

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun Tiaret  
Faculté des Sciences Appliquées

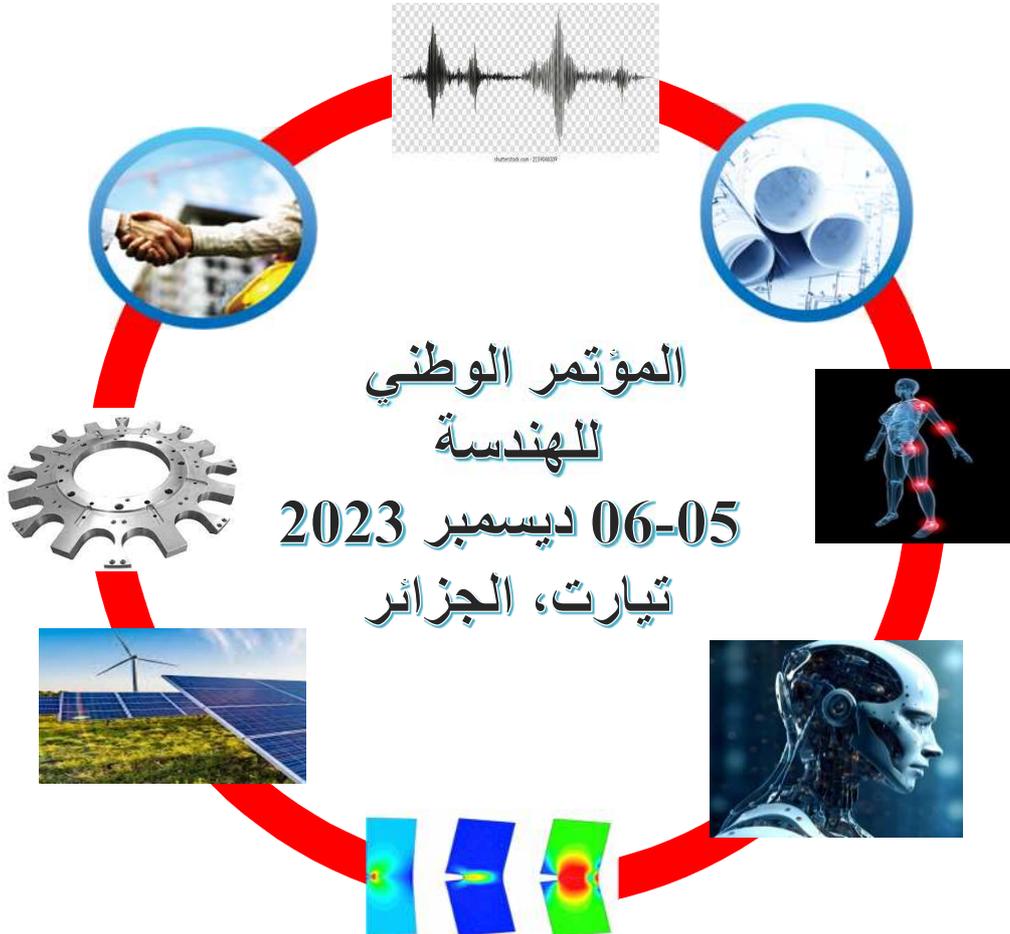


**CNI 2023**

05-06 Décembre

1<sup>ère</sup> Conférence Nationale  
en Ingénierie

1<sup>ère</sup> Conférence Nationale en Ingénierie  
05-06 Décembre 2023 Tiaret, Algérie



**Tiaret, le 05/06 Décembre 2023**

**ISBN : 978-9969-9734-0-2**

# **Actes de la première Conférence Nationale En Ingénierie**

1<sup>ère</sup> CNI'2023

Tiaret, 05 & 06 Décembre 2023

ISBN : 978-9969-9734-0-2

*Les travaux publiés dans ce volume devront être cités sous la référence bibliographique suivante :*

A. Mezrag et al, Boundary conditions influence on the vibration behavior of FGM rotor using finite element method P- version, Actes de la première conférence nationale en ingénierie, CNI-2023, ISBN : 978-9969-9734-0-2, Université de Tiaret, 05 et 06 décembre 2023, pages 19.

Illustration et organisation du livre :

- HADJI Lazreg
- KAHIL Amar
- DAOUI Abdelhakim
- AIT ATMANE Hassen
- KHELIL Nacim

---

**Le secrétariat de la première conférence nationale CNI'2023**

FSA, Faculté des Sciences Appliquées, BP 78 Zaaroura

14000 Tiaret Algérie

Tél : +213 (0) 46 20 88 49.

E-mail: cni@univ-tiaret.dz

Site web: www.univ-tiaret.dz



# Table des matières

---

Préface.....	-iv-
Comité d'organisation.....	-vii-
Comité scientifique.....	-viii-
Sommaire des résumés.....	-x-
Résumés	
Sessions plénières.....	-1-
Thème 1 : Dynamique des Structures et des Sols.....	-5-
Thème 2 : Pathologie et Réhabilitation des Structures.....	-25-
Thème 3 : Matériaux Composites et FGM.....	-39-
Thème 4 : Constructions Mécaniques.....	-87-
Thème 5 : Mécanique de la Rupture.....	-97-
Thème 6 : Biomécanique et Biomatériaux.....	-107-
Thème 7 : Efficacité Energétique et Intelligence Artificielle.....	-112-

---

## Préface

La première Conférence Nationale en Ingénierie (1<sup>ère</sup> CNI'2023) est un véritable carrefour d'échange qui permettra aux chercheurs universitaires, industriels et équipementiers de se rencontrer afin d'échanger leurs connaissances et leurs expériences et s'informer sur les dernières avancées scientifiques et technologiques dans le domaine de l'ingénierie.

Cette première édition de la CNI'2023, fait suite aux séminaires qui se sont tenus depuis de nombreuses années, au sein de l'université Ibn Khaldoun de Tiaret, qui a pour souhait d'élargir davantage ses activités scientifiques à d'autres horizons, et cela, par le renforcement des liens de partenariat aussi bien avec des acteurs du paysage académique Algérien, relevant du MESRS que des acteurs du secteur socio-économique.

Aujourd'hui, avec l'émergence des centres et laboratoires de recherche, ce type de rencontre représente une occasion inespérée pour la communauté scientifique, de se retrouver, de s'informer, et d'échanger autour de l'état actuel de l'innovation scientifique, technique et technologique dans le domaine de l'ingénierie.

## CNI'2023 : de la conférence aux actes.

La 1<sup>ère</sup> Conférence Nationale en Ingénierie (1<sup>ère</sup> CNI'2023) a réuni pendant deux jours plus de 220 chercheurs. Leurs domaines de compétence et de réflexion se distinguant par leur pluridisciplinarité, confèrent une originalité indéniable aux travaux exposés. 159 communications ont été choisies pour être présentées sous forme orale ou poster et 25 articles ont fait l'objet d'une sélection par un comité scientifique en vue d'être publiés en actes.

## Autour du CNI'2023

Ces pages me donnent l'occasion de rendre hommage aux institutions scientifiques de la ville de Tiaret, grâce auxquelles cette conférence a pu voir le jour, et qui sont pour les nommer :

- L'université Ibn Khaldoun de Tiaret (UIK) ;

Je tiens par ailleurs à exprimer ma reconnaissance à toutes celles et ceux qui ont apporté leur contribution, afin que l'organisation du CNI'2023 soit une réussite :

- *Monsieur le Professeur BELGOUMENE Berzoug*, Recteur de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

- *Monsieur le Professeur KOUADRIA Mustapha*, Vice-Recteur chargé des relations extérieures, de la coopération, de l'animation, de la communication, et des manifestations scientifiques de l'université de Tiaret.
- Monsieur le Docteur BERKANI Abderrahmane, Doyen de la Faculté des Sciences Appliquées de l'université de Tiaret.
- A nos sponsors pour leur parrainage et soutien financier :
  - Techno Stationery;
  - Ibn Khaldoun Travel Agency;
  - Faculté des Sciences Appliquées ;

A tous les membres de l'université Ibn Khaldoun, étudiants, doctorants et enseignants chercheurs qui ont eu la tâche délicate et parfois difficile de veiller à la réussite de cette rencontre de haut niveau, je songe plus particulièrement à messieurs: Pr. AIT ATMANE Hassen de l'Université de Chlef, Dr. KAHIL Amar et Dr. KHELIL Nacim de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Dr. DAOUI Abdelhakim de l'université M'hamed Bougara de Boumerdes, et le secrétaire générale BOUGHEDOU Amine de la Faculté des Sciences Appliquées de l'université Ibn Khaldoun de Tiaret, aux membres du comité scientifique chargés du reviewing des actes de conférences qui se sont considérablement investis au quotidien, dans la mise en place et dans l'organisation de la conférence.

Pr. Lazreg HADJI  
Président du CNI 2023



### **PRÉSIDENTS D'HONNEUR**

Pr. BELGOUMENE Berzoug, Recteur de l'université de Tiaret

Dr. BERKANI Abderahman , Doyen de la Faculté des Sciences Appliquées

### **PRÉSIDENT DE LA CONFERENCE**

Pr. HADJI Lazreg

## **COMITÉ D'ORGANISATION**

Dr. BEY M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. SERBAH B.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. GUEMMOUR B.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. ABOSHIGHIBAH.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. MAKHFI S.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. ARRARIA R.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. AKERMI N.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. MAKHLOUFI B.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. BOUMEDIENE B.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. BOUREGUIG K.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. SLIMANI H.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
M. DEBIH S.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
M. ATHMANI H.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
M. BOUZOUINI M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
M. ABADA G.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
M. MIMOUNI M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Mme. BELHCEL K.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Mme. BEKAOUAL Y.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Mme. ASRI A.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Mme. ZOUATNIA N.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Melle. TALEB BAHMED I.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret

## **COMITÉ SCIENTIFIQUE**

Pr. Ait Amar Meziane M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Hassaine Daouadji T.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Draiche K.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Haddouche K.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Bouzidane A.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Mekroussi S.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Karas A.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Messlem Y.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Abdiche A.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Allaoui T.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Sebaa M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Pr. Negadi K.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Belarbi M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Berkani A.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Bekki H.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Baltache A.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Moulgada M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Abdelaziz HH.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Elguerri M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Aissat S.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Zagane S.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Saad M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Rabahi A.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Benfarhat R.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Belarbi M.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Dr. Khelifa Z.	Université Ibn Khaldoun de Tiaret
Pr. Serier Z.	Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed- Boudiaf USTOMB
Pr. Ramdane K.E.	Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed-Boudiaf USTOMB
Pr. Houari S.A.	Université Mustapha Stambouli Mascara – UMSM
Pr. Tounsi A.	Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès
Pr. Bourada M.	Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès
Pr. Benyoucef S.	Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès
Pr. AitAtmane H.	Université Hassiba Benbouali de Chlef - UHBC
Pr. Messafer T.	Université M'hamed Bougara Boumerdès
Pr. Bachir Boudjera A.	Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès
Pr. Zebbar D.	Université Ahmed Ben yahia El wancharissi de Tissemsilt
Pr. KHERRIS S	Université Ahmed Ben yahia El wancharissi de Tissemsilt
Pr. Kheloui F.	Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Dr. Kahil A.	Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Dr. Khelil N.	Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Dr. Bennai R.	Université Hassiba Benbouali de Chlef - UHBC
Dr. Harich.	Université Ziane Achour -DJELFA-
Dr. Zine A.	Université Ahmed ZABANA de Relizane
Dr. Bourada F.	Université Ahmed Ben yahia El wancharissi de Tissemsilt
Dr. Bouzid H.	Université Ahmed Ben yahia El wancharissi de Tissemsilt
Dr. Daoui A.	Université M'hamed Bougara Boumerdès
Dr. Bennai R.	Université Hassiba Benbouali de Chlef - UHBC
Dr. Belarbi MO.	Université Mohamed Khider Biskra
Dr. Bouaksa F.	Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed-Boudiaf USTOMB
Dr. Safa A.	Université de Relizane
Dr. Ould Larbi L.	Université Hassiba Benbouali de Chlef - UHBC

# Sommaire des résumés

## Sessions plénières

### Plénière 01

Les dommages causés par le séisme de Boumerdes et recommandations pour la réduction du risque sismique.....

Dr. RAMDANE Kheir-Eddine ,Professeur, faculté d'Architecture et de Génie Civil, USTO MB

### Plénière 02

Contribution à l'étude du comportement statique et dynamique des composites partiellement biosourcés.....

SEREIR Zouaoui, Professeur, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.

### Plénière 03

L'approche par la mécanique de la rupture du comportement des structures et les nouveaux challenges dans l'industrie verte.....

Mohammed Hadj Meliani, Professeur et Directeur de laboratoire LPTPM, Université de Chlef.

## Thème 1: Dynamique des Structures et des Sols

Ground motion selection strategy effects on time history response of an RC structure: a case study.....

Abdelmalek ABDELHAMID<sup>1,2</sup>, Tarek MISSOUM<sup>1</sup>, Baizid BENAHMED<sup>2</sup>, Bachir BOUDERBA<sup>1</sup>

Investigation d'effet des incertitudes des fréquences propres de vibration sur la réponse sismique maximale des structures.....

Yassine Zelmat

Simulation numérique du comportement d'un système de contreventement en acier -pff sous charge horizontale.....

Idriss ROUAZ<sup>1</sup>, Imad BENNOUI<sup>1</sup>, Sid Ali RAFA<sup>1</sup>, Zakaria GHRIBI<sup>2</sup>

Assessing and Enhancing Slip Slope Stability at "TAFOUGHLT" PK 23 Interchange (Connecting Tizi-Ouzou and Bouira, Algeria East-West Highway) .....

Brahim Meziani<sup>1</sup>, Hamid Gadouri<sup>1</sup>

Estimation des caractéristiques vibratoires des sols à partir de diverses formules de vitesse des ondes de cisaillement.....

Mourad Abdelwahab KHELLAFI<sup>1</sup>, Mourad AIT YOUCEF<sup>1</sup>, Mouloud OUANANI<sup>1</sup>, Khaled SANDJAK<sup>2</sup>

Comportement d'un pieu isolé ancré dans un sol sableux sous l'effet d'un chargement latéral cyclique.....

Sid Ali RAFA, Idriss ROUAZ, Mounia HADJ BRAHIM, Imad BENNOUI

Effet du chargement cyclique sur le comportement des interfaces sols-structures.....

Bouhali Hamza<sup>1</sup>, Bencheikh Boubaker<sup>2</sup>

The influence of lime on the shrinkage limit of the clay soil of Sidi - Belattar Mostaganem state.....

M. Fellouh<sup>1</sup>, F. Mostefa<sup>3</sup>, H. Bekki<sup>1,2</sup>, K. Draiche<sup>1,2</sup>

Étude du taux de dissipation de l'énergie sismique des poutres en BHP.....

Haytham Bouzid<sup>1,2</sup>, Idriss Rouaz<sup>3</sup>, Benferhat Rabia<sup>2,4</sup> Tahar Hassaine Daouadji<sup>2,4</sup>

Optimisation de réponse sismique des structures par système d'isolation.....

