Guenfoud Mohamed

Rehabilitation of Reinforced Concrete Columns

World Academy of Science, Engineering and Technology 78 2013

- GUERGAH Cherif, BELOUAR Abdelghani, GUENFOUD Mohamed

Contribution à l'implémentation de lois de comportement sous Plaxis, Cas des matériaux visqueux

**Revue « Nature & Technologie ». n° 07/Juin 2012. Pages 12 a 25**

- Guergah Cherif, Belouar Abdelghani & Guenfoud Mohamed

Contribution à l'implémentation des lois de comportement sous plaxis– Cas des matériaux visqueux –

Courrier du savoir scientifique et technique, 11 03-11, Mars 2011

- Mohammed Himeur, **Mohamed Guenfoud**

Bending Triangular finite element with fictitious fourth node based on the strain approach

Courrier du Savoir Scientifique et technique N° 03-11, 2011, Mars 2011

- Mohammed Himeur, **Mohamed Guenfoud**

Elément fini flexionnel triangulaire dote d'un quatrième nœud fictif base sur l'approche en déformation, **Nature & Technologie N° 5**, Juin 2011

#### 7. Communications internationales et nationales (12)

- Madi rafik & Guenfoud Mohamed

Renforcement par PRF des poteaux rectangulaires en béton armé

Le 11ème congrès de mécanique, Agadir 2013, 23-26 avril 2013, Maroc

<http://congressmecanique11.uiz.ac.ma>

- Madi rafik & Guenfoud Mohamed

Rehabilitation of concrete columns

International Conference on Civil Engineering and Applied Mechanics to be held in Istanbul, Turkey during June 20-21, 2013. ICCEAM 2013

- Guenfoud Mohamed & Lahouel Bahieddine

Comparative Analysis of Vibration between Laminated Composite Plates with and without Holes under Compressive Loads

International Conference on Civil Engineering and Applied Mechanics to be held in Istanbul, Turkey during June 20-21, 2013. ICCEAM 2013

- Rafik Madi and Mohamed Guenfoud

*Renforcement des poteaux en beton arme par PRF et cemisage en beton*

*Congrès Algérien de Mécanique, CAM2013, 25-28 Novembre 2013, Mascara, Algérie*

[www.cam-dz.org](http://www.cam-dz.org)

- Madi Rafik, Ferhani Kamel, Guenfoud Mohamed & Gherdaoui Moufida

Pathologie et renforcement des batiments en béton armé vis à vis du séisme

1<sup>er</sup> Congrès International de Génie Civil et d'Hydraulique, Guelma 10-11 décembre 2012  
 - Gherdaoui Moufida, Madi Rafik & Guenfoud Mohamed  
 Renforcement des ouvrages en béton armé soumis aux actions gravitaires avec matériaux composites

1<sup>er</sup> Congrès International de Génie Civil et d'Hydraulique, Guelma 10-11 décembre 2012  
 - Dimia mohamed salah, Mghazi Larafi Smail, Guenfoud Mohamed  
 Predicting collapse of concrete load bearing walls exposed to parametric fires

1<sup>er</sup> Congrès International de Génie Civil et d'Hydraulique, Guelma 10-11 décembre 2012  
 - Madi rafik & Guenfoud Mohamed  
 Evaluation of the capacity after rehabilitation of buildings towards the earthquake  
 International Conference on Civil Engineering and materials ICCEM 2012, July 7-8, 2012 London,  
[www.iccem.org](http://www.iccem.org)  
 - Madi rafik & Guenfoud Mohamed

Rehabilitation of concrete building s against the earthquake  
 International Conference on Civil Engineering and materials ICCEM 2012, July 7-8, 2012 London,  
[www.iccem.org](http://www.iccem.org)  
 - Madi rafik & Guenfoud Mohamed

Evaluation de la capacité des structures après réhabilitation vis-à-vis du séisme  
 The first International Conference of Civil Engineering ICCE 2012, May 15-16, 2012 Laghouat

Guenfoud Mohamed & Dimia Mohamed Salah  
 Analysis of collapse for concrete columns during and after the cooling phase of a fire  
 XXX<sup>e</sup> Rencontres AUGC-IBPSA Chambéry, Savoie, 6 au 8 juin 2012