Nesrine Mellas

Intercalation effect of 1-methyl-3-(4-vinylbenzyl) imidazol-3-ium chloride ionic liquid on Na-exchanged montmorillonite: Synthesis, characterizations, and dielectric spectroscopic analysis.....	-16-
<i>Ameur Akermi<sup>1,2</sup>, Mohamed Belhocine<sup>1,2</sup>, Abdelkader Ammari<sup>3,4</sup>, Ahmed Haouzi<sup>1</sup>, Somia Bouktab<sup>5</sup>.</i>	
Modèle numérique d'une poutre renforcée par FRP sous impact.....	-17-
<i>Nawal BENTATA, Mohamed El Larbi BENNEGADI et Zouaoui SEREIR</i>	
Artificial Neural Networks as a Tool for Predicting Geotechnical Properties of Stabilized Soils with Lime.....	-18-
<i>Taleb Bahmed Ismehen<sup>1</sup></i>	
Boundary conditions influence on the vibration behavior of FGM rotor using finite element method P-version.....	-19-
<i>Ahmed Mezrag, Abdelkrim Boukhalifa</i>	
Etude comparative entre le facteur de comportement des structures métalliques à contreventement centré et excentré.....	-20-
<i>Ourida HELLAL SFAKSI<sup>1</sup>, Mohamed Ousalem MECHICHE<sup>1</sup></i>	
Développement du modèle de fiabilité sismique des ponts.....	-21-
<i>Mohammed ABDELLAOUI<sup>1</sup>, Mohamed BADAOU<sup>1</sup>, Mahmoud BENSAIBI<sup>2</sup></i>	
A 2D static study of the internal forces of a circular tunnel.....	-22-
<i>Rida BEN-SAILAA, Abderrahim ACHOURI, Mohamed Nadir AMRANE</i>	
Contribution du système d'information dans la mission géotechnique.....	-23-
<i>G. Radim<sup>1</sup>, H. Djeflal<sup>3</sup>, R. Benferhat<sup>1,2</sup></i>	
Influence de la succion sur le comportement mécanique des sols compactés. Application au comportement de la BTC.....	-24-
<i>Bouadellah Feredj<sup>1</sup>, Nabil Aboubekr<sup>1</sup>, Bencheikh Mohamed<sup>2</sup></i>	
Conception des mélanges bitumineux à base de sable de dune naturelle pour les environnements chauds et arides.....	-25-
<i>Ahmed Berriache<sup>1</sup>, Mohamed Bensoula<sup>2</sup>, Mohamed Zaoui<sup>1,2</sup>, Tahar Kadri<sup>1,2</sup></i>	
Simulation Numerique Des Phenomenes D'instabilite D'un Systeme De Contreventement En Acier -Pff Sous Charge Horizontale.....	-26-
<i>Idriss ROUAZI<sup>1</sup>, Imad BENNOUI<sup>1</sup>, Sid Ali RAFA<sup>1</sup>, Zakaria Ghribi<sup>2</sup></i>	
<b>Thème 2: Pathologie et Réhabilitation des Structures</b> .....	<b>-27-</b>
Choix de variantes en vue de substituer un tronçon routier vulnérable aux inondations par l'application des méthodes Topsis et Electre III.....	-28-
<i>Manal Ikram Hadjar<sup>1</sup>, Mohamed Zaoui<sup>1, 2</sup>, Mohamed Bensoula<sup>2</sup></i>	
Pathologie et réhabilitation d'un château d'eau capacité :1000 m3.....	-29-
<i>GUERROUI REDA</i>	
Analyse de l'influence du rapport de résistance poteau/poutre sur la performance sismique des portiques en béton armé.....	-30-
<i>Mohamed Mimouni<sup>1</sup>, Lamia Kharroubi<sup>1</sup>, Djamel El Ddine Kerdal<sup>2</sup></i>	

Analyse des contraintes d'interface dans les poutres consoles en béton armé endommagées réparées par différents types de composites : effet d'orientation des fibres.....	-31-
<i>Abderezak RABAHI<sup>1,2</sup>, Rabie BENFARHAT<sup>1,2</sup>, Belkacem ADIM<sup>2,3</sup>, Tahar HASSAINE DAOUADJI<sup>1,2</sup></i>	
Strength of confined reinforced concrete columns reinforced by different types of composites.....	-32-
<i>Abderezak RABAHI<sup>1,2</sup>, Belkacem ADIM<sup>2,3</sup>, Tahar HASSAINE DAOUADJI<sup>1,2</sup></i>	
Influence de l'utilisation des codes règlementaires sur le diagnostic des pathologies des ponts cadres en béton armé.....	-33-
<i>Lakhal Sebahi<sup>1</sup>, Mohamed Bensoula<sup>2</sup>, Mohamed Zaoui<sup>1,2</sup>, Tahar Kadri<sup>1,2</sup></i>	
Analysis of the interfacial stresses in damaged RC beams strengthened by prestressed CFRP plate: effect of the mechanical characteristics of composite plate.....	-34-
<i>Tahar HASSAINE DAOUADJI<sup>1,2</sup>, Abderazak RABAHI<sup>1,2</sup>, Rabia BENFERHAT<sup>1,2</sup></i>	
Comportement a la flexion des bétons à base de fibres plastiques (PET) et métalliques soumis à haute température.....	-35-
<i>Ourdia FEDAOUI-AKMOUSSI<sup>1</sup>, Tarik BEN CHABANE<sup>1</sup>, Fatma KHELOUI<sup>1</sup>, Mariem TAYEBI<sup>1</sup></i>	
Etudes des pathologies d'une digue par le logiciel Plaxis.....	-36-
<i>Keddouri Ahmed<sup>1</sup>, Aboubekr Nabil<sup>2</sup></i>	
Incorporation d'une argile calcinée dans un béton ordinaire.....	-37-
<i>DRAOUI Aicha<sup>1</sup>, SAHOUANE Abdelkader<sup>2</sup>, HEMIDA Ikram<sup>1</sup>, BENDJAMAA Zakia Hayet<sup>1</sup></i>	
Renforcement des sols par nappes en géotextiles à parement cellulaire.....	-38-
<i>Zagaar Yamina</i>	
Experimental and numerical modeling of the axial behavior of a new cork waste based-ecofriendly material.....	-39-
<i>Abdelmadjid SI SALEM<sup>1,3</sup>, Souad AIT TALEB<sup>2,3</sup> and Sara MEDJMADJ<sup>1</sup></i>	
Modeling of mechanical operation of a reinforced concrete beam corroded under loading.....	-40-
<i>Abdelkader BENMELOUKA<sup>1</sup>, Lazhar HARICHE<sup>2</sup></i>	
<b>Thème 3: Matériaux Composites et FGM</b> -41-	
Stabilité dynamique et statique d'un béton autoplaçant à base de laitier granulé de haut fourneau.....	-42-
<i>Ibtissem ALLALI<sup>1,4</sup>, Larbi BELAGRAA<sup>1,3</sup>, Miloud BEDDAR<sup>4</sup> and Oussama KESSAL<sup>2</sup></i>	
Analyse paramétrique des poutres en acier renforcées par des matériaux composites (MEF).....	-43-
<i>Ali Safa<sup>1</sup> &amp; Sahraoui Aissat<sup>2</sup></i>	
Modélisation numérique de fluage des Composites unidirectionnels à Matrice Polymère Viscoélastique.....	-44-
<i>NADJET. BERREKHEROUKH<sup>1</sup>, MUSTAFA.LALLAM<sup>2</sup></i>	
Étude expérimentale de la fissuration des poutres en béton de fibres.....	-45-
<i>Touhami TAHENNI</i>	
Experimental Investigation of Mechanical Properties of Alfa Fibers Polymer Composite: Effect of SiO <sub>2</sub> nano-filler.....	-46-
<i>Mokhtar KHALDI<sup>1</sup>, Foudil KHELIL<sup>1</sup>, Zouaoui SEREIR<sup>2</sup></i>	

Étude comparative de la conductivité électrique dans les nanocomposites graphène/polymère : impact des distributions bidimensionnelle et tridimensionnelle des nanofeuilles.....	-47-
Maroua Nihel BENABDALLAH, Sidi Mohamed BENHAMOU	
Modeling of Lime-Columns as Reinforcement for Subgrade Soil Structure using PLAXIS-2D Software: A Case Study of the Harchoun Highway Section, Chlef, Algeria.....	-48-
Hamid Gadouri, Brahim Meziani	
Photocatalytic activity on industrial textile degradation of magnetic ferrihydrite/diatomite/ composites.....	-49-
Walid REZIG <sup>1</sup> , Mohammed HADJEL <sup>2</sup>	
Caractérisation et simulation numérique du comportement à l'impact et en post-impact d'un composite sandwich CFRP/ Nomex®.....	-50-
Maroua BARBERIS, Yazid FIZI, Layachi BOUSSOUAR	
Effet du milieu de vieillissement sur les propriétés mécaniques d'un composite stratifié verre /polyester.....	-51-
Benkheira Ameur <sup>1</sup> , Houari Amin <sup>2</sup> , Belhouari Mohamed <sup>3</sup> , Madani Kouider <sup>3</sup> , El Ajrami Mohamed <sup>3</sup>	
Effect of porosity distribution rate for bending analysis of FGM imperfect plates resting on winkler pasternak foundation under various boundary conditions.....	-52-
Aicha Kablia <sup>1,3</sup> , Rabia Benferhat <sup>1,2</sup> , Hassaine Daouadji Tahar <sup>1,2</sup> , Ahmed Bouzidene <sup>3</sup>	
Etude de la flexion et la vibration des plaques P-FGM sous l'effet des différentes formes de la distribution de la porosité.....	-53-
Z.Khelifa <sup>1</sup> L.HADJI <sup>1</sup>	
Étude du comportement en flexion des plaques (FGM) reposant sur des fondations visco-pasternak.....	-54-
Laid Boulefrakh <sup>1</sup> , Hebali Habib <sup>2</sup>	
Analyse de la vibration libre multidirectionnelle d'une plaque sandwich imparfaite type Peaux en FGM et Cœur homogène.....	-55-
Mohamed SAAD <sup>1</sup> ; Lazreg HADJI <sup>2</sup>	
Bending analysis of functionally graded plates with kerr foundation.....	-56-
Khayra Draouche <sup>1</sup> , Lazreg Hadji <sup>1,2</sup> , Mohamed Ait Amar Meziane <sup>2</sup> , Abdelouahed Tounsi <sup>3</sup> and Bourada Fouad <sup>3</sup>	
Vibration mécanique des structures sandwichs poreuses multidirectionnelles en matériaux composites type FGM.....	-57-
Guermi Mohamed Bilal CHAMI <sup>1</sup> , Lazreg HADJI <sup>2,3</sup> , Amar KAHIL <sup>1</sup>	
Optimisation du renfort en béton polymère avec des fibres de palmier et marbre blanc.....	-58-
A. LAKEL <sup>1</sup> Z. Rahmouni <sup>2</sup> L. Hadji <sup>1</sup>	
An analytical solution for bending response of porous FG beams using a new displacement field.....	-59-
Nafissa ZOUATNIA <sup>1</sup> , Lazreg HADJI <sup>1,2</sup> , Latifa OULD LARBI <sup>3</sup>	
Analyse du comportement mécanique des poutres à gradient de propriétés.....	-60-
Abdelkader SAFA <sup>1</sup> , Lazreg HADJI <sup>2</sup>	
A numerical homogenization approach for characterizing elastic constants in the plane of honeycomb sandwiches.....	-61-
Nour el houda DAOUDI	

Fresh state and hardened state properties of self-compacting concrete with double-hook steel fibers (SCCsf) and marble.....	-62-
Rachid RABEHI <sup>1</sup> , Mohammed OMRANE <sup>2</sup> and Ahmed Rafik BELAKHDAR <sup>3</sup>	
Assessment of existing models of concrete columns strengthened with GFRP spirals.....	-63-
Sarra Sendjasni, Mohammed Berradia, Riad Benzaid, Ali Raza	
L'Influence de la distribution de porosité sur le comportement thermique des plaques sandwich encadrées en FGM.....	-64-
Zohra ABDELHAK <sup>1,2,3</sup> , Rabia BENFERHAT <sup>2,4</sup> , Tahar HASSAINE DAOUADJI <sup>2,4</sup>	
Elaboration d'un composite à base d'argile-amidon : valorisation des ressources naturelles.....	-65-
Torkia BOUMETHRED*, Djamilia LAICHE, Fatima DAHMANI	
Effet de la distribution matérielle sur la vibration libre des poutres bidirectionnelles en matériaux fonctionnellement gradués reposant sur une fondation élastique variable.....	-66-
Ismail Benaberrahmane <sup>1</sup> , Samir Benyoucef <sup>1</sup>	
Une nouvelle combinaison de matériaux à changement de phase pour le contrôle thermique des bâtiments.....	-67-
Mahi Eddine Brahimi <sup>1</sup> , Mustapha Maliki <sup>1</sup> , Nadia Laredj <sup>1</sup> , Hanifi Missoum <sup>1</sup> , Djihad Bennaceur <sup>1</sup> , Kheira Belhamideche <sup>1</sup>	
Analyse numérique du comportement de fissures initiées dans une poutre en matériau FGM type alumine-aluminium (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Al).....	-68-
Bouchra Zaoui <sup>1</sup> , Belaid Mechab <sup>1</sup> , Boualem Serier <sup>1</sup>	
Dynamic analysis of behavior for functionally graded FGM sandwich plates: Effect of porosity on the fundamental frequencies.....	-69-
Tahar HASSAINE DAOUADJI <sup>1,2</sup> , Rabia BENFERHAT <sup>1,2</sup> , Abdelrazak RABAHI <sup>1,2</sup>	
Analysis of hygro-thermo-mechanical loading on bending behavior of FGM plates.....	-70-
Belkacem ADIM <sup>1,2</sup> , Tahar HASSAINE DAOUADJI <sup>2,3</sup> , Abdelrazak RABAHI <sup>2,3</sup>	
Impact study of porosity distribution and grading parameter on the free vibration of functionally graded beams.....	-71-
Ahmed Keddouri <sup>1</sup> , Lazreg HADJI <sup>2,3</sup> , Abdelouahed Tounsi <sup>4</sup> , Abdelkader Safa <sup>5</sup>	
Effet de variation des propriétés matérielles sur l'analyse statique des poutres FGM.....	-72-
Mohamed NASSAH <sup>1</sup> , Lazreg HADJI <sup>1,2</sup>	
Post-buckling analysis of FGM beams.....	-73-
Ali Abbache <sup>1</sup> , Hadj Youzera <sup>1</sup> , Sid Ahmed meftah <sup>1,2</sup>	
Dynamic of behavior for imperfect FGM plates resting on elastic foundation containing various distribution rate of porosity: Analysis and modeling.....	-74-
Aicha Kablia <sup>2,3</sup> , Rabia Benferhat <sup>1,2</sup> , Hassaine Daouadji Tahar <sup>1,2</sup>	
Analyse des vibrations libres des poutres FGM a l'aide d'un HSDBT d'origine.....	-75-
Abdelkader SAHOUANE, Lazreg Hadji, Mohamed Bourada	
Analyse dynamique des plaques en FGM posées sur des fondations viscoélastiques sous un environnement thermique.....	-76-
Abdeldjebbar TOUNSI <sup>1</sup> , Fouad BOURADA <sup>2</sup> , Anis. Abdelmoumen. BOUSAHLA <sup>3</sup> , Hadj Mostefa ADDA <sup>1</sup> , Abdelouahed TOUNSI <sup>2</sup>	

Analyse linéaire et non-linéaire des structures E-FGM en flexion cylindrique sous chargement mécanique.....	-77-
Mohamed BOURADA <sup>1</sup> , Fouad BOURADA <sup>1</sup> , Farouk Yahia ADDOU <sup>1,2</sup> , Imene Ait SIDHOUM <sup>1,3</sup> , Abdelouahed TOUNSI <sup>1</sup>	
Analyse dynamique des poutres en FGMS en utilisant une nouvelle théorie exponentielle HSDT.....	-78-
Fouad BOURADA <sup>1</sup> , Abdeldjebbar TOUNSI <sup>2</sup> , Imene Ait SIDHOUM <sup>1,3</sup> , Farouk Yahia ADDOU <sup>1,4</sup> , Mohamed BOURADA <sup>1</sup> , Abdelouahed TOUNSI <sup>1</sup>	
Analyse du comportement mécanique des structures hétérogènes sur fondation élastique.....	-79-
Khaldoune CHAMI <sup>1</sup> , Lazreg HADJI <sup>2</sup> , Tahar MESSAFER <sup>1</sup>	
Etude du comportement dynamique des poutres en FGM en se basant sur le concept de l'axe neutre.....	-80-
Latifa OULD LARBI <sup>1</sup> , Lazreg HADJI <sup>2</sup> , Nafissa ZOUATNIA <sup>2</sup>	
Study on stability and free vibration behavior of porous FG-beams.....	-81-
Redhwane Ait Atmane <sup>1</sup> , Hassen Ait Atmane <sup>2</sup> , Lazreg Hadji <sup>3</sup> , Nouredine Mahmoudi <sup>4</sup>	
Une théorie raffinée pour l'analyse vibratoire en flexion des poutres épaisses fonctionnellement graduées.....	-82-
Salima ABDELBARI <sup>1*</sup> , Mamia BENCHOHRA <sup>2**</sup> , Amina ATTIA <sup>1*</sup> , Mohamed Bourada <sup>3**</sup>	
L'impact des contraintes d'interface sur les poutres en FGM dotées de renforts en plaques d'acier.....	-83-
Mamia BENCHOHRA <sup>1,2</sup> , Salima ABDELBRI <sup>1</sup> , Mohamed BOURADA <sup>1</sup> , Abdelouahed TOUNSI <sup>1</sup> .	
Investigation sur le comportement flexionnel et vibratoire des plaques composites sur fondation élastique.....	-84-
BOUAFIA KHADIDJA	
Effet de la porosité sur les contraintes d'interfaces des structures en FGM renforcées par des plaques FRP..	-85-
Imene AIT SIDHOUM <sup>1, 2</sup> , Fouad BOURADA <sup>1</sup> , Farouk Yahia ADDOU <sup>1, 3</sup> , Zakaria BELABED <sup>2</sup> , Mohamed BOURADA <sup>1</sup> , Abdelouahed TOUNSI <sup>1</sup>	
Formulation théorique et analyse du flambement des poutres en FGM.....	-86-
Farouk Yahia ADDOU <sup>1,2</sup> , Fouad BOURADA <sup>1,3</sup> , Imene AIT SIDHOUM <sup>1,4</sup> , Mohammed BOURADA <sup>1,3</sup> , Abdelouahed TOUNSI <sup>1,3,5</sup>	
The effect of visco-pasternak foundation on the free vibration behavior of exponentially graded sandwich .	-87-
Fatima BOUNOUARA <sup>1,2</sup> , Fouad BOURADA <sup>2,3</sup> , Mohamed BOURADA <sup>2,3</sup> , Abdelouahed TOUNSI <sup>2,3</sup>	
Analysis of the effect of triaxiality of stresses and cavity geometry on the damage of composites.....	-88-
Tati Hayat 1*, Mohammed Hadj Meliani 2, Zaim Abdelnour 1	
Comparison of mechanical and thermal properties between virgin and recycled polypropylene with same grade..	-89-
Benaichouba Zahira <sup>1*</sup> , Yerou Amine <sup>1</sup> , Salem Mokadem <sup>2</sup> , Bouziane Mohamed Mokhtar <sup>1,,2</sup> , Bel Abbes Bachir Bouiadjra <sup>2</sup>	
Valorisation des déchets végétal dans les Matériaux composites.....	-90-
Chabane SI AHMED 1, Mohamed Amin BOUZIDI 1, Belkacem MEZIANI 1, Ahmed OULD AMER1, BELAID Hichem	
Vibration Analysis Of Biologically Inspired Helical Laminated Composite Plates In Thermal Conditions.....	-91-
Tayeb SI TAYEB <sup>1,a</sup> , Aman GARG <sup>2,b</sup>	

## **Thème 4: Constructions Mécaniques**

- Simulation par la méthode des éléments discrets (DEM) de l'effet de la géométrie des barres de relevage sur les performances d'un broyeur à boulets..... -92-  
*Ali Safa<sup>1</sup>, Sahraoui Aissat<sup>2</sup>*
- Effect of RSW parameters on mechanical properties of galvanized steel and stainless steel sheets..... -94-  
*Fouad TERNANE<sup>1</sup>, Mustapha BENACHOUR<sup>1</sup>, Fethi SEBAA<sup>1</sup>*
- Simulation numérique du comportement thermomécanique en contraintes et déformation de la virole d'un four rotatif de cimenterie..... -95-  
*Mohammed BOUHAFS<sup>1</sup>, Abed MRGHDIR<sup>1</sup>, Abdelazziz ADJLOUAT<sup>1</sup>*
- Calcul dynamique linéaire d'une ligne d'arbre flexible montée sur un palier hydrostatique à trois patins..... -96-  
*Mahmoud Hammou<sup>1</sup>, Ahmed Bouzidane<sup>1</sup>, Hicham Abo-Shighiba<sup>1</sup>, Senouci Debih<sup>1</sup>, Athmani Houari<sup>1</sup>*
- Caractérisations mécanique et électrochimique des revêtements métalliques en cuivre et en aluminium déposés par la technique de projection thermique sur un substrat en acier E24..... -97-  
*KERKADI Samir<sup>1</sup>, BRADAI Mohand Amokrane<sup>1</sup>, Ali Bilek<sup>2</sup>*
- Conception, analyse et optimisation d'un ventilateur axial de mine..... -98-  
*Salem HEDOUD*
- Static and dynamic analysis of a double-acting hydrostatic thrust bearing lubricated with ferrofluid..... -99-  
*Benkouachi Narimen<sup>1,2</sup>, Debbih Snouci<sup>1</sup>, Bouzidane Ahmed<sup>1</sup>, and Mohammed El Sallah Zagane<sup>1</sup>*
- Simulation numérique du comportement mécanique des assemblages boulonnés : cas des multi matériaux.. -100-  
*Guerchouh Nawel<sup>1</sup>, Bentaieb Roumaissa<sup>1</sup>, Bachi BenSaad Saoussane<sup>1</sup>, Mazari Mohamed<sup>1</sup>*
- L'effet de l'outil de soudage sur la qualité de surface des joints soudés par la méthode FSW..... -101-  
*Adda hanifi mohamed amine<sup>1</sup>, Zemri.M<sup>1</sup>, Merzoug.M<sup>1</sup>, Dellal.N<sup>1</sup>*

## **Thème 5: Mécanique de la Rupture**

- Etude stochastique du comportement en fatigue des alliages d'aluminium..... -103-  
*BOUCHOUICHA Madani Mohamed<sup>1</sup>, MAZARI Mohamed<sup>1</sup>*
- Estimations du degré de nocivité d'une fissure de fatigue..... -104-  
*Abdelghani Baltach<sup>1,2</sup>, Abdelkader Djebli<sup>2</sup>, Ali Benhamena<sup>2</sup>, Fodil Khelil<sup>2</sup>*
- Effet de l'expansion à froid dans un trou de fixation sur le comportement en rupture d'une fissure interpénétrante..... -105-  
*Abdelghani Baltach<sup>1,2</sup>, Abdelkader Djebli<sup>2</sup>, Ali Benhamena<sup>2</sup>, Fodil Khelil<sup>2</sup>*
- Phénomène de fatigue du métal des aiguilles des appareillages de voie du tramway..... -106-  
*Sid Ahmed REFFAS<sup>1</sup>, Youcef GORADIA<sup>1</sup>, Adel CHOUITER<sup>2</sup>*
- Limite de la zone de d'endommagement lors de l'interaction microfissure fissure principale en Mode II..... -107-  
*Hamid Hamli Benzahar*

Numerical study of crack characterization parameters of an elastoplastic material of a 2D model in FEM.....	-108-
<i>Bentahar Mohammed</i>	
Evolution of mechanical properties of PEHD pipes containing a notch.....	-109-
<i>Z. Foughalia<sup>1</sup>, T.Bellahcene<sup>1</sup>, M.Aberkane<sup>1</sup></i>	
Numerical study of an energy approach to fatigue crack propagation under variable amplitude loading.....	-110-
<i>Mohammed Chaib<sup>1,2</sup>, A. Slimane<sup>3</sup>, S. Slimane<sup>3,5</sup>, Ait kaci Djafar<sup>4</sup>, A. Ziadi<sup>2,6</sup>, B. Bouchouicha<sup>4</sup></i>	
L'effet de traitement thermique sur la propriété mécanique des alliages d'aluminium.....	-111-
<i>Hicham HADJI1, Benattou BOUCHOUICHA1.</i>	
L'effet De Traitement Thermique Sur La Propriété Mécanique Des Alliages D'aluminium.....	-112-
<i>Hicham HADJI1, Benattou BOUCHOUICHA1.</i>	
Asymptotic Behavior of a Global Solution of the Euler-Bernoulli Equation.....	-113-
<i>SABBAGH Zineb</i>	
<b>Thème 6: Biomécanique et Biomatériaux</b>	-114-
Effet des fibres naturelles sur le comportement vibratoire des coques cylindriques.....	-115-
<i>Zakia GUEZZEN<sup>1</sup>, Zakia HAMMOU<sup>2</sup>, Aicha BOUSSOUFI<sup>1</sup>, Zouaoui SEREIR<sup>1</sup>, Djilali BOUTCHICHA<sup>3</sup></i>	
Modélisation des dommages du ciment orthopédique dans l'arthroplastie totale de la hanche.....	-116-
<i>Mohammed El Sallah Zagane<sup>1</sup>, Abdelmadjid Moulgada<sup>1</sup>, A Sahli<sup>2</sup></i>	
Modélisation tridimensionnelle du comportement biomécanique des prothèses dentaires sous l'effet de divers types de chargements.....	-117-
<i>Youcef GORADIA<sup>1</sup>, Sid Ahmed REFFAS<sup>2</sup> and Sadek GOUASMI<sup>3</sup></i>	
Etude de l'effet de la chaux sur les propriétés hydromécaniques de BTC NS-S30-L3(Natural Sediment with added Sand 30% and treated with Lime 3%).....	-118-
<i>Boumediene SERBAH<sup>1</sup>, Benouda YOUBI<sup>2</sup></i>	
Homogénéisation du mélange thermique et analyse de la génération d'entropie pour les fluides non newtoniens dans un système microfluidique compact.....	-119-
<i>Amar KOUADRI<sup>1*</sup>, Embarek DOUROUM<sup>1,2</sup>, Khalida ZIANI<sup>1</sup>, Mokhtar ZAITRI<sup>1</sup></i>	

## **Thème 7: Efficacité Énergétique et Intelligence Artificielles**

Contribution à l'optimisation de l'efficacité énergétique d'un système de dessalement solaire conventionnel.....	-121-
<i>Mahmoud Hammou<sup>1</sup>, Ahmed Bouzidane<sup>1</sup>, Hicham Abo-Shighiba<sup>1</sup>, Senouci Debih<sup>1</sup>, Athmani Houari<sup>1</sup></i>	
Computational study of mixed natural convection in square enclosure filled with nanofluid.....	-122-
<i>Mohamed A MEDEBBER<sup>1,3</sup>, Belkacem OULD SAID<sup>2</sup>, Noureddine Retie<sup>1,2</sup>, Abderrahmane AISSA<sup>1,3</sup></i>	
Les caractéristiques hydrothermales dans un canal solaire muni des rugosités.....	-123-
<i>Mohammed Amine AMRAOUI, Abdellah Anes KEBBAB</i>	
Learning hand tracking in medical augmented reality systems using kinect cameras.....	-124-

Roumaissa Bekiri	
Application de la technologie BIM dans le cas des Voiries Et Réseaux Divers Application : Commune de Meghila W. de Tiaret.....	-125-
Mohamed ZAOU1, Mohamed BENSOU1A2, Benaissa BOUHENNI2	
L'influence des propriétés physiques des sols partiellement saturés sur les processus de transfert d'énergie géothermique.....	-126-
Djihad Bennaceur1, Nadia Laredj1,2, Mustapha Maliki1,2, Mahi Eddine Brahimi1, Kheira Belhamideche1, Hanifi Missoum1,2	
Fuzzy logic control of PI regulator for the buck-boost converter side battery energy storage.....	-127-
Samira. HEROUAL1, Belkacem. BELABBAS1, Tayeb. ALLAOUI1	
Développement de Nouvelles Méthodes de Formulation de Béton par l'Intelligence Artificielle et la Programmation Génétique.....	-128-
Mohammed el Amin BOUROUIS	
Étude numérique de l'écoulement de fluides complexes à travers des conduites comportant des singularités.....	-129-
KAMLA Youcef1, ESAMMET Bencharki2, BELACEL Zineddine3, KARAS Abdelkader4, CHACHI Mohamed5, TITRI Asma6	
Fuzzy logic contribution in an asynchronous machine by direct torque control.....	-130-
Ibrahim Chouidira	
Effet de la forme du dissipateur thermique sur le refroidissement des composants électroniques.....	-131-
Mohamed Amine BELMILOUD	
Contribution à l'amélioration de la performance énergétique des structures en béton armé à travers l'isolation thermique par l'extérieur à base des matériaux naturels dans les régions chaudes.....	-132-
Slimane ZIAD 1, Imane BENOUDJAFER 2, Ibtissam BENOUDJAFER 3	
Enhancing Energy Efficiency in Photovoltaic Systems Using (AI) FUZZY-Based MPPT Method.....	-133-
Abdelkader Azzeddine BENGHARBI1, Souad LARIBI1, Tayeb ALLAOUI1, Amina MIMOUNI1, Houaria CHIBANI1	
Nouveau modèle de la trajectoire des particules isolantes dans un aérocyclone.....	-134-
Moulay LARAB	
Amélioration du refroidissement des composants électroniques grâce à l'analyse de la géométrie des coins supérieurs modifiés.....	-135-
FELLAGUE CHEBRA Abdelhak1, KHELIL Ali1	
Estimation par réseau neuronal artificiel du comportement mécanique du liège.....	-136-
Aboubakr.Boukrida1, Tayeb.kermezli1, Mohamed.Announ1	
Improving Photovoltaic System Efficiency and Performance with Advanced Control using T-Type Inverters.....	-137-
Sarah BOURADI1, Karim NEGADI1	
Bis-indolyl-méthane pour cellules photovoltaïques étude théorique améliorée avec l'intelligence artificielle.....	-138-
Moumena ELKEBICH, Soraya ABTOUCHE, Fella ATI	
Etude numérique d'une hydrodynamique douce roulement lubrifié au ferrofluide.....	-139-

Abdellah Azzala <sup>1,2</sup> , Boualem Chetti <sup>2</sup> , Ibrahim Zidane <sup>3</sup>	
Prédiction Avancée de la Résistance et de la Maniabilité du Béton par une Approche Neuronale.....	-140-
Mohammed el Amin BOUROUIS	
Etude des caractéristiques d'une pompe centrifuge (calcul par Matlab).....	-141-
KAMLA Youcef <sup>1</sup> , FOUKRACH Mohamed <sup>2</sup> , CHAACHOUA Sameut Kheira <sup>3</sup> , BENNARIA Amel <sup>4</sup> , Dali Souad <sup>5</sup> , TITRI asma <sup>6</sup> , KARAS Abdelkader <sup>7</sup>	
Réseau neuronal artificiel pour la prédiction de la croissance de fissure par fatigue.....	-142-
Abdelfetah MOUSSOUNI <sup>1</sup> , Nadjia BENACHOUR <sup>2</sup> and Mustapha BENACHOUR <sup>3</sup>	
Optimizing energy for enhanced capacitive accelerometer via multi-objective particle swarm optimization-based design.....	-143-
Mohamed Razi Morakchi <sup>1</sup> , Atef Chibani <sup>2</sup> , Bendada Larbi <sup>4</sup> , Abdelkader Azzeddine Bengharbi <sup>3</sup>	
Analysis of Gas Turbine Efficiency Using Thermoptim Software in Winter and Summer Operating Conditions: A Comparative Study.....	-144-
Mokhtar BEKHADRA, Nord-Eddine SAD CHEMLOUL	
Etude comparative entre la commande linéarisation entrée sortie et backstepping de la machine asynchrone à double alimentation (MADA) dédiée à une application éolienne.....	-145-
Bengrine Ahmed <sup>1</sup> , Hamdaoui Habib <sup>2</sup>	
Green hydrogen: driver of the energy transition in Algeria.....	-146-
BOUZID Mohamed Amine <sup>1</sup> ; ZINE Souhila <sup>2</sup>	
L'effet des nanoparticules Fe3O4/CNT sur la performance des échangeurs thermiques.....	-147-
Maïssa Bouselsal <sup>1</sup> , Fateh Oudina –Mebarek <sup>2</sup>	
Différentes méthodes de production d'hydrogène.....	-148-
Sidahmed MOSTEFAOUI <sup>1</sup> , Abderrahmane BERKANI <sup>1</sup> , Mokhtar BENASLA <sup>1</sup>	
Etude numérique de la fusion d'un matériau à changement de phase (RT-82) dans un tube triplex destiné au stockage solaire.....	-149-
Fethi DJAAD <sup>1</sup> , Lilia SAIDI <sup>2</sup> , Sahraoui KHERRIS <sup>3</sup> , Brahim MEBARKI <sup>4</sup> , Hichem BENDJABAS <sup>4</sup>	
Modélisation par MATLAB des défauts mécaniques dans un entraînement électrique.....	-150-
H. Slimani <sup>1</sup> , A. Bendaoud <sup>2</sup> , M. Safi <sup>1</sup> , A. Djerboub <sup>1</sup> , A. Zeghoudi <sup>2</sup>	
Étude sur la classification multi-classe dans les tweets en utilisant des méthodes d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond.....	-151-
MAASKRI Moustafa <sup>1</sup> , GOISMI Mohamed <sup>2</sup> , MEGHAZI Hadj Madani <sup>3</sup>	
Etude et simulation d'une chaîne de conversion d'énergie houlomotrice.....	-152-
BEKAOUAL Yamina <sup>1</sup> , MESSLEM Youcef <sup>2</sup>	
Etude numérique des performances de stockage thermique à l'aide de matériau à changement de phase/ mousse métallique.....	-153-
Khaldi sabrina	
Étude paramétrique de l'effet de l'allongement du croisement sur l'efficacité de mélange d'un système microfluidique compact.....	-154-
Embarek DOUROUM <sup>1,2</sup> , Amar KOUADRI <sup>1</sup> , Mokhtar ZAITRI <sup>1</sup> , Samir LAOUEDJ <sup>2</sup> , Abdelylah BANAZZA <sup>2</sup>	

Homogénéisation du mélange thermique et analyse de la génération d'entropie pour les fluides non newtoniens dans un système microfluidique compact.....	-155-
Amar KOUADRI <sup>1</sup> , Embarek DOUROUM <sup>1,2</sup> , Khalida ZIANI <sup>1</sup> , Mokhtar ZAITRI <sup>1</sup>	
Etude numérique de l'impact des paramètres de contact sur le coefficient de transfert thermique entre solides en contact rugueux.....	-156-
Chadouli Rachid	
Etude numérique de l'écoulement dans un élargissement brusque d'un fluide newtonien.....	-157-
A. Nekrouf <sup>1</sup> , S. Youcefi <sup>1</sup>	
Etude numérique de l'influence de la géométrie sur le transfert de chaleur dans les tubes à faisceau fendu.....	-158-
Mohammed foual <sup>1</sup> , Khaled Chaib <sup>1</sup> , Nordeddine Sad Chemloul <sup>1</sup>	
Strategic energy optimization in a hybrid power system with photovoltaic, wind, and battery integration using a three-level converter.....	-159-
Mostefa KOULALI	
Prédiction de puissance du rotor éolien tandem : Appliquée à différentes zones climatiques .....	-160-
Akermi. Nasreddine <sup>1</sup> , Khorsi. Azzeddine <sup>2</sup> , Benouar. Ali <sup>2</sup> et Ahmed Bacha Mohamed Reda <sup>2</sup>	
Étude numérique de l'effet des chicanes sur l'amélioration de l'échange thermique dans un échangeur tubulaire .....	-161-
KAMLA Youcef <sup>1</sup> , BENABDELLAZIZ Ourdia <sup>1</sup> , BRAHIM MAZARI Ahlam <sup>1</sup> , BOURICHA Nihad <sup>1</sup> , CHACHI Mohamed <sup>2</sup> , TITRI asma <sup>3</sup> , KARAS Abdelkader <sup>4</sup>	
Contribution à la caractérisation thermo-physique de biocarburants de deuxième génération.....	-162-
BELALIA Azeddine <sup>1</sup> , HADJ MELIANI Mohamed <sup>2</sup> , KAMLA Youcef <sup>3</sup>	
Contribution to the Advanced Control of a Two-Wheel Drive Electric Vehicle.....	-163-
Rabah ARARIA <sup>1</sup> , Ahmed Zakria CHEDJARA <sup>2</sup> , Mohamed BEY <sup>3</sup> , Lazreg HADJI <sup>4</sup>	
Étude numérique de l'effet des chicanes sur l'amélioration de l'échange thermique dans un échangeur tubulaire .....	-164-
KAMLA Youcef <sup>1</sup> , BENABDELLAZIZ Ourdia <sup>1</sup> , BRAHIM MAZARI Ahlam <sup>1</sup> , BOURICHA Nihad <sup>1</sup> , CHACHI Mohamed <sup>2</sup> , TITRI asma <sup>3</sup> , KARAS Abdelkader <sup>4</sup>	
Synchronization Innovations in Power Electronics Design.....	-165-
Bachir BOUMEDIENE <sup>1</sup> , Zakaria CHEDJARA <sup>2</sup> , Lazreg HADJI <sup>3</sup>	
Influence du diamètre de l'obstacle sur les caractéristiques d'écoulement dans un élargissement brusque d'un fluide newtonien.....	-166-
A. Nekrouf <sup>1</sup> *, S. Youcefi <sup>1</sup>	
Etude paramétrique de l'effet de l'allongement du croisement sur l'efficacité de mélange d'un système microfluidique compact .....	-167-
Embarek DOUROUM <sup>1,2</sup> , Amar KOUADRI <sup>1</sup> , Mokhtar ZAITRI <sup>1</sup> *, Samir LAOUEDJ <sup>2</sup> , Abdelylah BANAZZA <sup>2</sup>	

# Sessions plénières

## **Les dommages causés par le séisme de Boumerdes et recommandations pour la réduction du risque sismique**

**RAMDANE Kheir-Eddine**

Professeur, Faculté d'Architecture et de Génie Civil, USTO MB  
Corresponding Author Email: eddine\_r@yahoo.fr

### **Résumé de la plénière 01**

Encore aujourd'hui les séismes sont une des rares catastrophes naturelles imprévisibles. Ils constituent l'un des aléas naturels les plus destructifs. L'Algérie, dont le nord se trouve dans une zone de forte sismicité, est sujette à ce phénomène. Le dernier tremblement de terre mortel en Algérie qui s'est produit à Boumerdes, le 21 mai 2003, était un séisme fort de magnitude 6.8 et a provoqué de très nombreuses destructions et surtout des victimes.