Guenfoud Mohamed & Lahouel Bahieddine  
 Vibration libre des plaques composites stratifiées avec un coefficient de Poisson negative à travers l'épaisseur  
 XXX<sup>e</sup> Rencontres AUGC-IBPSA Chambéry, Savoie, 6 au 8 juin 2012

**8. Encadrement (niveau à préciser)**  
**Niveau Magistère (04)**

Pr. Guenfoud Mohamed	Stabilité des plaques raidies –influences des paramètres géométriques de raidissage-	Tine Mohamed
Pr. Guenfoud Mohamed	Introduction de la ductilité dans la modélisation numérique de la rupture inter faciale.	Rahal Souad
Pr. Guenfoud Mohamed	Comportement des pièces comprimées en béton renforcées par matériaux composites	Mekersi Yacine
Pr. Guenfoud Mohamed	Etude en traction d'armature habillée par matériaux composites et scellés dans le béton	Meradji Abderrazek

**9. Organisations de rencontres scientifiques**

- 1<sup>er</sup> Congrès International de Génie Civil et d'Hydraulique, Guelma 10-11 décembre 2012  
 - Journées de thésards

**10. Autres réalisations.**

- Cours doctorales

**8. Bilan financier du projet (le bilan financier doit être établi conformément aux rubriques de l'annexe financière arrêtées dans la fiche technique du projet)**

-Bilan financier par rubrique		
CHAPITRES	Budget	Consommation

Renforcement des structures en béton armé par placage de lamelles en composite-Dimensionnement et méthode de mise en œuvre-

CHAPITRE I Remboursement de frais	200.000,00	86.417,00
CHAPITRE II MATERIEL ET MOBILIER	600.000,00	593.541,00
CHAPITRE III FOURNITURES	250.000,00	199.543,00
CHAPITRE IV CHARGES ANNEXES	0,00	0,00
CHAPITRE V PARC AUTOMOBILE	0,00	0,00
CHAPITRE VI FRAIS DE VALORISATION ET DE DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE	0,00	0,00
CHAPITRE VII RETRIBUTION DES ACTIVITES DES CHERCHEURS	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>1.050.000,00</b>	<b>879.501,00</b>

**-Taux de consommation = 83,76 %**

**-Contraintes rencontrés**

- Arrivage tardive du budget
- Manque de personnel de soutien
- Manque de ligne téléphonique
- Problème avec les organes de contrôles (Contrôleur financier, Comptable)

**9. Observations et suggestions éventuelles du chef du projet**

**D'après cette première expérience mes remarques sont les suivantes :**

- Créer un réseau de communication souple et fiable
- enrichir la nomenclature budgétaire
- responsabilisé en plus le chef de projet

**10. Les résultats du projet se prêtent-ils à une valorisation socio économique ?**

**OUI**

**Si oui, comment ?**

- A encourager les entreprises et les décideurs des travaux publics à utiliser ce procédé

**Fait à Guelma, le ...14 Novembre 2013**

**Signature du chef de projet**

## Rehabilitation of Reinforced Concrete Columns

Madi Raïfik and Clément Mohamed

**Abstract**— In recent years, rehabilitation has been the subject of extensive research due to increased spending on building work and repair of built works. In all cases, it is absolutely essential to carry out methods of strengthening repair of structural elements, and that following an inspection analysis and methodology of a correct diagnosis. The reinforced concrete columns are important elements in building structures. They support the vertical loads and provide bracing against the horizontal loads. This research about the behavior of reinforced concrete rectangular columns, rehabilitated by concrete lining, confinement FRP fabric, steel liner or cage formed by metal corners. It allows comparing the contributions of different processes used for repair section reinforced elements rehabilitated compared to that is not reinforced or repaired. The different results obtained revealed a considerable gain in bearing capacity failure of reinforced sections cladding concrete, metal brackets, steel plate and a slight improvement to the section reinforced with fabric FRP. The use of FRP does not affect the weight of the structure, but the use of different techniques cladding increases the weight of elements rehabilitated and therefore the weight of the building which requires re-anchoring foundations.

**Keywords**—cladding, Rehabilitation, reinforced concrete columns, confinement, composite materials.

### I. INTRODUCTION

MONITORING and control structures is identified initial conception errors or realization errors, both changing damage and aging [1] are structured unable to meet the necessary requirements in terms of strength, stiffness and ductility. These anomalies require repair methods or reinforcement which is certainly one of the serious problems currently facing the field of construction. Before engage in the rehabilitation of structures with damage, it is necessary to process a diagnosis to determine the cause.