Au vu de l'ampleur des dégâts, on pourrait s'interroger sur les raisons d'une destruction aussi importante. Était-ce dû à 1) la gravité du mouvement du sol ? 2) Conditions du sol qui peuvent avoir amplifié l'intensité des secousses du sol ? 3) Des lacunes dans le code de conception des bâtiments et/ou dans la méthode de construction ? 4) Ou une combinaison de plusieurs facteurs ?

Dans cet article, les défaillances de liquéfaction et les dommages structurels sont rapportés et leurs causes déterminées à l'aide de l'analyse d'images satellite et de l'enquête sur les fissures des supports de lampadaires et des mesures de micro-trémeur (micro-tremblements), qui ont reflété l'effet local du site.

Ensuite, et dans le contexte de la gestion du risque sismique, promouvoir une culture de réduction de désastre en préconisant la réduction de désastre comme une partie essentielle de politique gouvernementale et en soulevant la conscience publique dans notre pays est nécessaire. En développant la gestion des risques de désastre totale comme une approche efficace et stratégique à la réduction de désastre qui doit être fondée sur notre expérience des désastres et aussi sur l'expérience dans le monde entier.

Finalement, et après plus de 40 ans à l'université comme étudiant et enseignant/chercheur, Il est nécessaire d'exposer les défis rencontrés par les établissements de l'enseignement supérieur et de raconter mon expérience internationale dans les universités Japonaises où je faisais partie d'une Task Force composée d'un groupe multiculturel de professeurs (USA/France/Algérie...) pour améliorer l'enseignement dans cet établissement universitaire.

#### **Mots clés :**

Séisme de Boumerdes, Liquéfaction, Dommages Structurels, Gestion des Risques, Défis des Universités, Formation d'Ingénieur, Créativité

## **Contribution à l'étude du comportement statique et dynamique des composites partiellement biosourcés**

**SEREIR Zouaoui**

Professeur, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.

### **Résumé de la plénière 02**

De nos jours, l'utilisation des fibres végétales comme renforts, suscite un vif intérêt pour leur nature dégradable dans l'écosystème et respectueuse de l'environnement. Leur utilisation a désormais dépassé le stade artisanal ; elle est concernée par un large éventail d'industries et d'applications allant de l'aéronautique aux équipements automobiles, médicales, béton, navires ainsi que les articles sportifs. Les avantages sont nombreux, telles que leur faible densité, souvent leur faible coût, leur recyclabilité et moins polluants que les fibres artificielles.

En Algérie, une vaste superficie dans les régions semi arides est occupée par des plantes fibreuses telles que l'Alfa et le palmier dattier. Après que ces plantes ont été limitées à certaines industries artisanales, au pâturage et à la production agricole, cela peut être une solution de développement local et même régional vu les potentialités de cette zone géographique. L'Alfa et le palmier dattier, les sous-produits de leur culture peuvent constituer des renforts ou des charges pour fabriquer des composites biosourcés locaux. C'est dans ce contexte que nos travaux trouvent leurs intérêts.

En premier lieu, nous avons proposé les différents constituants à base végétale mis en jeu pour la conception de notre biocomposite. De plus, les principales sources d'obtention de fibres végétales, leurs propriétés sont aussi développées. En particulier, la mise en œuvre et l'élaboration du composite biosourcé à différents taux de fibres courtes s'étalant de 0 à 20% a été effectuée. Une campagne d'essais statique vise à prédire les propriétés mécaniques des plaques en composite à des taux de fibre d'Alfa de 0% à 20% avec un incrément de 5% pour mettre en évidence l'effet du renfort en fibre d'Alfa imprégné dans la résine.

La deuxième partie présente les résultats d'une analyse expérimentale du comportement dynamique de poutres pré-fissurées. L'influence de l'emplacement et de la position de fissure, ainsi que le taux de fibres naturelles sur les propriétés dynamiques ont été étudiées. En utilisant la réponse en fréquence, l'amortissement interne est analysé au moyen d'une technique basée sur les données expérimentales. Celui-ci permet de comprendre la contribution des fibres naturelles dans l'amélioration de l'amortissement structurel.

Afin d'évaluer les performances des sandwichs et leurs constituants, les échantillons confectionnés d'une âme en bois de Pétiole Palmier Dattier (BDPD) et de peaux hybrides à fibres de pétiole de palmier dattier (PDPF) et fibres de verre renforcé vinyles ter résine ont subi des mécaniques en statique et dynamique. Des essais de fatigue ont aussi été effectués pour prédire la durée de vie en fatigue du bois de pétiole de palmier dattier.

Une série de panneaux biocomposites et biocomposites hybrides a été réalisée à base de fibres courtes d'alfa comme renforts. Pour l'hybridation, des tissus et mats de verre ainsi que des mats de fibres longues d'alfa ont été utilisées. Une campagne d'essai de vibration et d'impact a été effectuée sur ces panneaux. Les performances de l'âme du sandwich biosourcé ont été valorisées par des essais statiques de compression et de flexion trois points.

Afin d'accroître les performances des biocomposites, ils ont été chargés par des nanotubes de graphènes. Enfin, des observations des différents essais ont permis de classifier les différents modes d'endommagement entraînant la rupture du panneau sandwich.

#### **Mots clés :**

Fibre végétales, Panneaux sandwichs, Caractérisation statique et dynamique, Composites partiellement biosourcés.

## **L'approche par la mécanique de la rupture du comportement des structures et les nouveaux challenges dans l'industrie verte**

**Hadj Meliani Mohammed**

Professeur et Directeur de laboratoire LPTPM, Université de Chlef.

### **Résumé de la plénière 03**

L'écriture de lois expérimentales de la Mécanique De la Rupture (MDR) pour les mécaniciens et les gens de sciences des matériaux est connue par les premiers travaux de Charpy avant peu du temps de la première guerre mondiale. Entre les deux guerres, ils y'avaient les fameux travaux de Griffith and Inglis. L'explosion du concept de la mécanique de la rupture est bien présentée par les travaux de Williams en 1953 lors de son introduction des paramètres de confinements.

Après la création des microprocesseurs, les chercheurs ont orienté leurs travaux vers l'approche d'analyse par éléments finis. Dès les années 80's, d'autres méthodes ont été introduites dans la mécanique de la rupture comme approches à un seul ou plusieurs paramètres de correction des propriétés mécanique. Ils commençaient à parler du phénomène de « transférabilité des paramètres » de rupture surtout après des centaines d'accidents en services des structures, causées par la mauvaise prise en compte du dernier paramètre « Transférabilité ».

Un overview de nouvelles tendances et défi de la mécanique de la rupture comme outil mécano, fiable et durable, va être présenté dans ce papier ainsi que les relations avec l'approche vers l'industrie verte.

**Mots clés :**

Rupture, MDR, approche globale, transférabilité, industrie verte.

# **Thème 1**

# **Dynamique des Structures et des Sols**

## **Ground motion selection strategy effects on time history response of an RC structure: a case study**

**Abdelmalek ABDELHAMID<sup>1,2</sup>, Tarek MISSOUM<sup>1</sup>, Baizid BENAHMED<sup>2</sup>, Bachir BOUDERBA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Sciences and Technology Department, University of Tissemsilt, Algeria.

<sup>2</sup>LDMM, University of Djelfa, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [abdelhamid.abdelmalek@univ-tissemsilt.dz](mailto:abdelhamid.abdelmalek@univ-tissemsilt.dz)

---

**Abstract:** This research explores the effect of seismic records selection strategy on the time history response of a reinforced concrete structure. A total of 5 real earthquake records are selected from the NGA-West2 strong ground motion database of the Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER). The five-story reinforced concrete structure is founded in S3 class of soil (soft soil with  $200 \text{ m/s} < V_{s30} \leq 400 \text{ m/s}$ ), according to the Algerian Earthquake Regulation. Moment magnitudes ( $M_w$ ) vary in the range of 5.5 to 7.5. Seism Select and Seism Match software tools are used for the selection and scaling of seismic records. The adjusted accelerograms obtained through appropriate techniques are then used for dynamic time history analyses. Two matching techniques are used, PGA method and Matching method. Results in terms of displacement and efforts, are compared with the modal spectral method. For the displacement and internal efforts, PGA method gives a maximum more than spectral method by 20%. Nevertheless, matching method shows a maximum less than spectral method by 19%.

**Keywords:** Ground motion selection strategy, Scaling, Target spectrum, Time History analysis, RC structure.

---

## **Investigation de l'effet des incertitudes des fréquences propres de vibration sur la réponse sismique maximale des structures**

**Yassine Zelmat**

Université de Mostaganem

**Corresponding Author Email:** [yassine.zelmat@univ-mosta.dz](mailto:yassine.zelmat@univ-mosta.dz)

---

**Résumé :** Les principaux résultats d'une investigation numérique pour la description probabiliste de la réponse maximale de systèmes sous excitation sismique, en termes de variabilité des valeurs des fréquences de vibration, sont présentés. La technique de simulation de Monte Carlo est utilisée pour déterminer les variances des amplitudes moyennes quadratiques des spectres de réponse. La variabilité aléatoire des valeurs des fréquences propres des structures est modélisée par la fonction de densité de probabilité Log normale dont les caractéristiques ont été obtenues sur la base du traitement statistique d'une large gamme de structures et de systèmes structuraux. Les spectres de réponse simulés correspondent à l'enregistrement accélérométrique du séisme d'El Centro du 19 mai 1940. Il est montré que les variations de la réponse maximale sont, compte tenu de la plage fréquentielle considérée, différemment contrôlées par les variances des paramètres incertains. Les résultats interprétés entre autre, en termes de niveaux d'excitation et de vulnérabilité de structures, sont d'importance certaine pour les ingénieurs et leur utilisation peut être étendue à l'amélioration des réglementations parasismiques actuellement en vigueur.

**Mots-clés :** Fréquences de vibration incertaines, méthode de Monte Carlo, spectres de réponse, mouvements forts de sol, fonction de densité de probabilité.

---

## **Simulation numérique du comportement d'un système de contreventement en acier -PFF sous charge horizontale**

**Idriss ROUAZ<sup>1</sup>, Imad BENNOUI<sup>1</sup>, Sid Ali RAFA<sup>1</sup>, Zakaria GHRIBI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> National Center of Studies and Integrated Research on Building Engineering (CNERIB), El-Mokrani, Souidania, Algérie.

<sup>2</sup> High National School of Build and Ground Works Engineering (ENSTP) TPITE Laboratory, Kouba, Algiers, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [Rouaz.Idriss@Gmail.com](mailto:Rouaz.Idriss@Gmail.com)

---

**Résumé :** Les structures à base de Profilés d'acier Formés à Froid (PFF) sont de plus en plus utilisées comme un autre alternatif à celui du béton et de l'acier laminé à chaud. Dans ce type de structure, les panneaux de contreventements de type Shear Walls Panel (SWP) avec des plaques structurelles en acier plat sont des systèmes de stabilité latérale, utilisés fréquemment pour résister aux forces horizontales dues au vent et/ou au séisme. Cependant, l'aspect architectural ou de fonctionnalité imposent certaines exigences de dimensions, notamment aux SWP de longueurs différentes des SWP normalisés, ayant par conséquent un effet considérable sur le comportement global de ces SWP sous un chargement latéral. L'objectif de ce travail consiste à simuler numériquement le comportement global d'un SWPs avec des plaques structurelles plates en acier de longueurs différentes. En utilisant le logiciel Abaqus v.2018, une micro-modélisation en éléments finis est développée et présentée en détail, prenant en considération la non linéarité géométrique, matérielle et celle de l'assemblage des plaques structurelles avec l'ossature à partir des essais expérimentaux. Les résultats de l'analyse non-linéaire sont validés avec ceux de l'expérimentation issue des travaux de recherches existants dans la littérature en termes de réponse non-linéaire force-déplacement, résistance ultime et modes de rupture. Également, les résistances évaluées des SWP dans cette étude, différentes de celles fournies par le règlement, sont proposées aux ingénieurs.

**Mots-clés :** Profilé d'acier formé à froid, système de contreventement, simulation numérique, éléments finis, Analyse non-linéaire.

---

## **Assessing and Enhancing Slip Slope Stability at "TAFOUGHLT" PK 23 Interchange (Connecting Tizi-Ouzou and Bouira, Algeria East-West Highway)**

**Brahim Meziani<sup>1</sup>, Hamid Gadouri<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Khemis Miliana University, Road Theniet El-Had Khemis Miliana 44225, Algeria.*

**Corresponding Author Email:** [Brahim.meziani@univ-dbk.m.dz](mailto:Brahim.meziani@univ-dbk.m.dz)

---

**Abstract:** This study focuses on the unstable slope conditions at the "TAFOUGHLT" interchange in Tizi-Ouzou, Algeria, due to frequent landslides that have damaged the road infrastructure. The research aims to assess and reinforce slope stability to enable the construction of a highway connecting Tizi-Ouzou to the East-West highway. Various investigations, including geological, hydrogeological, physico-mechanical, and chemical analyses, were conducted. The Plaxis calculation software was used to evaluate slope stability under different scenarios, all of which revealed instability with safety coefficients below the recommended threshold. The study emphasizes the urgency of addressing these stability issues, highlighting the presence of different shale layers contributing to instability. To mitigate landslide risks and ensure safe construction, a support system involving excavation, reinforcement of the slope's top layer, and the installation of drilled piles is recommended. This approach will enhance slope stability, facilitating a secure connection between Tizi-Ouzou and the East-West highway.

**Keywords:** Landslide, Geotechnical Parameters, Safety Coefficient, Reinforcement, TAFOUGHLT Interchange, Plaxis

---

## **Estimation des caractéristiques vibratoires des sols à partir de diverses formules de vitesse des ondes de cisaillement**

**Mourad Abdelwahab KHELLAFI<sup>1</sup>, Mourad AIT YOUCEF<sup>1</sup>, Mouloud OUANANI<sup>1</sup>,  
Khaled SANDJAK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Département de Génie Civil, Laboratoire de Développement en Mécanique et Matériaux (LDMM)  
Université de Djelfa, Faculté des Sciences et de la Technologie, Djelfa, Algérie.

<sup>2</sup> Département de Génie Civil, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université M'Hamed Bougara,  
Boumerdès, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [khellafi\\_mourad@yahoo.fr](mailto:khellafi_mourad@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Les caractéristiques dynamiques des sols sont d'une importance majeure pour les ingénieurs en génie civil et peuvent être impliquées dans plusieurs études telles que la conception des fondations, la protection des constructions contre les tremblements de terre, les études de micro zonage sismique, etc. Au cours des dernières décennies, les caractéristiques vibratoires des sols ont été largement étudiées par un grand nombre de chercheurs. En particulier, des méthodes semi-empiriques, analytiques et numériques ont été développées pour estimer les fréquences propres et les fonctions d'amplification des dépôts de sol soumis à des ondes sismiques. Cependant, malgré tous les progrès réalisés, les solutions analytiques ont toujours été préférées, car elles permettent de réaliser facilement des études paramétriques et peuvent être intégrées sans difficulté dans les codes de calcul des bâtiments. Ce papier a pour but de présenter les diverses formules qui ont été développées dans la littérature. Ces formules sont obtenues à partir de modèles analytiques et numériques fondés sur la théorie de propagation des ondes de cisaillement verticales (SH). Une analyse comparative est ensuite effectuée afin de montrer leurs influences sur la période fondamentale et la fonction d'amplification, ainsi que l'effet des paramètres impliqués.