The choice of the method of repair or reinforcement and materials to implement is defined in terms of the nature and extent of disorder observed taking into account the economic criteria of construction materials and techniques chosen. Products used for rehabilitation must be compatible with the support and prevent a durability report to the environmental conditions. The benefit of rehabilitation in relation to the demolition and reconstruction is to limit or eliminate operating losses. The main reasons for rehabilitation are: compliance towards the regulations, damage and disorders suffered by

materials, changes in functionality and aesthetics. In rehabilitation can be made to proceed:

- a restoration of structural elements with defects that it is desired to mitigate, to obtain a satisfactory aspect as crack sealing which are mostly due to shrinkage and environmental variations;
- to the strengthening or repair elements insufficiently resistant. Repairs are often conducted in areas where the sections are overstressed and inefficient, but the strengthening against the elements is to improve their mechanical properties so that they provide better solidity both serviceable condition that in ultimate strength. Usually the reinforcing elements are based on an increase of the section of the original support with a section in steel, reinforced concrete or mixed, or confinement by FRP fabric. It is essential that the reinforcement itself is put in charge. This requires knowledge of the transmission of forces between the original support and the new section. In this case it is necessary to be able to evaluate the efficacy of these rehabilitation techniques and evolve the rules of calculation and design of structures towards repairs or reinforcements applied.

### II. REHABILITATION OF COLUMNS

In the rehabilitation of building structures, it should specify the technical objective covered by the proposed intervention. Three approaches are possible:

- the restoration of the initial bearing capacity of the element to be rehabilitated. This is the repair of the damaged element;
  - the increase of the bearing capacity of the element on which we operate, which is generally equivalent to the reinforcement of the damaged element;
  - functional replacement of the element with a new element fully ensuring the required bearing capacity, without necessarily removing the element to be rehabilitated.
- There are several rehabilitation methods of columns:
- repairing cracks and replacement of damaged concrete and reinforcement;
  - concrete cladding: sheaths are applied to the perimeter of the columns or sometimes on one side of the column or more;
  - steel cage: it is to enclose the column in a metal cage formed by four corners of minimum dimensions 1.5x1.5x1.5. They are bonded to each other by flat iron acting as confinement;
  - steel liner: it is completely cover the existing column by thin steel sheet. The increase in the dimensions of the column is in the range from 4 to 6 mm or more. The void

Madi Raïfik is with the Laboratory of civil engineering and hydraulic, University May 8 1945, P.O. Box 461, Guelma, Algeria. (e-mail: mraïfik@univ-ga.dz).

Clément Mohamed is with the Laboratory of civil engineering and hydraulic, University May 8 1945, P.O. Box 461, Guelma, Algeria. (e-mail: CLM2012@univ-ga.dz).

# Vibration analysis of laminated composite plates with and without square holes under compressive loads

Bahi-Eddine Lahouel<sup>1</sup>, Mohamed Guenfoud<sup>2</sup>

1. Department of Civil Engineering, University of Batna  
5 avenue Chahid Boukhelouf, 05000 Batna, Algeria  
[lahouelbahieddine@yahoo.fr](mailto:lahouelbahieddine@yahoo.fr)

2. Laboratory of Civil Engineering and Hydraulics, University of Guelma  
BP 401, 24000 Guelma, Algeria  
[gue2905m@yahoo.fr](mailto:gue2905m@yahoo.fr)

---

**ABSTRACT.** In this study, a vibration analysis was carried out of symmetric angle-ply laminated composite plates with and without square hole when subjected to compressive loads, numerically. A buckling analysis is also performed to determine the buckling load of laminated plates. For each fibre orientation, the compression load is taken equal to 50% of the corresponding buckling load. In the analysis, finite element method (FEM) was applied to perform parametric studies, the effects of degree of orthotropy and stacking sequence upon the fundamental frequencies and buckling loads are discussed. The results show that the presence of a constant compressive load tends to reduce uniformly the natural frequencies for materials which have a low degree of orthotropy. However, this reduction becomes non-uniform for materials with a higher degree of orthotropy.