**Mots-clés :** Dépôt de sol, dynamique des sols, période fondamentale, fonction d'amplification, ondes SH.

---

## **Comportement d'un pieu isolé ancré dans un sol sableux sous l'effet d'un chargement latéral cyclique**

**Sid Ali RAFA, Idriss ROUAZ, Mounia HADJ BRAHIM, Imad BENNOUI**

Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment

**Corresponding Author Email:** [Rafa.sidali@gmail.com](mailto:Rafa.sidali@gmail.com)

---

**Résumé :** Le comportement des pieux soumis à des chargements latéraux cycliques a suscité un grand enthousiasme parmi les ingénieurs du monde entier. Plusieurs études et programmes de recherche ont été développés afin de comprendre leurs réponses aux charges cycliques. Les premières règles de conception des pieux isolés soumis à des charges latérales cycliques ont été dérivées de Reese et al. (1974) et Cox et al. (1974) qui ont réalisé des essais de chargement cyclique sur des pieux isolés offshore ancrés dans les sables. Compte tenu de la nature locale de ces tests, l'application de ces lois à des projets de fondations profondes dans d'autres régions du monde n'a pas suscité beaucoup d'enthousiasme. Ainsi, d'autres programmes de recherche ont été développés, comme celui mené par Cheang et Matlock (1983) sur des pieux isolés dans la région de Seal Beach (Californie, USA), ou encore le projet SOLCYPE qui s'est déroulé entre 2008 et 2015 au Laboratoire des Ponts et Chaussées (France) et avait étudié le comportement des pieux isolés sous chargement cyclique dans différents types de sols. L'ensemble de ces études a montré que le comportement d'un pieu isolé sous l'effet d'un chargement latéral est étroitement lié à la rigidité relative entre le pieu et le sol. Le code français des fondations « Fascicule 62 titre V », définit trois types de pieux en fonction de leur rigidité : pieu rigide, semi-rigide et flexible. Afin de déterminer le comportement de chaque type de pieu sous charge cyclique latérale, nous avons réalisé un modèle d'analyse par éléments finis à l'aide du logiciel d'éléments finis PLAXIS 2D, en conjonction avec le modèle Hardening Soil Small (HSS). Le modèle de comportement du sol a d'abord été calibré et validé à l'aide de données mesurées provenant d'essais de centrifugation sur un pieu isolé dans du sable de Fontainebleau qui ont été réalisés au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées par Rosquoët F (2004). Une série d'analyses a ensuite été réalisée au cours de laquelle des charges latérales cycliques ont été appliquées au pieu afin d'étudier les effets de l'élançement du pieu. Les résultats de l'étude montrent que le déplacement de tête des pieux flexibles et semi-rigides augmente en fonction du nombre de cycles suivant une fonction logarithmique. Cependant, pour le pieu rigide, les déplacements de tête augmentent selon une fonction linéaire.

**Mots-clés :** Interaction sol-structure, Pieu Isolé, Chargement latéral cyclique, élançement du pieu.

---

## **Effet du chargement cyclique sur le comportement des interfaces sols-structures**

**Bouhali Hamza<sup>1</sup>, Bencheikh Boubaker<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Laboratoire de Développement en Mécanique et Matériaux LDMM, Faculté des Sciences et Technologies, Université Ziane Achour de Djelfa, Djelfa, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [hamza.bouhali@univ-djelfa.dz](mailto:hamza.bouhali@univ-djelfa.dz)

---

**Résumé :** Le calcul des ouvrages en génie civil et en travaux publics est étroitement lié à l'interaction sols-structures. Ces ouvrages peuvent être soumis à des chargements monotones ou cycliques (la houle, le vent, le trafic, et le séisme). Ce travail est consacré à l'étude du comportement cyclique des interfaces sols-structures. Des essais de cisaillement direct cycliques, en utilisant une boîte de cisaillement modifiée, ont été réalisés. Ces essais sont effectués sur le sable de l'oued de Laghouat et une plaque lisse en acier selon un chemin cyclique à contrainte normale constante. Les résultats de cette étude sont interprétés et discutés pour mettre en évidence l'effet de deux paramètres importants à savoir : l'effet du cyclique et l'effet de la densité initiale.

**Mots-clés :** Interface, sable, acier, cisaillement direct, chargement monotone, chargement cyclique.

---

## **The influence of lime on the shrinkage limit of the clay soil of Sidi - Belattar Mostaganem state**

**M. Fellouh<sup>1</sup>, F. Mostefa<sup>3</sup>, H. Bekki<sup>1,2</sup>, K. Draiche<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup> Department of Civil Engineering, Ibn Khaldoun University, BP 78 Zaaroura, 14000 Tiaret, Algeria.

<sup>3</sup> LCTPE (construction, transport and environmental protection laboratory) University of Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem Algeria.

**Corresponding Author Email:** [mohamed.fellouh@univ-tiaret.dz](mailto:mohamed.fellouh@univ-tiaret.dz)

---

**Abstract:** The technique of soil improvement using lime is still the most widely used in civil engineering for various structures (Foundations, Ways, Dams and Backfilling...), and in agriculture. Due to their expansive mineralogical nature, clay soils remain a very threatening problem that is difficult to resolve, particularly in areas exposed to arid and semi-arid climates. These soils have a low bearing capacity and cause numerous structural imbalances (settlement, cracking). The aim of this study was to determine the effect of treating Sidi-Belattar swelling clay with lime (4 and 6%) on shrinkage size. The results obtained showed an improvement in physical parameters, such as Atterberg limits, and an increase in Shrinkage limit.

**Keywords:** Clay, Lime, Improvement, Mineralogical, Increase, Physical Parameters, Shrinkage.

---

## **Étude du taux de dissipation de l'énergie sismique des poutres en BHP**

**Haytham Bouzid<sup>1,2</sup>, Idriss Rouaz<sup>3</sup>, Benferhat Rabia<sup>2,4</sup> Tahar Hassaine Daouadji<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup> Department of Sciences and Technology, Tissemsilt University, Tissemsilt, Algeria.

<sup>2</sup> Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Tiaret University, Tiaret, Algeria.

<sup>3</sup> National Center of Studies and Integrated Research on Building Engineering (CNERIB) Soudania, Algiers, Algeria.

<sup>4</sup> Department of Civil Engineering, Tiaret University, Tiaret, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [bouzid.haytham@univ-tissemsilt.dz](mailto:bouzid.haytham@univ-tissemsilt.dz)

---

**Résumé :** Afin de résister aux impacts sismiques les structures en béton armé doivent avoir une caractéristique dissipative de l'énergie sismique. Le taux de l'énergie sismique dissipée dépend essentiellement des éléments principaux de la structure, à savoir les poteaux et les poutres. Dans ce contexte, le présent travail vise à étudier les paramètres influençant le taux de dissipation de l'énergie sismique des poutres en béton à haute performance (BHP). Premièrement, le taux de l'énergie dissipée est calculé à partir des réponses force-déplacement, où les forces et les déplacements sont calculés sur la base de l'équilibre des forces internes et la méthode des moments d'aires. Ensuite, une étude paramétrique est menée pour quantifier l'effet de la résistance du béton, la limite élastique des armatures tendues, les pourcentages d'armatures tendues et comprimées sur le taux de l'énergie dissipée. Les résultats ont montré que la résistance du béton et le pourcentage d'armatures comprimées ont un effet positif. En revanche, le pourcentage et la limite élastique des armatures tendues ont un effet néfaste.

**Mots-clés :** Energie sismique, Poutre, BHP, Dissipation, Réponse force-déplacement.

---

## **Optimisation de la réponse sismique des structures par système d'isolation**

**Nesrine Mellas**

Département de Génie Civil Engineering, Faculté des Sciences et Technologie, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [mellas.nesrine@univ-setif.dz](mailto:mellas.nesrine@univ-setif.dz)

---

**Résumé :** La technique d'isolation sismique à la base s'est avérée efficace pour réduire la réponse sismique. Cependant, elle présente des limitations dans le contexte des bâtiments de grande hauteur, ce qui constitue un défi technique majeur. L'objectif principal de cette étude est d'élargir le concept d'isolation à la base en introduisant une isolation sismique à différents niveaux de la structure afin de contrôler la réponse sismique des bâtiments de grande hauteur. Pour évaluer l'effet de l'amortissement sur la réponse sismique des bâtiments concernés, nous avons réalisé une analyse dynamique et une étude paramétrique. Cette analyse visait à déterminer les réactions sismiques, telles que les déplacements, les accélérations et les efforts à la base des structures amorties. De plus, cette étude a porté sur l'évaluation des performances des systèmes d'isolation. À cet effet, un dispositif d'isolation inter-étage a été sélectionné en examinant diverses options d'emplacement et en soumettant la structure à une excitation sismique en utilisant le logiciel Matlab. Les résultats obtenus ont montré que l'analyse numérique considérée met en évidence l'efficacité remarquable de ces systèmes d'isolation.

**Mots-clés :** Isolation sismique, Amortissement, Isolation inter-étage, Réponse sismique.

---

## **Intercalation effect of 1-methyl-3-(4-Vinylbenzyl) imidazol-3-ium chloride ionic liquid on Na-exchanged montmorillonite: Synthesis, characterizations, and dielectric spectroscopic analysis**

**Ameur Akermi<sup>1,2</sup>, Mohamed Belhocine<sup>1,2</sup>, Abdelkader Ammari<sup>3,4</sup>, Ahmed Haouzi<sup>1</sup>, Somia Bouktab<sup>5</sup>.**

<sup>1</sup> Laboratory of Synthesis and Catalysis, Ibn-Khaldoun University, Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup> Department of Matter Sciences, University of Tissemsilt, Algeria.

<sup>3</sup> Laboratory of Micro and Nanophysics, National Polytechnic School of Oran (ENPO), Algeria.

<sup>4</sup> Department of Physics, Faculty of Matter Sciences, Ibn-Khaldoun University, Tiaret, Algeria.

<sup>5</sup> Laboratory of Physical Chemistry of Materials (LPCM), Faculty of Sciences (UATL), Laghouat, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [ameurameur81@gmail.com](mailto:ameurameur81@gmail.com)

---

**Abstract:** This study investigates the properties of the 1-methyl-3-(4-vinylbenzyl) imidazol-3-ium chloride [VBmim<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>]/montmorillonite nanocomposite. The compound [VBmim<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>] was synthesized and intercalated by dispersion. Thermal analysis showed that the nanocomposite had good thermal stability and ~10% of [VBmim<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>] was quantified. The temperature dependence of electrical conductivity deviated slightly from linear behavior, and increased with the frequency and temperature. The activation energy was found to be characteristic of hopping electronic conductivity. The dielectric loss tangent exhibited dominant relaxation peaks at 328 K and 450 K. The components of the complex dielectric function showed that the ionic liquid/clay interfacial zone provided high polarization. The loss tangent revealed that higher dispersion had occurred in the nanocomposite over the low-frequency range. The ac-conductivity exhibited two regions of dependence regardless of the temperature, and varied proportional to  $f^{(1-n)}$  above 500 Hz, where  $0.1 < n < 0.46$ .

**Keywords:** Montmorillonite; Ionic liquid; Thermal analysis, Dielectric losses; Ac-conductivity.

---

## **Modèle numérique d'une poutre renforcée par FRP sous impact**

**Nawal BENTATA, Mohamed El Larbi BENNEGADI et Zouaoui SEREIR**

Laboratoire des Structures Composites et des Matériaux Innovants – LSCMI – Département de Génie Maritime, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed BOUDIAF d'ORAN

**Corresponding Author Email:** [bentatanawal@gmail.com](mailto:bentatanawal@gmail.com)

---

**Résumé :** L'un des problèmes majeurs dans le domaine de la construction est la dégradation des structures. La plupart des structures présentent des signes de faiblesse et ne répondent ou ne répondront plus aux exigences pour lesquelles elles ont été conçues. Les causes sont multiples, on peut citer : des erreurs lors de l'étude ou de l'exécution, un accroissement des charges, un changement de l'exploitation de la structure, la corrosion des armatures, des actions accidentelles telles que les séismes ou les chocs... ce travail a pour but de présenter un modèle d'éléments finis non linéaire pour analyser le champ de contraintes inter faciales, les modes de défaillance, les modes de fissuration et les séquences d'endommagement. La comparaison entre les historiques de charge expérimentale et prévue pour trois maillages adoptés pour la poutre en béton encochée à deux vitesses d'impact  $V = 0,881 \text{ m / s}$  et  $V = 1,76 \text{ m / s}$ . Un accord raisonnable est obtenu de la force de contact entre les prédictions numériques et les valeurs expérimentales Bede et al. A cet effet, une série d'analyses paramétriques étudiant les effets de différentes variables a été réalisée. En développant un modèle numérique capable de prédire avec précision une réponse aux chocs et en étudiant les actions internes, suivi d'une étude paramétrique, des recommandations de conception peuvent être améliorées.

**Mots-clés:** Impact, dynamique, vitesse, force de contact, modèle expérimentale et numérique

---

## **Artificial Neural Networks as a Tool for Predicting Geotechnical Properties of Stabilized Soils with Lime**

**Taleb Bahmed Ismehen<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, University of Hassiba BEN BOUALI, Chlef, 14002, Algeria  
**Corresponding Author Email:** [i.talebbahmed@univ-chlef.dz](mailto:i.talebbahmed@univ-chlef.dz)

---

**Abstract:** Problems related to clayey soils exist worldwide, thus made engineers to search for other alternative methods to be used in engineering purposes. The experience indicates that the most used in practice is chemical stabilization as lime admixture which is the most often used in road construction and well documented in the literature. However, there are few studies about the use of artificial neural networks (ANNs) for the prediction of geotechnical properties of stabilized soils. ANNs have been applied successfully for complicated phenomenon of geotechnical engineering such as soil properties and behaviour. Moreover, ANNs are a practical tool for saving money and time by avoiding the cumbersome tests laboratory. The overall aim of this study is examining the feasibility of predicting the geotechnical properties of clayey soils stabilized with lime by the use of ANNs. Results obtained from this study showed that ANNs based prediction models could satisfactorily used in obtaining the plasticity index (PI), maximum dry density (MDD), optimum moisture content (OMC) and unconfined compressive strength (UCS) of clayey soils stabilized with lime. Besides ANNs model showed a higher performance than statistical model for prediction of geotechnical properties.

**Keywords:** Clayey soils, lime, artificial neural networks, plasticity index, maximum dry density, optimum moisture content, unconfined compressive strength.

---

## **Boundary conditions influence on the vibration behavior of FGM rotor using finite element method P- version**

**Ahmed Mezrag, Abdelkrim Boukhalfa**

Abou Bekr Belkaid University, Tlemcen, MECACOMP Laboratory  
**Corresponding Author Email:** [ahmed.mezrag@univ-tlemcen.dz](mailto:ahmed.mezrag@univ-tlemcen.dz)

---

**Abstract:** This work concerning the dynamic analysis of vibration behavior for Functionally Graded Materials (FGMs) Rotor. Using Finite Element Method (FEM) p- version with trigonometric shape functions is used to redefine the equation of motion. The beam theory of Timoshenko using for modulization of the rotor system. Through Kinetic and strain energies of shaft, using Euler-Lagrange's equation for determination of equation of motion. The transverse shear deformation, rotating inertia, and gyroscopic effects is incorporating. System of equation resolved by program of calculus developed in MATLAB software for obtention the natural frequencies and eigenvalues. FEM p- version convergence presented with three boundary conditions for three first mode. The validation of numerical method used and our program devised in two parts, the first for natural frequencies we validate with result viable in literature, and the last part for associated eigenvalue we use three boundary conditions, Pinned-Pinned (Simply Supported), Clamped-pinned and Clamped-clamped validate with exact values. In the result we study the influence of various boundary condition (we take a same boundary condition used in validation) for FGMs rotor structure, started by steady state present three fist mode of natural frequency for deferent FGMs types, contains a mixture between a metal (Stainless Steel, Aluminum and Nikel) with ceramic materials (Alumina, Silicon carbide, Zirconia). The last is rotating state, first mode of natural frequency in function of rotating speed and the critical rotating speed (Campbell's graph).

**Keywords:** Vibration analysis, Rotor, FEM-p version, FGM, Boundary Condition, Campbell's graph.

---

## **Etude comparative entre le facteur de comportement des structures métalliques à contreventement centré et excentré**

**Ourida HELLAL SFAKSI<sup>1</sup>, Mohamed Ousalem MECHICHE<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Département de Génie Civil, Université Mouloud MAMMARI de TIZI-OUZOU 15000, ALGERIE

**Corresponding Author Email:** [ourida.hellal@ummto.dz](mailto:ourida.hellal@ummto.dz)

**Résumé :** L'étude des structures soumises aux actions sismiques revêt un caractère important dans les pays à forte sismicité. Par ailleurs, il est connu que les efforts induits dans les constructions sont évalués à l'aide des codes réglementaires. Cependant, l'observation a posteriori des dommages qui leur sont causés montrent que ces dernières reprennent des efforts beaucoup plus grands que ceux pour lesquels elles ont été calculées. L'explication de cet état réside en grande partie dans le mécanisme de dissipation d'énergie transmise par le séisme par le biais de déformations inélastiques des structures. Particulièrement, le coefficient de comportement global de la structure  $q$  (R pour le règlement Algérien). L'objet de la présente étude est de faire une étude comparative entre le coefficient de comportement global des structures métalliques contreventées par : un système à barres centrées et un système à barres excentrées. La conduite générale du travail est orientée sur une structure à cinq niveaux qui est dimensionnée selon les règles et codes en vigueur. Elle est soumise à des charges verticales dues à leur poids propre, et à des charges horizontales dues aux forces sismiques introduites par un accélérogramme. Le logiciel utilisé est le programme d'analyse non linéaire Drain2D, basé sur la méthode des éléments finis, où l'élément poutre colonne qui se plastifie par formation de rotules plastiques aux nœuds rigides et un élément barre qui se plastifie en traction et flambe élastiquement en compression sont introduits. Tout au long de l'étude, notre principal intérêt est d'évaluer le facteur de comportement pour chaque type de contreventement et de faire une étude comparative, tout en augmentant l'intensité de la force sismique introduite. Les résultats de cette étude indiquent que la valeur moyenne du facteur de comportement pour les structures contreventées avec barres centrées est de l'ordre de  $q \approx 3,00$  et qui ont été rompues par plastification de ces éléments diagonaux. Pour les structures contreventées par barre excentrées et de l'ordre de  $q \approx 2,50$ . Une comparaison a été faite avec une étude antérieure portant sur les structures en portiques. Pour compléter la question. Une méthode de détermination du nombre de rotules plastiques qui rend la structure vulnérable est détaillée, ainsi qu'une séquence de plastification des barres pour les trois types de contreventement est donnée, de la première plastification jusqu'à la ruine des structures.

**Mots-clés :** Structures Métalliques, Contreventement, Facteur de Comportement, Séisme, Rotule plastique, Inélastique, Ruine.

## **Développement du modèle de fiabilité sismique des ponts**

**Mohammed ABDELLAOUI<sup>1</sup>, Mohamed BADAOUTI<sup>1</sup>, Mahmoud BENSAIBI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Laboratoire de Mécanique et Développement des Matériaux, Ziane Achour – Université de Djelfa, Département Génie Civil, Djelfa, Algérie.*

<sup>2</sup> *Groupement Infrastructures de Travaux Maritimes, Voie C Zone Industrielle BP143 Reghaia, Alger, Algérie.*

**Corresponding Author Email:** mohammed.abdellaoui@univ-djelfa.dz

---

**Résumé :** Les ponts sont des points critiques dans les réseaux de transport, car ils sont vulnérables à divers risques naturels et d'origine humaine, pouvant entraîner une perturbation partielle ou totale du service. Il est essentiel que les ponts maintiennent leurs fonctions sociétales, notamment après des événements tels que les séismes, car ils jouent un rôle vital dans les opérations d'intervention d'urgence, les opérations de secours et l'atténuation des dommages. Cet article propose un modèle amélioré pour évaluer l'indice de fiabilité des ponts en béton armé avant les événements sismiques, dans le but de renforcer la préparation aux catastrophes. Un ensemble de facteurs importants influençant la fiabilité des ponts a été identifié, et la méthode d'Analyse Hiérarchique des Processus (AHP) a été utilisée pour déterminer l'impact relatif de chaque facteur par rapport aux autres. Le modèle a été appliqué à plusieurs ponts en béton armé situés dans des zones sismiques en Algérie. Le modèle fournit des informations précieuses pour évaluer la fiabilité des ponts et peut aider les décideurs et les responsables à prendre des décisions proactives. Enfin, les résultats obtenus dans cet article sont résumés.

**Mots-clés :** Ponts, Fiabilité, AHP.

---

## **A 2D static study of the internal forces of a circular tunnel**

**Rida BEN-SAILAA, Abderrahim ACHOURI, Mohamed Nadir AMRANE**

Department of civil engineering and hydraulics, laboratory Hydraulic Facilities and Environment,  
Faculty of Sciences and Technology, University of Biskra.

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering and Process Engineering,  
USTHB University.

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Sciences and Technology, University of Biskra.

**Corresponding Author Email:** rida.bensailaa@univ-biskra.dz

---

**Abstract:** In this paper, a 2D static analysis study of the internal forces of the Algiers metro tunnel project is performed under conditions of plane strain. The critical soil profile in the extension line project is considered in this study. The Finite element method PLAXIS(2D)<sup>®</sup> program is used for the present numerical model. The soil is modeled using the Mohr-Coulomb model and the linear elastic behavior is taken for the tunnel elements. The numerical analysis results are compared to the analytical approaches case. The results of this study show that the static behavior response of the internal forces represented in normal forces, bending moments, and shear forces in the tunnel lining agrees with the analytical results, especially in the normal forces and the bending moment values. In addition, This study shows that the Finite element PLAXIS(2D)<sup>©</sup> program is a reliable tool for modeling the static behavior of the internal forces in tunnel linings, and also provides valuable insights into how internal forces behave in tunnels, which can be used to improve the design and construction of future tunnel projects.

**Keywords:** Static analysis, Soil, Tunnel lining, PLAXIS<sup>2D</sup> program, Internal stresses,

---

## **Contribution du système d'information dans la mission géotechnique**

**G. Radim<sup>1</sup> H. Djefal<sup>3</sup>, R. Benferhat<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire de la géomatique et de développement durable, Université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, Algérie.

<sup>2</sup> Département de génie civil, Faculté des sciences appliquées, Université d'Ibn Khaldoun de Tiaret, Algérie.

<sup>3</sup> Faculté des sciences et de la technologie, Université Ahmed Ben Yahia Al Wancharissi de Tissemsilt, Algérie.

---

**Résumé :** Tout d'abord les missions de géotechnique sont définies dans la norme NF P 94-500. Cette norme prévoyait que l'optimisation des risques géotechniques passe par l'enchaînement de quatre missions successives commandées par le maître d'ouvrage (les missions G11, G12, G2 et G4.). Dans la pratique, il était constaté que le maître d'ouvrage passait bien souvent commande de la seule mission d'étude géotechnique d'avant-projet (la G12), et consultait les entreprises sur cette seule base. Depuis novembre 2013, la révision de la norme est applicable. Cette révision permet donc une approche beaucoup plus pragmatique et plus lisible des interventions et responsabilités de chacun. Ensuite, le système d'information, c'est-à-dire un programme informatique, permet une bonne gestion et suivi de l'activité de la mission géotechnique en question et ce, afin de remédier aux problèmes liés à la perte de temps lors de la recherche d'information concernant le passif. Le capital d'information recueilli lors d'une mission géotechnique qui est généralement formalisée dans un rapport technique, risque d'être perdu ou mal exploité. Parfois, ce risque est dû aux malveillances, ou à l'information bloquée à l'échelle de l'individu ou à l'échelle du laboratoire. La conception d'une base de données relationnelles (système de gestion de bases de données SGBD) assure le stockage de l'ensemble des informations relatives aux opérations de reconnaissance et d'étude géotechnique, ainsi elle fournit des avantages tels que le gain de temps appréciables dans l'exécution des tâches, la sécurité des informations, la gestion des informations, l'amélioration de la qualité de l'information, la modification des documents et créer d'autres pour s'adapter au nouveau système, ...etc.

**Mots-clés :** Mission géotechnique, Système d'information, Base de données, SGBD, Modèle conceptuel, Relationnel, Modèle physique.

---

## **Influence de la succion sur le comportement mécanique des sols compactés. Application au comportement de la BTC**

**Bouadellah Feredj<sup>1</sup>, Nabil Aboubekr<sup>1</sup>, Bencheikh Mohamed<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aboubakr Belkaid University of Tlemcen, Algeria.

<sup>2</sup>University of M'Sila, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [feredjbouabdellah@gmail.com](mailto:feredjbouabdellah@gmail.com)

---

**Résumé :** Les sols non saturés sont caractérisés par la présence d'une troisième phase gazeuse en plus des deux phases solide et liquide qui composent les sols saturés. La présence de cette phase gazeuse se traduit par une pression interstitielle négative si l'on considère la pression de l'air comme origine des pressions. La pression interstitielle négative confère aux sols non saturés des caractéristiques physiques et mécaniques qui les distinguent des sols saturés, et rendent ainsi insuffisantes la théorie de la mécanique des sols classique qui avait comme hypothèse principale la saturation du milieu. La succion est ainsi un paramètre incontournable pour comprendre et décrire le comportement des sols non saturés. On présente le comportement des sols compactés au voisinage de l'optimum Proctor soumis d'abord à des variations de succion sous contrainte externe nulle. Il s'agit des chemins de drainage-humidification. Ensuite, on s'intéressera au comportement mécanique à succion contrôlée et sa relation avec la distribution des phases. On envisage l'application à une brique de terre comprimée dans le contexte de la construction en terre. Les retombées sont d'ordre écologique et économique.

**Mots clés :** Succion, sol non saturé, sol compacté, comportement, construction en terre

---

## **Conception des mélanges bitumineux à base de sable de dune naturelle pour les environnements chauds et arides**

**Ahmed Berriache<sup>1</sup>, Mohamed Bensoula<sup>2</sup>, Mohamed Zaoui<sup>1,2</sup>, Tahar Kadri<sup>1,2</sup>**

1 Laboratoire de matériaux et procédés de construction (LMPC), Université de Mostaganem

2 Département de génie civil, faculté des sciences et de la technologie, Université de Mostaganem  
ahmedberriache@gmail.com

---

**Résumé :** Le réseau routier trans-désertique est exposé à des énormes dégradations des chaussées en béton bitumineux à cause de la température élevée de ces régions arides, ce qui accélère considérablement le vieillissement de l'enrobé. Généralement, les mélanges bitumineux courants utilisent les fillers de sable de carrière dont les proportions sont mal contrôlées à cause de la diversité des gisements rocheux et de leurs conditions de fabrication. Cet article répond à cette problématique en proposant le sable de dune comme source de fillers d'apport en le broyant puis l'introduire dans le bitume pur pour l'obtention du mélange bitume/fillers. Des essais avec l'appareil du point de ramollissement ont été réalisés sur les bitumes purs et les bitumes purs avec fillers en prenant trois types de fillers qui sont les fillers de sable dunaire (DSF), fillers de sable de carrière (QSF) et fillers normalisé (NSF), ce qui permet de mesurer la différence des températures bille-anneau ( $\Delta TBA$ ) qui est une caractéristique importante du pouvoir rigidifiant des fillers mélangés au bitume. Cette recherche montre que l'introduction des fillers du sable de dune (DSF) dans le bitume améliore considérablement le pouvoir rigidifiant conformément aux normes européennes et par conséquent améliore les performances du béton bitumineux contrairement aux fillers du sable de carrière (QSF), d'où l'utilisation des fillers du sable de dune dans les bitumes permet de réaliser des routes sahariennes en utilisant des matériaux naturels et écologiques et dont l'exécution est plus rapide et moins coûteuse et surtout permet de prolonger leurs durées de vie.

**Mots-Clés:** Route, Filler, Sable, Dune, Température, Bitume.

---

## **SIMULATION NUMERIQUE DES PHENOMENES D'INSTABILITE D'UN SYSTEME DE CONTREVENTEMENT EN ACIER -PFF SOUS CHARGE HORIZONTALE**

**Idriss ROUAZ<sup>1</sup>, Imad BENNOUI<sup>1</sup>, Sid Ali RAFA<sup>1</sup>, Zakaria Ghribi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> National Center of Studies and Integrated Research on Building Engineering (CNERIB), El-Mokrani, Souidania, Algérie.

<sup>2</sup> High National School of Build and Ground Works Engineering (ENSTP) TPITE Laboratory, Kouba, Algiers, Algeria.

---

**Résumé :** Les panneaux de contreventements en ossatures en Profilés d'acier Formé à Froid (PFF) et des plaques structurelles en acier plat sont des systèmes de stabilité latérale, utilisés dans les structures en charpente métallique légère pour résister aux forces horizontales dues au vent et/ou au séisme. Cependant, sous charge latérale, les éléments de ses systèmes de contreventement, tels que les montants et la plaque plates en acier, manifestent souvent des instabilités locales et/ou globales, ayant un effet important sur la réduction de leurs résistances. Ce travail a pour objectif de simuler numériquement, sous un chargement latéral, les phénomènes d'instabilité d'un système de contreventement à base de profilés formés froid. Dans cette optique, la prise en considération de la non linéarité géométrique, matérielle et celle de l'assemblage plaques structurelles-ossature en PFF a été effectuée par une modélisation en élément finis en utilisant le logiciel Abaqus v.2018. À partir des résultats expérimentaux existants dans la littérature, la réponse non-linéaire force-déplacement du modèle numérique a été validée. Ainsi, les phénomènes d'instabilité, à savoir le flambent et le voilement, ont été fidèlement simulés avec la méthode en EF développée dans cette étude. De plus, la résistance de ses systèmes de contreventement a été évaluée. En effet, cette méthode peut être mise en exploitation afin de prédire les instabilités qui se développent dans ce type de système de contreventement sous charge latéral.

**Mots-Clés :** Profilé d'acier formé à froid, système de contreventement, simulations numérique, éléments finis, phénomènes d'instabilité.

---

# **Thème 2**

# **Pathologie et Réhabilitation des Structures**

## **Choix de variantes en vue de substituer un tronçon routier vulnérable aux inondations par l'application des méthodes Topsis et Electre III**

**Manal Ikram Hadjar<sup>1</sup>, Mohamed Zaoui<sup>1,2</sup>, Mohamed Bensoula<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire de matériaux et procédés de construction (LMPC), Université de Mostaganem.

<sup>2</sup> Département de génie civil, faculté des sciences et de la technologie, Université de Mostaganem.

**Corresponding Author Email:** Manalikram.hadjar.etu@univ-mosta.dz

---

**Résumé :** Les méthodes traditionnelles de conception et l'étude des infrastructures routières entraînent des inefficiences en termes de temps, de coûts, de délais et peuvent conduire à des erreurs. Le Building Information Modeling (BIM) représente une avancée technologique majeure dans le domaine de la construction, ayant démontré des avantages significatifs tout au long du cycle de vie d'un bâtiment. Cependant, il subsiste un besoin d'efforts importants dans le domaine des infrastructures routières et autoroutières. L'objectif commun était de faciliter le partage de données et la collaboration sur ces projets. Notre travail se concentre spécifiquement sur les projets routiers et vise à élaborer un modèle BIM 3D pour ce type d'infrastructure, dans le but de favoriser la collaboration entre les acteurs tels que les géomaticiens, topographes, concepteurs de tracés, concepteurs d'ouvrages d'art, hydrologues et hydrauliciens. Durant la phase d'avant-projet sommaire, le choix des variantes revêt une importance cruciale. L'objectif principal de cette phase de recherche est de sélectionner le tracé routier optimal pour substituer un tronçon routier de la CW 42 reliant la ville de Sidi Belattar à la RN 90 au niveau de l'Oued Chélif, choisi comme site d'expérimentation numérique. Une étude comparative a été effectuée par la projection des variantes par l'utilisation d'un document cartographique 2D et au moyen de l'outil INFRAWORKS 3D. Le rangement des alternatives est accompli par l'usage de deux méthodes d'analyse multicritères d'aide à la décision TOPSIS et ELECTRE III. Les résultats émanant de l'application des méthodes suscitées ont révélé des résultats conséquents. Enfin, des recommandations sont formulées en vue de promouvoir de favoriser l'adoption de ce procédé dans le domaine des infrastructures routières et autoroutières au stade de l'avant projet sommaire.

**Mots-clés :** Route, Vulnérable, Inondation, Infraworks, Topsis, Electre III.

---

## **Pathologie et réhabilitation d'un château d'eau capacité :1000 m<sup>3</sup>**

**GUERROUI REDA**

Laboratory of Civil Engineering and Hydraulics, University 8 Mai 1945 of Guelma, Algeria.  
**Corresponding Author Email:** guerroui.redha@gmail.com

---

**Résumé :** Les structures en béton armé sont dimensionnées pour une durée de vie prescrite tout en prenant en compte l'environnement dans lequel ils se trouvent. Pour respecter de telles prescriptions, le concepteur doit connaître parfaitement les différentes pathologies causant la dégradation des ouvrages en béton armé pour une bonne estimation de la durée de vie. Vu la déformation irréversible de sol lors du séisme, les éléments de l'ouvrages doivent être conçus et calculés d'une manière a pouvoir résister à toutes les sollicitations prévus et à présenter une durabilité satisfaisante au cours du temps, tout ça dans le but de garantir une sécurité souhaitable. Enfin, la majorité de ces ouvrages est encore en service et subissent des désordres. Elles sont essentiellement structurelles, et liés à l'étanchéité et des fissurations Les facteurs principaux dégradant de la cuve et de son fût proviennent de l'agressivité de l'eau, des techniques de nettoyage et de désinfection des cuves, pour l'intérieur, et de l'exposition en altitude, l'ensoleillement différentiel, les cycles gel/dégel, les intempéries (neige et vent) pour l'extérieur.

**Mots-clés :** Château D'eau, Désordres, Géotechnique, Structure, Pathologie

---

## **Analyse de l'influence du rapport de résistance poteau/poutre sur la performance sismique des portiques en béton armé**

**Mohamed Mimouni<sup>1</sup>, Lamia Kharroubi<sup>1</sup>, Djamel El Ddine Kerdal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire Matériaux et Structures, Département de Génie Civil, Université Ibn Khaldoun - Tiaret, Zaaroura, B.P. 78, Tiaret, Algérie.