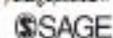
**RÉSUMÉ.** Dans cette étude, une analyse numérique du comportement vibratoire est réalisée sur des plaques stratifiées symétriques, avec ou sans trous carrés, lorsqu'elles sont soumises à des charges de compression. Une étude de flambage est également effectuée afin de déterminer la charge de flambement des plaques stratifiées. Pour chaque orientation des fibres, la charge de compression est prise égale à 50 % de la charge de flambage correspondante. Dans l'analyse, la méthode des éléments finis (MEF) a été appliquée pour réaliser des études paramétriques, les effets du degré d'anisotropie et des séquences d'empilement sur les fréquences fondamentales et les charges de flambage sont discutés. Les résultats montrent que la présence d'une charge de compression constante tend à réduire uniformément les fréquences naturelles des plaques pour les matériaux qui ont un faible degré d'anisotropie. Toutefois, cette réduction devient non uniforme pour les matériaux avec un degré plus élevé.

**KEYWORDS:** vibration, buckling, cutout, laminated composite, FEM.

**MOTS-CLÉS :** vibration, flambage, trou, composite stratifié, MEF.

---

DOI:10.3166/RCMA.23.273-283 © 2013 Lavoisier



## Collapse of concrete columns during and after the cooling phase of a fire

**Mohamed Salah Dimia**

Department of Civil Engineering, University of Batna, Algeria

**Mohamed Guenfoud**

Department of Civil Engineering, University of Guelma, Algeria

**Thomas Gernay**

The National Fund for Scientific Research, Department of Structural Engineering, University of Liege, Chemin des Chevreuils, Liege, Belgium

**Jean-Marc Franssen**

Department of Structural Engineering, University of Liege, Chemin des Chevreuils, Liege, Belgium

### Abstract

A study has been performed on the collapse of reinforced concrete columns subjected to natural fire conditions during and after the cooling phase of the fire. The aim is, first, to highlight the phenomenon of collapse of concrete columns during and after the cooling phase of a fire and then, to analyze the influence of some determinant parameters. The main mechanisms that lead to this type of failure are found to be the delayed increase of the temperature in the central zones of the element and the additional loss of concrete strength during the cooling phase of the fire. A parametric analysis considering different fires and geometric properties of the column shows that critical conditions with respect to delayed failure arise for short-duration fires and for columns with low slenderness or massive sections.

### Keywords

Fire resistance, reinforced concrete, concrete column, cooling phase, residual strength

---

### Corresponding author:

Thomas Gernay, The National Fund for Scientific Research, Department of Structural Engineering, University of Liege, Chemin des Chevreuils, Liege, Belgium

Email: [Thomas.Gernay@ulg.ac.be](mailto:Thomas.Gernay@ulg.ac.be)

## **Bending triangular finite element with a fictitious fourth node based on the strain approach**

**Mohammed Himeur — Mohamed Guenfoud**

*Civil Engineering and hydraulic Laboratory  
Guelma University  
24000 - Guelma, Algeria  
{het\_himeur, gue2905m}@yahoo.fr*

---

*ABSTRACT. We present a new plate bending triangular finite element. It is developed in perspective to building shell elements. Its formulation uses concepts related to the deformation approach, the fourth fictitious node, the static condensation and analytic integration. It is based on the assumptions of the theory of thin plates (Kirchhoff theory). The approach has resulted in a bending plate finite element (HIMEUR) competitive, robust and efficient.*

*RESUME. Nous présentons un élément fini nouveau de plaque triangulaire d'élasticité plane. Cet élément est développé dans la perspective de construction des éléments de coques. Sa formulation utilise des concepts relatifs à l'approche en déformation, au quatrième nœud fictif, à la condensation statique, à l'intégration analytique et se base sur les hypothèses de la théorie des plaques minces (Théorie de Kirchhoff). La démarche adoptée a permis d'aboutir à un élément fini de plaque (HIMEUR) concurrentiel, robuste et performant.*

*KEYWORDS: finite element, strain formulation, analytical integration, static condensation, thin plate.*

*MOTS-CLÉS: élément fini, formulation en déformation, intégration analytique, condensation statique, plaque mince.*

---

DOI:10.3166/EJCM.20455-485 © 2011 Lavoisier Paris

## Contribution à l'implémentation de lois de comportement sous Plaxis. Cas des matériaux visqueux

GUERGAH Cherif<sup>a</sup>, BELOUAR Abdelghani<sup>b</sup>, GUENFOUD Mohamed<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Université M. El Bacha, Algérie