<sup>2</sup> LM2SC, Département de Génie Civil, U.S.T.O.M.B., B.P. 1505 El M'Naouer, Oran, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [mohamed.mimouni@univ-tiaret.dz](mailto:mohamed.mimouni@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** Les liaisons poteau/poutre jouent un rôle essentiel dans la résistance globale des portiques en béton armé lors d'événements sismiques. Les séismes d'Al Asnam le 10 octobre 1980 et de Boumerdes le 21 mai 2003 en Algérie ont mis en évidence la défaillance des liaisons poteau/poutre comme cause d'effondrement des bâtiments. La robustesse d'un bâtiment sous sollicitation sismique peut être sensiblement améliorée si on maîtrise la dissipation de l'énergie sismique acquise par la structure lors de ses oscillations. Ainsi, il est judicieux de prévoir des zones préférentielles de dissipation d'énergie dans l'ossature. Cela explique le souci de la plupart des règlements parasismiques de conférer aux poteaux une résistance supérieure à celle des poutres. Le RPA99/version2003 suggère une valeur minimale du rapport de résistance poteau/poutre égale à 1.25, tandis que les codes sismiques d'autres pays préconisent des ratios plus élevés. Dans ce travail, un bâtiment existant typique en béton armé de cinq niveaux, implanté à Alger, a été choisi comme exemple d'étude. Une modélisation numérique tridimensionnelle non linéaire par une analyse Pushover a été effectuée au moyen du logiciel SAP 2000. La recherche a étudié l'influence de la valeur du rapport de résistance poteau/poutre sur la performance sismique du bâtiment en modifiant la hauteur puis le taux d'armatures longitudinales des poutres tout en maintenant les dimensions des poteaux constantes. Les résultats trouvés montrent que les deux paramètres d'étude ont un effet significatif sur la capacité de résistance et sur les niveaux d'endommagement des portiques. Une valeur appropriée du rapport de résistance à la flexion entre le poteau et la poutre est cruciale pour établir un mécanisme de "poteau fort/poutre faible", car des valeurs inadéquates peuvent entraîner une défaillance prématurée de la structure. A travers la présente étude, la valeur du rapport de résistance poteaux/poutres spécifiée dans le RPA99/version 2003 semble insuffisante pour garantir le principe du "poteau fort/poutre faible" et pour éviter la formation d'un mécanisme d'étage sous chargement sismique.

**Mots-clés :** Liaisons poteau/poutre, Portiques en béton armé, Action sismique, Résistance, Rotules plastiques, SAP, Pushover.

---

## **Analyse des contraintes d'interface dans les poutres consoles en béton armé endommagées réparées par différents types de composites : effet de l'orientation des fibres**

**Abderezak RABAHI<sup>1,2</sup>, Rabie BENFARHAT<sup>1,2</sup>, Belkacem ADIM<sup>2,3</sup>, Tahar HASSAINE DAOUADJI<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Département de Génie Civil, Université d'Ibn Khaldoun, Tiaret – Algérie.

<sup>2</sup> Laboratoire de Géomatique et le Développement Durable, Université d'Ibn Khaldoun, Tiaret – Algérie.

<sup>3</sup> Département de Génie Civil, Université d'Ibn Khaldoun, Tiaret – Algérie.

**Corresponding Author Email:** rabahi.abderezak@gmail.com

---

**Résumé :** Avec le temps, le béton armé est soumis à de nombreux facteurs pouvant être mécaniques, physiques ou chimiques, ou liés à des erreurs de calcul, il est donc nécessaire de choisir des techniques de renforcement et de réparation. Parmi les techniques de renforcement existantes, les matériaux composites se sont récemment développés et sont de plus en plus couramment utilisés comme alternative aux matériaux conventionnels, principalement en raison de leur haute résistance et rigidité spécifique, mais aussi à cause de leurs propriétés mécaniques ajustables dans des grandes proportions. Cependant, un problème important est associé au renforcement en flexion des poutres en béton armé : le décollement de la plaque de renforcement. En effet, depuis que le renforcement par les matériaux composites a été mis en œuvre, de nombreux essais en laboratoire ont permis de conclure que le délaminage de la plaque de renforcement est le mode de rupture le plus fréquent dû à une forte concentration des contraintes au bord de la plaque de renforcement. Dans ce travail, nous présentons une méthode analytique basée sur le principe de compatibilité des déformations permettant le calcul des contraintes à l'interface composite – béton en prenant en considération l'effet d'endommagement de béton de la poutre console. Les résultats obtenus sont avec les résultats issus de la littérature. Une étude paramétrique a été réalisée afin de mettre en évidence l'impact sur d'autres données.

**Mots-clés :** Réparation, Poutre console, Matériaux composites, Endommagement de béton, Contrainte d'interface.

---

## **Strength of confined reinforced concrete columns reinforced by different types of composites**

**Abderezak RABAHI<sup>1,2</sup>, Belkacem ADIM<sup>2,3</sup>, Tahar HASSAINE DAOUADJI<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Civil Engineering, University of Ibn Khaldoun, Tiaret – Algeria.

<sup>2</sup> Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Ibn Khaldoun University, Tiaret – Algeria.

<sup>3</sup> Department of Civil Engineering, Ibn Khaldoun University, Tiaret – Algeria.

**Corresponding Author Email:** rabahi.abderezak@gmail.com

---

**Abstract:** In recent years, the rehabilitation has been the subject of extensive research due to the increase in expenditure on reinforcement and repair of built works. In any case, it is imperative to carry out methods of strengthening or repairing structural elements, and this following an inspection of analysis and methodology of a good diagnosis. Reinforced concrete poles are important elements in building structures. This research deals with the behavior of reinforced concrete poles, confined by FRP. It allows comparing the impact of the used point-of-view process on resistance and deformation of sections of the rehabilitated elements compared to the initial sections. The various results obtained allowed us to observe a considerable increase in the resistance and deformation capacity of the reinforced sections, without a significant increase in the weight of the rehabilitated elements. This work concerns the study of the axial behavior resulting from the effect of external confinement obtained by an envelope made of composite materials based on various fibers (AFRP, CFRP, GFRP, and Bore). A parametric study will be conducted on all the tested specimens to observe their influence on the behavior of the confined containers.

**Keywords :** Concrete poles, FRP confinement, Composite materials, Resistance, Rehabilitation.

---

## **Influence de l'utilisation des codes réglementaires sur le diagnostic des pathologies des ponts cadres en béton armé**

**Lakhal Sebahi<sup>1</sup>, Mohamed Bensoula<sup>2</sup>, Mohamed Zaoui<sup>1,2</sup>, Tahar Kadri<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de matériaux et procédés de construction (LMPC), Université de Mostaganem.

<sup>2</sup>Département de génie civil, faculté des sciences et de la technologie, Université de Mostaganem.

**Corresponding Author Email:** [lakhal.sebahi.etu@univ.mosta.dz](mailto:lakhal.sebahi.etu@univ.mosta.dz)

---

**Résumé :** La durée d'utilisation des ponts conduit à son vieillissement et donc à la perte de certaines de leurs caractéristiques, d'où l'importance d'une auscultation spécialisée pour qu'ils puissent assurer leur fonction pendant la durée de vie qui leur été assignée. La sécurité de ces ponts doit également être assurée compte tenu de l'augmentation de la charge des poids lourds circulant réellement et qui les traversent. Le but de cette recherche est d'étudier l'influence de l'utilisation des codes réglementaires Algérien et Européen sur le diagnostic des pathologies des ponts cadres en béton armé. Pour réaliser ce but, un pont cadre de longueur totale de 37,2 m située dans la wilaya de Tiaret en Algérie est expertisé, il est constitué de deux parties, une coulée sur place et l'autre préfabriquée en béton armé, il est classé de faible sismicité et comme pont important d'après le règlement parasismique Algérien. Un diagnostic de l'état du pont a été réalisé en se basant sur une inspection préliminaire visuelle en faisant un constat schématique et photographique des principaux désordres et une autre inspection basée sur l'expérimentation en réalisant plusieurs essais in situ et en laboratoire, ce qui a conduit à le classer en 2E selon le manuel image de la qualité des ouvrages d'art (IQOA). Deux types de chargements réglementaires sont appliqués dans cet article qui sont le règlement Algérien en vigueur et le règlement Européen l'Eurocode 1 dans le but de réaliser une simulation numérique comparative en utilisant la contrainte de compression la plus basse trouvée lors de l'expérimentation sur les carottes prélevées du pont expertisé. Les résultats de ces travaux ont confirmé le côté sécuritaire de la réglementation européenne car il répond correctement à l'évolution des chargements, d'où toute vérification future de l'état pathologique des ponts cadres existants doit se référer à l'Eurocode comme code de chargement.

**Mots-clés :** Pont Cadre, Béton Armé, Pathologie, Auscultation, Diagnostic, Règlement, Eurocode.

---

## **Analysis of the interfacial stresses in damaged RC beams strengthened by prestressed CFRP plate: effect of the mechanical characteristics of composite plate**

**Tahar HASSAINE DAOUADJI <sup>1,2</sup>, Abderazak RABAHI <sup>1,2</sup>, Rabia BENFERHAT <sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Géomatique et Développement Durable, Université Ibn Khaldoun-Tiaret Algérie.

<sup>2</sup>Département de génie civil, Université Ibn Khaldoun-Tiaret ; BP 78 Zaaroura, 14000 Tiaret, Algérie.

**Corresponding Author Email:** daouadjitahar@gmail.com

---

**Abstract:** In this paper, the problem of interfacial stresses in damaged reinforced concrete beams strengthened by externally bonded prestressed CFRP composite plate is analyzed using linear elastic theory. This present study starts with a review of approximate closed-form solutions for interfacial stresses, identifying their assumptions and limitations, thereby clarifying the differences between these solutions. The model is based on equilibrium and deformations compatibility requirements in and all parts of the strengthened beam, i.e. the damaged concrete beam, the CFRP plate and the adhesive layer. The theoretical predictions are compared with other existing solutions. Finally, numerical results from the present analysis are presented to study the effects of various parameters of the beams on the distributions of the interfacial stresses. This research is helpful for the understanding of the mechanical behaviour of the interface and design of such structures.

**Keywords:** Damaged concrete beam; Interfacial stresses; Strengthening; Prestressed CFRP plates; Adherend shear deformation.

---

## **Comportement à la flexion des bétons à base de fibres plastique (PET) et métalliques soumis à haute température**

**Ourdia FEDAOUI-AKMOUSSI<sup>1</sup>, Tarik BEN CHABANE<sup>1</sup>, Fatma KHELOUI<sup>1</sup>, Mariem TAYEBI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de modélisation des matériaux et des structures de génie civil, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

**Corresponding Author Email:** [fedaouio@yahoo.fr](mailto:fedaouio@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Les bétons fibrés à température ambiante présentent des caractéristiques mécaniques intrinsèques très satisfaisantes. Cependant, beaucoup de questions restent posées en ce qui concerne leur comportement lorsqu'ils sont soumis à des conditions de hautes températures tels que les incendies. L'objectif de ce travail est d'étudier le comportement à la flexion des bétons renforcés de fibres métalliques et fibres plastiques (PET) issues des déchets de récupération soumis à haute température. La résistance à la flexion 3 points ainsi que la perte de masse des échantillons soumis à des cycles de chauffage-refroidissement jusqu'à une température maximale de 600°C et 800°C ont été présentés. A 600°C, le béton de fibres métalliques et béton de fibres plastiques ont présenté une perte de masse presque de même grandeur et légèrement inférieure à celle du béton témoin. Alors que le béton de fibres mixte (BFMP) a présenté une perte de masse légèrement supérieure à tous les autres types de bétons. Pour les différentes températures, les bétons de fibres métalliques (BFM) ont montré une résistance à la flexion supérieure par rapport aux bétons de fibres plastique PET (BFP) et aux bétons de fibres mixtes (BFMP). À 600°C, les différents bétons étudiés n'ont pas présenté de dégradation visible à l'œil nu comme détachement de matière. Par contre à 800°C, les bétons de fibres mixtes ont présenté des petites zones écaillées, tandis que les bétons contenant des fibres métalliques et fibres plastique (PET) ont développé des réseaux de microfissures sans détachement de matière.

**Mots-clés :** Béton, Déchets, Fibres plastique PET, Fibres métalliques, Haute température.

---

## **Etudes des pathologies d'une digue par le logiciel Plaxis**

**Keddouri Ahmed<sup>1</sup>, Aboubekr Nabil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ziane Achour University, Department of Earth Sciences and Universe, BP 3117, 17000 Djelfa, Algeria.

<sup>2</sup> Université, Tlemcen Laboratoire, eau et ouvrages dans leurs environnements

**Corresponding Author Email:** [keddouri.ahmed@gmail.com](mailto:keddouri.ahmed@gmail.com)

---

**Résumé :** Sous l'action d'un écoulement interne provenant du réservoir; la digue d'oued kreirech dans la wilaya de Djelfa, a subi une dégradation au niveau de sa fondation, qui a engendré une perte d'étanchéité, avec des fuites excessives accompagnées d'une migration des grains de sol, qui ont provoqué un phénomène d'érosion interne. L'érosion interne est un phénomène qui a fait couler beaucoup d'encre par les scientifiques et les chercheurs, du fait qu'elle est la cause de 46% des ruptures de barrages en terre, et donc responsable de désastres humains et financiers. Il est primordial de comprendre les processus qui conduisent à ce phénomène, et de développer les modèles qui permettraient de prévoir ces catastrophes. Concernant les données relatives au site, on s'est basé sur un rapport géotechnique contenant quatre sondages carottés ainsi que des essais d'identification physiques chimiques et mécaniques, complété par d'autres types d'essais (dispersivité, pinhole test) au niveau des zones de fuites en amont et aval de l'ouvrage. La réhabilitation des pathologies nécessite la mise en place d'un système de tapis étanche en géo membrane pour augmenter le chemin d'écoulement, avec para fouille au niveau du pied amont, ainsi qu'un processus de puits drainants aménagés à l'aval afin de minimiser les percolations. Une modélisation aux limites à l'aide du code Plaxis a permis de valider les solutions proposées pour améliorer la sécurité de l'ouvrage

**Mots-clés :** Barrage en terre; Pathologie; Erosion interne; Modélisation; Plaxis

---

## **Incorporation d'une argile calcinée dans un béton ordinaire**

**DRAOUI Aicha<sup>1</sup>, SAHOUANE Abdelkader<sup>2</sup>, HEMIDA Ikram<sup>1</sup>, BENDJAMAA Zakia Hayet<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Université de TIARET,

<sup>2</sup>Université de TISSMSSILT

**Corresponding Author Email:** adraoui@yahoo.fr

---

**Résumé :** Les ajouts cimentaires font actuellement partie des développements les plus récents dans la production du ciment, car leurs utilisations apportent une amélioration des propriétés mécaniques des matériaux cimentaires (mortier ou béton). D'autre part leurs utilisations ont pour objectifs de réduire la consommation de clinker, en contribuant de manière simple et économique à résoudre les problèmes liés à l'environnement. Ce travail expérimental étudie les avantages et la possibilité de substitution partielle du ciment par l'ajout de l'argile brut et calcinée de la région de FRENDA dans le mortier. Cette étude expérimentale consiste à préparer un mortier, en remplaçant un certain pourcentage de ciment par l'ajout d'un argile brut et calcinée à 800 C°, (5%, 10%, 15%, 20%). Les propriétés mécaniques du mortier à l'état durcis (la résistance mécanique à la compression et à la traction par flexion à trois points), ont été étudiées. D'après les résultats expérimentaux obtenus, il ressort que la quantité d'ajout argile calcinée est un paramètre qui influe sur la variation des résistances mécaniques (flexion et compression) des mortiers testés.

**Mots-clés :** Mortier, Ciment, Argile, Calcination, Résistance de compression

---

## **Renforcement des sols par nappes en géotextiles à parement cellulaire**

**Zagaar Yamina**

Département génie civil, université Ibn Khaldoun, Tiaret.  
**Corresponding Author Email:** [yamina.zagaar@univ-tiaret.dz](mailto:yamina.zagaar@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** Ce travail a pour objectif le renforcement d'un remblai d'accès de l'échangeur Didouche Mourad – Constantine présentant une instabilité suite à une étude par le logiciel GEO-SLOPE, le remblai objet de cette étude a été renforcé par des nappes en géotextiles à parement cellulaire espace de 25 cm, 50 et 75 cm. Une étude a été menée par le logiciel CARTAGE afin de déterminer la distribution des efforts dans les différents lits de renforcement en fonction du comportement avant rupture du système géotextile-sol. En se basant sur le fait que les poussées sont plus importantes dans la partie inférieure du remblai et par conséquent les contraintes de cisaillement sont plus développées, l'espacement des armatures sera plus réduit. Dans un souci d'un bon dimensionnement technico- économique le remblai sera calculé pour le renforcement est de 0 à 4 m espace par 25 cm et de 4 à 8m espacé par 50cm. A l'issus de cette étude nous avons constaté que l'étude du remblai a montré que les renforcements du sol par les nappes en géotextile confèrent une bonne stabilité au sol, cette stabilité est fonction des espacements des nappes, elle est d'autant plus importante lorsque l'espacement est réduit.