<sup>b</sup>Université Mercantile Constantine, Algérie

### Résumé

L'objectif principal de ce travail est une contribution à la programmation des lois rhéologiques et de leur implémentation sur des codes de calcul dynamique tel que PLAXIS par l'usage d'une DLL « Dynamic Link Library ». La première tâche se consacre à l'appréhension et à la maîtrise de la technique de programmation dynamique à travers les DLL (moyennant un langage de programmation sous une plate forme Windows). Il a été question d'implémenter des lois simples de types élastique linéaire (isotrope et orthotrope), et ce en situation drainée ou non drainée. Afin de pouvoir prédire le comportement des matériaux visqueux, il a été procédé à la programmation de la loi viscoplastique de Lemaître pour le fluage ainsi que l'implémentation de la loi viscoplastique de Koppéjan modifiée. Ces lois ont été validées par une série de simulations. Ces dernières ont été sourcées, par la suite, à la confrontation d'une part avec des modèles existants et d'autre part avec une solution analytique de référence.

Mots clés: Création de DLL, Implémentation, Loi de comportement, Loi isotrope, loi orthotrope, Viscoplasticité, fluage.

### Abstract

The objective of this work is to provide a contribution to the programming of rheological laws and implement them on dynamic design standard code such as PLAXIS through a DLL "Dynamic Link Library". The first task is to understand and master the technique of dynamic programming through DLLs (using a programming language under Windows platform). In order to be familiarized with this technique we started by implementing simple laws such as linear elastic isotropic model and linear elastic orthotropic model, in drained and undrained situation. In order to predict the behavior of viscous materials, we programmed Lemaître's viscoplastic law for creep computation, as well as the implementation the viscoplastic relationship of law of Koppéjan modified. These laws were validated by modeling a series of simulations, which were then compared with existing models or with analytical solutions reference.

Keywords: Creation DLL, Implementation, Behavior law, Isotropic law, Orthotropic law, Viscoplasticity, Creep.

### 1. Introduction

Le logiciel Plaxis est un code de calcul basé sur la méthode des éléments finis, et comporte des lois préinstallées pour la description des comportements d'un certain nombre de matériaux. Cependant ces lois ne permettent pas la reproduction du comportement rhéologique de la totalité des matériaux. L'implémentation d'autres lois s'avère dans ce cas très utile. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre contribution présentée dans le cadre de ce travail, et à travers laquelle nous essayons de faciliter l'implémentation d'une loi rhéologique sur la plate forme du logiciel (PLAXIS) en utilisant la technique de DLL.

Cette démarche exige des connaissances de programmation dynamique approfondies. Dans un premier temps, des lois simples de types élastiques linéaires (isotrope et orthotrope), ont été implémentées dans le code de calcul. Par la suite, ces lois ont fait l'objet d'une validation, et ce moyennant une série de simulation. Dans un second temps les lois dites viscoplastiques ont été traitées, il s'agit en particulier de la loi viscoplastique de Lemaître [01]. Etant donné que cette dernière est basée sur la méthode de résolution par différences finies, plus précisément le schéma explicite, il a été nécessaire de développer un algorithme basé sur le schéma implicite, et ce pour pouvoir réaliser l'actualisation des vitesses de déformation, et ainsi pouvoir construire la courbe de fluage. La validation a été entreprise par la comparaison d'une simulation d'un

## COMMUNICATIONS



### INVITATION LETTER

February 20, 2013

**WORLD ACADEMY OF SCIENCE,  
ENGINEERING AND TECHNOLOGY**

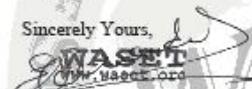
Prof. Dr. Guenfoud Mohamed  
8 Mai 45 Guelma  
Algeria

To Whom It May Concern,

This invitation letter is to confirm that your peer-reviewed & refereed full paper entitled "Comparative Analysis of Vibration Between Laminated Composite Plates With and Without Holes Under Compressive Loads" is accepted for oral presentation at the ICCEAM 2013 : International Conference on Civil Engineering and Applied Mechanics to be held in Istanbul, Turkey during June 20-21, 2013.

This invitation letter serves as confirmation of your conference attendance.

Sincerely Yours,

  
WASET  
www.waset.org  
Conference Council  
ICCEAM 2013 Istanbul  
Turkey

# Le 11<sup>ème</sup> congrès de **Mécanique**



Agadir 2013



Du 23 au 26 avril 2013



Agadir,  
Maroc



## *Notification de décision du texte définitif*

Nous avons le plaisir de vous annoncer que le comité scientifique de **11<sup>ème</sup> édition du Congrès de Mécanique 2013** a retenu votre proposition de communication en session poster intitulée :

**«Renforcement par PRF des poteaux rectangulaires en béton armé»**

Madi Rafik, Guenfoud Mohamed

Nous vous rappelons notamment que le **paiement des droits d'inscription** (par virement, bon de commande ou chèque) est **obligatoire** pour que la communication soit définitivement retenue. Vous trouverez toutes les informations nécessaires sur : <http://congresmecanique11.uiz.ac.ma>

Espérant vous rencontrer lors de cette manifestation, sincères salutations.

Réf à rappeler : 0317

Pour le comité  
scientifique

Pr. E. HILALI & M. AGOUZOL



<http://congresmecanique11.uiz.ac.ma>



## INVITATION LETTER

February 23, 2013

**WORLD ACADEMY OF SCIENCE,  
ENGINEERING AND TECHNOLOGY**

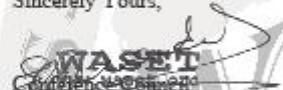
Dr. Madi Rafik  
University May 8 1945  
Algeria

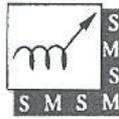
To Whom It May Concern,

This invitation letter is to confirm that your peer-reviewed & refereed full paper entitled "Rehabilitation of Concrete Columns" is accepted for oral presentation at the ICCEAM 2013 : International Conference on Civil Engineering and Applied Mechanics to be held in Istanbul, Turkey during June 20-21, 2013.

This invitation letter serves as confirmation of your conference attendance.

Sincerely Yours,

  
WASET  
General Manager  
ICCEAM 2013 Istanbul  
Turkey



11<sup>ème</sup> Congrès de Mécanique - Agadir du 23 au 26 Avril 2013

Agadir, le 23 Avril 2013

## ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le comité d'organisation du 11<sup>ème</sup> Congrès de Mécanique, tenu à l'Université Ibn Zohr, Agadir-Maroc du 23 au 26 Avril 2013, atteste que Madame/Mlle/Monsieur :

**MADI RAFIK**

Université 8 mai 45, Guelma, Algérie,

A présenté la communication **0317**

**Co-auteurs : GUENFOUD MOUHAMED**

Cette attestation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

**Pour le comité d'organisation,**

**Pr. Abdelaziz BENDOU**  
Université Ibn Zohr  
BP 32/S Agadir 80000.  
Tél: 0528 22 71 25  
Fax: 0528 22 72 60

11<sup>ème</sup> Congrès de Mécanique  
Prof Abdelaziz BENDOU  
Président du Comité d'Organisation

الجمعية المغربية للعلوم الميكانيك  
Société Marocaine des Sciences Mécaniques

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITÉ ZIANE ACHOUR DE DJELFA**

*Faculté des Sciences et de la Technologie*  
*Laboratoire de Développement en Mécanique et Matériaux*  
Cité 05 Juillet route Moudjbara BP : 3117 Djelfa  
Tel/Fax : 027-90-02-00



**LES 1<sup>ERS</sup> WORKSHOPS DE GENIE CIVIL**  
*Djelfa les 22- 23 février 2012*  
*wgc\_uzad2011@yahoo.fr*

**NOTIFICATION D'ACCEPTATION**

Monsieur (Madame) **GUENFOUD M,**

Le comité d'organisation des 1ers Workshops de Génie Civil vous remercie vivement pour l'intérêt que vous avez porté à notre appel à communiquer et a le plaisir de vous informer que votre article référencé : *114*

Auteurs : **GUENFOUD M**

Titre : *comportement des pièces comprimées renforcées par matériaux composites*

Et qui s'inscrit dans le thème : *Matériaux et Durabilités*

A été accepté par notre comité scientifique en vue d'une présentation : *Orale*

Aussi, nous vous prions de bien vouloir nous renvoyer votre article suivant le modèle et le bulletin d'inscription ci-joint dument rempli et de les retourner au secrétariat et ce au plus tard le 15/12/2011 afin de nous permettre d'établir le programme définitif.

Dans l'attente de vous accueillir à Djelfa, nous vous prions de bien vouloir accepter nos salutations distinguées.

Le 24 novembre 2011

**Le Comité d'Organisation**

## Pathologie Et Renforcement Des Bâtiments

### En Béton Armé Vis-A-Vis Du Séisme

Madi R., Ferhani K., Guenfoud M., Gherdaoui M.

LGCH, Université 08 mai 45, BP 401, 24000 Guelma (Algérie)

#### Résumé :

*Le séisme est une agression majeure totale. Il attaque un bâtiment dans son ensemble et dans toutes ses parties jusqu'au moindre détail. L'agression sismique est le révélateur de dispositions irréfléchies, de défauts, d'insuffisances, de vices de conception, de calculs et d'exécution qui, sans séisme pourraient rester à jamais cachés. Après séisme les constructions subissent des dégâts qui peuvent aller jusqu'à l'effondrement complet, ensevelissant corps et biens, ce qui nécessite des renforcements ou des réparations. Chaque opération de renforcement ou de réparation requiert une réflexion particulière et nécessite l'utilisation de méthodes, d'instruments et de techniques adaptées à la situation et aux problèmes spécifiques de chacune des constructions. Le but de cet article est d'étudier quelques pathologies des bâtiments d'habitations en béton armé ainsi que quelques techniques de renforcement vis-à-vis du séisme en utilisant l'analyse Pushover. Les résultats montrent que la pathologie se diffère selon la conception de la structure des bâtiments, des matériaux utilisés, la nature du sol, l'intensité du séisme, qualité de réalisation, etc. Le renforcement à adopter est en fonction de la pathologie de la construction. Parmi les méthodes de renforcement l'ajout de voiles de contreventement en béton armé, ce qui augmente considérablement la capacité de la structure en terme d'effort tranchant et de déplacement.*

#### Abstract :

*The earthquake is a major aggression total. He attacked a building as a whole and in all its parts to the smallest detail. Aggression is the developer of seismic provisions thoughtless, defects, deficiencies, defects in design, calculation and execution without earthquake could remain hidden forever. After earthquake buildings suffer damage which may extend to collapse, burying body and goods, this requires reinforcement or repairs. Each reinforcement operation or repair requires special consideration and requires the use of methods, instruments and techniques appropriate to the situation and the specific problems of each of the constructs. The aim of this paper is to study some pathologies of apartment buildings made of reinforced concrete and some reinforcement techniques against the earthquake using Pushover Analysis. The results show that the pathology differs depending on the structural design of buildings, materials used, type of soil, the intensity of the earthquake, production quality, etc. Strengthening to adopt is based on the condition of the building. Among the methods of reinforcement, the adding of sails bracing concrete, which considerably increases the capacity of the structure in terms of shear and displacement.*

**Mots clefs: séisme, dégâts, pathologie, bâtiment d'habitation, renforcement,**

## Renforcement des ouvrages en béton armé soumis aux actions gravitaires avec matériaux composites

M.GHERDAOUL R. MADL & M. GUENFOUD.

LGCH, Université 08 mai 45, BP 401, 24000 Guelma (Algérie)

### Résumé :

*La conception actuelle et le dimensionnement des ouvrages en béton armé soumis aux phénomènes naturels gravitaires rapides (chutes de blocs, explosion, ...) présentent des limites liées d'une part à une connaissance imparfaite de la sollicitation mais surtout à l'utilisation de méthodes réglementaires de calcul ne permettant pas d'appréhender correctement certains aspects prépondérants de ces problèmes. Soumis à une sollicitation sévère, le milieu, pouvant être considéré initialement comme continu, devient fortement discontinu avec de multiples fissurations et de la fragmentation.*

*Suite aux sollicitations extrêmes (chute de bloc, Séisme, chocs...) le béton dans les structures se dégrade et le renforcement de pièces en béton dans plusieurs cas devient la solution la plus adéquate. La présente communication vise à apporter une contribution à la compréhension et la maîtrise du phénomène de transmission d'effort et de renforcement des ouvrages en béton renforcées par des matériaux composites.*

### Abstract:

*The current design and dimensioning of reinforced concrete structures subjected to natural gravity fast (rock falls, explosions, ...) have limitations on the one hand to an imperfect knowledge of the stress but also the use of regulatory approaches calculation does not allow proper understanding of some aspects of these problems dominate. Subjected to severe stress, the environment, can be regarded as continuous initially, becomes highly discontinuous with multiple cracking and fragmentation.*

*Following the extreme stress (falling block, Earthquake, shocks ...) in concrete structures deteriorate and strengthening concrete parts in many cases is the most appropriate solution. This subject aims to contribute to the understanding and mastery of the phenomenon of force transmission and strengthening of concrete structures reinforced with composite materials.*

**Mots clefs:** composite, renforcement, béton armé, action gravitaire.

## SOUTENANCES DE THESES

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université 20 Août 1955 Skikda  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Civil



### MEMOIRE

Pour l'obtention du

**DIPLOME DE MAGISTER**

Spécialité : GENIE CIVIL

Option : Géotechnique

Par

M<sup>lle</sup> : RAHAL SOUAD

**Thème**

**Introduction de la ductilité dans la modélisation  
numérique de la rupture interfaciale**

**Soutenu le Juin 2012**

Devant le jury composé de :

Dr. Hamoudi BOUZERD	(MCA. Université 20 Août 1955 Skikda)	Président
Dr. Mohamed GUENFOUD	(Pr. Université 8 Mai 1945 Guelma)	Rapporteur
Dr. Mohamed Laid SAMAI	(Pr. Université Mentouri Constantine)	Examineur
Dr. Salah .MESSASSAT	(MCA. Université 20 Août 1955 Skikda)	Examineur

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Pr. H. Guenfoud

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



## Mémoire de Magister

Présenté à l'Université de Guelma  
Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénierie

Département de : *Génie Civil*  
Spécialité : *Structure, sol et hydraulique*

Présenté par : Meradji Abderrazek

---

**Thème : Étude en traction d'armature habillée par matériaux composites et scellés dans le béton**

---

Sous la direction de : Pr Guenfoud Mohamed

### JURY

Président	Pr.	Université de Guelma
Examineur	Pr.	Université de Guelma
Examineur	MC/A	Université de Guelma
Examineur	MC/A	Université de Guelma

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



شرفور  
MS

## Mémoire de Magister

Présenté à l'Université de Guelma  
Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénierie

Département de : Génie Civil

Spécialité : Mécanique et durabilité des matériaux

Présenté par : Guergah Cherif

---

### Thème : CONTRIBUTION A LA MODELISATION DES MATERIAUX VISQUEUX

---

Sous la direction de : Pr. Guenfoud Mohamed

#### JURY

Dr : Benmarce Abdelaziz	Université de Guelma	Président
Pr : Guenfoud Mohamed	Université de Guelma	Rapporteur
Dr : Nouaouria Mohamed Salah	Université de Guelma	Examineur
Dr : Nafa Zahr Eddine	Université de Guelma	Examineur
Dr : Meksaouine Mohamed	Université de Annaba	Examineur

2009

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



## Mémoire de Magister

Présenté à l'Université de Guelma  
Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénierie

Département de : **Génie Civil**  
Option : **structure, sol et hydraulique**

Par : **Mekersi Yacine**

---

**Thème : Comportement des pièces comprimées en béton renforcées par matériaux composite**

---

Sous la direction de : **Pr. GUENFOUD Mohamed**

### JURY

Président	.....	Pr.	Université de Guelma
Examineur	.....	Pr.	Université d'Annaba
Examineur	.....	MC/A	Université de Guelma
Examineur	.....	MC/A	Université de Guelma

juillet 2010

مصود  
محمد

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique

Université Badji Mokhtar – Annaba  
Badji Mokhtar - Annaba University



جامعة باجي مختار – عنابة

ANNEE 2013

Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Département de Génie Civil

**MEMOIRE**

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister

**STABILITE DES PLAQUES RAIDIES**

*Influence des paramètres géométriques de raidissage*

**Option : Structures**

Par

**TINE Mohamed**

Directeur de Mémoire :

Pr. GUENFOUD Mohamed    Professeur    Université de Guelma

**DEVANT LE JURY :**

Président : Pr. DJEGHABA Kamel    Professeur    Université de Annaba

Examineurs : Dr. DJOUINI Chawki    M.de conférence    Université de Annaba

Dr. HADIDANE Yazid    M.de conférence    Université de Annaba