**Mots-clés :** Renforcement, Caractéristique mécanique, CARTAGE, Géotextile, Coefficients de sécurité, Technico-économique.

---

## **Experimental and numerical modeling of the axial behavior of a new cork waste based-ecofriendly material**

**Abdelmadjid SI SALEM<sup>1,3</sup>, Souad AIT TALEB<sup>2,3</sup>, Sara MEDJMADJ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratory of Construction Engineering and Architecture (LGCA), University of Bejaia, Algeria

<sup>2</sup>Laboratory L2MSGC, University Mouloud Mammeri of Tizi Ouzou, Algeria

<sup>3</sup>Civil Engineering department, University Mouloud Mammeri of Tizi Ouzou, Algeria

**Corresponding Author Email:** [abdelmadjid.sisalem@ummto.dz](mailto:abdelmadjid.sisalem@ummto.dz)

---

**Abstract:** Cork wastes issued from factories was considered as main factor affecting the environment pollution. In this respect, an eco-friendly design based on bio-recycling and recovery of agglomerate cork waste from an aggregate to manufacture a biobased material is proposed. The novel designed sample intended for panels usage as facades and separation walls of civil engineering structures, allowing thus the improvement of the mechanical and thermal features. Indeed, the present work aims to experimentally and numerically study the axial behavior of samples with standard dimensions based on plaster reinforced and lightened by additions of cork waste. The cork waste treated and crushed with a specific particle size was randomly arranged along the height of the specimens. The manufactured samples tested under axial compression were also modeled using nonlinear finite element structural analysis. The overall behavior of tested and simulated members was satisfactory comparable to the experimental results reported in the literature, and manifested excellent thermal properties, affirming the effectiveness of the designed building material. The obtained test and simulation outcomes provide the positive influence of cork addition on the rupture modes of the new designed samples to respond to the criteria of environmental requirements.

**Keywords:** Cork wastes, Eco-friendly design, Mechanical behavior, Axial compression, Numerical simulation.

---

## **Modeling of mechanical operation of a reinforced concrete beam corroded under loading**

**Abdelkader BENMELOUKA<sup>1</sup>, Lazhar HARICHE<sup>2</sup>**

Université ZIANE Achour DJELFA  
benmelouka.abdelkader@yahoo.com

---

**Abstract:** The behavior of concrete is nonlinear and complex, a 3d model of a concrete beam is prepared using concrete damage plasticity approach through using abaqus software, this work proposes a modeling of mechanical operation of a reinforced concrete beam corroded under loading, the originality of this modeling is based on an approach of vision of the local phenomena by taking into account the corrosion of steel bars embedded in concrete and reduction of the sections of steels and in parallel the increase and expansion of the volume due to the formation of corrosion products as well as the openings of the cracks. four series of scaled beams were tested, each series containing six beams, three of which were subjected to reinforcement corrosion while the other three were used as un-corroded control beams, all the beams were subjected to a four-point bending load arrangement, a finite element (fe) model similar to the experimental conditions with varying loading conditions and different corrosion states was generated in abaqus. the results obtained are compared with the results of the tests on reinforced concrete beams subjected to accelerated corrosion. the importance of the shape and distribution of steel reinforcements in the tensile part of reinforced concrete beams when there is a risk of degradation due to corrosion. for a comparable steel section, the beams with two y12 bars and those with three y10 bars have lower deformations than the beams with a single y16 bar of reinforcement in the tensile zone of reinforced concrete beams.

**Keyword:** corrosion, cracking, bond, reinforced, concrete, modèle, structures, openings of the cracks.

---

# **Thème 3**

# **Matériaux Composites et**

# **FGM**

## **Caracterisation rheologique d'un beton autoplaçant a base du laitier granule de haut fourneau**

**Ibtissem ALLALI <sup>1,4</sup>, Larbi BELAGRAA <sup>1,3</sup>, Miloud BEDDAR <sup>4</sup>, Oussama KESSAL <sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Laboratoire des Matériaux et Mécaniques des Structures, Département de génie civil, Faculté de technologie, Université M<sup>ed</sup> Boudiaf de M'sila (28 000), Algérie.

<sup>2</sup> Département de génie civil, Faculté des Sciences et technologie, Université -Elbachir Ibrahimi, Bordj Bou Arréridj (34 030), Algérie.

<sup>3</sup> Laboratoire des Matériaux et Systèmes Electroniques (LMSE), Faculté des Sciences et technologie, Université -Elbachir Ibrahimi, Bordj Bou Arréridj (34 030), Algérie.

<sup>4</sup> Laboratory of materials and Mechanics Structures (LMMS), Faculty of Technology, M<sup>ed</sup> Boudiaf University of M'sila (28 078), Algeria.

**Corresponding Author Email:** [ibtissem.allali@univ-msila.dz](mailto:ibtissem.allali@univ-msila.dz)

---

**Résumé :** Les additions minérales sont des composants indispensables lors de la formulation d'un béton autoplaçant. La finesse et le dosage de ces ajouts en addition au ciment sont les paramètres les plus influents sur le comportement rhéologique des BAP et par conséquent sur la stabilité. L'objectif principale de notre étude est de caractériser expérimentalement l'effet de la finesse et du dosage du laitier granulé de haut fourneau sur la stabilité dynamique et statique du béton autoplaçant. La caractérisation de différents mélanges de BAP confectionnés avec 5 et 10 % du laitier selon les différentes finesses (2000, 3000 et 4000 cm<sup>2</sup>/g), a été fait à l'état frais par l'essai de la boîte en L (stabilité dynamique) ainsi que l'essai de la stabilité au tamis (stabilité statique). Les résultats obtenus montrent clairement que la variation du dosage et de la finesse ont un effet significatif sur la stabilité du béton autoplaçant.

**Mots-clés :** Stabilité dynamique, stabilité statique, additions minérales, finesse, béton autoplaçants.

---

## **Analyse paramétrique des poutres en acier renforcées par des matériaux composites (MEF)**

**Ali Safa<sup>1</sup> & Sahraoui Aissat<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Recherche des Technologies Industrielles / Département de Génie Mécanique

<sup>2</sup>Université Ibn Khaldoun – Tiaret / Algérie

**Corresponding Author Email:** ali.safa@uni-tiaret.dz

---

**Résumé :** Les poutres constituent un élément fondamental des structures et des machines. Elles sont utilisées pour des applications industrielles variées. Celles-ci et après un certain nombre de cycles de travail sont sujettes à la fatigue et perdent leurs propriétés mécaniques et physiques. Afin d'éviter ces problèmes concrets, la réhabilitation et le renforcement de ces structures composites ont été envisagés dans ce travail. Le choix du type et de la nature du renfort ainsi que l'agencement des fibres sont toujours réalisés selon les propriétés finales désirées. L'étude est menée sur des poutres en acier, renforcées par deux matériaux composites (Carbone époxyde et Polymère renforcé par des fibres de verre) avec une seule couche et 2 couches de renfort travaillant en flexion trois points. Nous avons étudié l'effet de l'orientation des fibres de renfort et de la longueur des poutres sur la flèche des poutres renforcées. Les résultats montrent que le renforcement par carbone-époxyde(CE) offre une meilleure résistance que le polymère renforcé de fibres de verre (PRF) pour différents angles d'orientation et pour différentes longueurs des poutres.

**Mots-clés :** Poutres, Composite, Carbone-époxyde, Fibres de verre, Renfort, Résistance, Rigidité.

---

## **Modélisation numérique du fluage des Composites unidirectionnels à Matrice Polymère Viscoélastique**

**NADJET. BERREKHEROUKH <sup>1</sup>, MUSTAFA.LALLAM<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Département de Génie Civil, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Mascara, BP 763, Route de Mamounia 29000, Mascara, Algérie.

<sup>2</sup>Laboratoire Mécanique des Structures, Université de Tahri Mohamed, Béchar 08000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** n.berrekheroukh@univ-mascara.dz

---

**Résumé :** Par le present travail, des modeles numeriques sont proposes pour étudier le comportement de fluage d'un composite renforce uni- directionnellement par des de fibres alfa. La reponse au fluage et le mécanisme de défaillance ont été simulés, en introduisant le critère de défaillance tsai-wu sous le logiciel dynamique explicite ansys. Une perturbation de contrainte a été remarquée en raison d'une fracture de fibre qui se propage aux fibres voisines les plus proches. Cette perturbation a été confirmée par la photoélasticité lors des essais de fluage. Le contour et les franges nous ont permis d'avoir une distribution précise des champs de contrainte près des fibres cassées montrant les concentrations de contrainte de cisaillement locales au cours du temps. La presente étude offre une réelle contribution scientifique au comportement de fluage de la résistance des composites biosourcés par la méthode d'éléments finis et photoélasticite.

**Mots-clés :** Comportement fluage ; Photoélasticité ; Fibres Alfa; Résistance composite; Fracture, ANSYS.

---

## **Étude expérimentale de la fissuration des poutres en béton de fibres**

**Touhami TAHENNI**

Laboratoire d'Acoustique et de Génie Civil, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Djlali Bounaama de Khemis Miliana, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [t.tahenni@univ-dbkm.dz](mailto:t.tahenni@univ-dbkm.dz)

---

**Résumé :** Dans ce travail, des essais en flexion trois points ont été entrepris sur des éléments poutres en Béton armé Ordinaire (BO) et en Béton armé à Hautes Performances (BHP) renforcées en fibres d'acier avec faible fraction volumique (0.5%), pour étudier le comportement à la fissuration de ces spécimens. Des mesures des ouvertures de fissures ont été prélevées au fur et à mesure du chargement des poutres jusqu'à la rupture. Les ouvertures de fissures mesurées ont été comparées aux valeurs théoriques prédites par les trois règlements majeurs de conception en béton armé, à savoir le règlement Américain ACI 318-05, le règlement Britannique BS 8110-97 et le règlement européen Eurocode 2-04. Parmi les trois règlements considérés, le ACI semble celui qui surestime le plus les ouvertures de fissures des éléments en béton armé. L'Eurocode 2 et le BS 8100 semblent être rationnels du fait que tous les paramètres influents sur la fissuration du béton sont pris en considérations par les modèles empiriques de ces règlements.

**Mots-clés :** Fissuration, Ouvertures de fissures, Béton ordinaire, Béton à hautes performances, Fibres d'acier.

---

## **Experimental Investigation of Mechanical Properties of Alfa Fibers Polymer Composite: Effect of SiO<sub>2</sub> nano-filler**

**Mokhtar KHALDI<sup>1</sup>, Foudil KHELIL<sup>1</sup>, Zouaoui SEREIR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, Mustapha Stambouli University of Mascara, Algeria.

<sup>2</sup> University of Science and Technology of Oran Mohamed-Boudiaf. Algeria.

---

**Abstract:** In the present study, we investigate the effect of introducing SiO<sub>2</sub> nano-filler in alfa fibers/greenpoxy composite on their mechanical characteristics. Samples with five different mass fractions of nano-fillers namely 0%, 1%, 2%, 3%, and 4% were tested in this work. The tensile, compressive and impact strengths of the composites were investigated. The results show that the highest tensile strength, compressive strength, and impact strength were obtained using the samples with 2 % of nano-filler which represent increases of 22.8%, 25.71% and 21.78 %, respectively compared with those of 0% SiO<sub>2</sub> nano-filler. Against all expectations, beyond 2% SiO<sub>2</sub>, the improvement was not impressive.

**Keywords:** Alfa fibers, greenpoxy, SiO<sub>2</sub> nano-filler, Mechanical properties.

---

## **Étude comparative de la conductivité électrique dans les nanocomposites graphène/polymère : impact des distributions bidimensionnelle et tridimensionnelle des nanofeuilles**

**Maroua Nihel BENABDALLAH, Sidi Mohamed BENHAMOU**

<sup>1</sup>Laboratoire de Recherche sur les Macromolécules, Bloc Laboratoires de Recherche, Faculté des Sciences, Pôle Rocado, Université de Tlemcen, Algérie.

<sup>2</sup>Département du Second Cycle, Filière Electrotechnique, Ecole Supérieure en Sciences Appliquées de Tlemcen, BP 165 RP Bel Horizon, 13000 Tlemcen, Algérie.

**Corresponding Author Email:** marouanihel45@gmail.com

---

**Résumé :** Ce travail compare la conductivité électrique des nanocomposites graphène/polymère dans le cas de deux types de distribution des nanofeuilles de graphène : bidimensionnelle (2D) et tridimensionnelle (3D). Le modèle théorique de Mark Weber et Musa R. Kamal, perfectionné par Yasser Zare et ses collaborateurs, sera développé pour s'adapter à une distribution bidimensionnelle (2D) des nanofeuilles de graphène. Une analyse des effets des principaux paramètres, à savoir la fraction volumique, la conductivité électrique, le diamètre et l'épaisseur des nanofeuilles de graphène (leurs dimensions), ainsi que le diamètre de contact, l'épaisseur de l'interphase entre le polymère et les nanofeuillets de graphène, la distance entre les nanofeuilles de graphène voisins, le nombre de contacts entre les nanofeuilles de graphène et l'angle d'orientation des nanofeuilles de graphène, sera menée sur la conductivité électrique du nanocomposite polytéréphtalate d'éthylène (PET)/graphène. Les résultats obtenus montrent que l'augmentation de la fraction volumique et de la conductivité électrique des nanofeuilles de graphène, des nanofeuilles de graphène minces et larges, une interphase épaisse, une petite distance d'effet tunnel, un faible angle d'orientation des nanofeuillets de graphène, un nombre et un diamètre de contact plus élevés conduisent à une amélioration de la conductivité électrique du nanocomposite (PET)/graphène et à une diminution du seuil de percolation. L'analyse de ces différents effets sur la conductivité électrique du nanocomposite PET/graphène montre qu'une distribution bidimensionnelle des nanofeuilles de graphène offre une meilleure conductivité électrique par rapport à celle de la distribution tridimensionnelle.

**Mots-clés :** nanocomposite polymère/graphène, conductivité électrique, nanofeuillets de graphène, seuil de percolation.

---

## **Modeling of Lime-Columns as Reinforcement for Subgrade Soil Structure using PLAXIS-2D Software: A Case Study of the Harchoun Highway Section, Chlef, Algeria**

**Hamid Gadouri<sup>1</sup>, Brahim Meziani<sup>1</sup>**

*Khemis Miliana University, Road Theniet El-Had Khemis Miliana 44225, Algeria.*

**Corresponding Author Email:** [Hamid.gadouri@univ-dbk.m.dz](mailto:Hamid.gadouri@univ-dbk.m.dz)

---

**Abstract:** Developing road infrastructure is vital for global economic growth, ensuring safe travel for passengers. Numerical modeling is crucial for analyzing road pavement stability under vehicle stress, reducing costs, and expediting construction. The goal of this work is to study roadway responses using PLAXIS-2D software under different subbase layer treatments: untreated and lime-treated subbase layers, subject to road traffic impact. Two models were created: Model-A with an untreated 0.9m subbase layer, tested under minor (200 kPa) and major (600 kPa) loads, simulating light and heavy traffic, respectively. Model-B maintained the same structure but included 8% lime-treated subbase layers at 0.3m and 0.6m thickness, with lime-treated soil columns spaced at 0.7m, 1.4m, and 2.1m intervals. However, three key parameters were considered: load conditions, lime treatment's geotechnical impact, and subbase layer thickness. Results showed displacements in both models exceeding an unacceptable threshold ( $> 3\text{cm}$ ). However, the configuration with a 0.6m lime-treated subbase layer, supported by lime-treated columns spaced 2.1m apart, exhibited displacements below 3cm. This specific setup proved to be the most cost-effective solution, delivering acceptable displacements and a safety coefficient of  $F_s = 1.2$  under a major load of 600 kPa.

**Keywords:** Road traffic loads, Geotechnical properties, Numerical modeling, PLAXIS-2D software, Subbase layer (SL), Lime-treated soil columns, Displacements

---

## **Photocatalytic activity on industrial textile degradation of magnetic ferrihydrite/diatomite/ composites**

**Walid REZIG<sup>1</sup>, Mohammed HADJEL<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratory of Sciences, Technology and Process Engineering LSTPE; Faculty of Chemistry; Department of Chemical Engineering; University of Sciences and the Technology of Oran Mohamed Boudiaf USTO-MB ; BP 1505 El M<sup>na</sup>oueur Bir El Djir 31000 Oran ; Algeria.

<sup>2</sup>Laboratory of Sciences, Technology and Process Engineering LSTPE; Faculty of Chemistry; Department of Physical Chemistry ; University of Sciences and the Technology of Oran Mohamed Boudiaf USTO-MB ; BP 1505 El M<sup>na</sup>oueur Bir El Djir 31000 Oran ; Algeria.

**Corresponding Author Email:** [walidrzg@gmail.com](mailto:walidrzg@gmail.com)

---

**Abstract:** Ferrihydrite silicide is widely used to realize contact terminals of integrated circuits and is usually formed by ex-situ heating treatments in-situ reactions during sputter deposition of a ferrihydrite with SiO<sub>2</sub> of diatomite have been investigated in this work, by means of x-ray diffraction, x-ray fluorescence, infrared spectroscopy, scanning electron microscopy. Diatomite which will be modified by iron “the deposit of ferrihydrite on raw diatomite by FeCl<sub>2</sub>, and NaOH. Comparison of XRD results proves that raw diatomite has an irregular structure but it becomes more regular at ferrihydrite modified to obtain ferric oxides different phases from cristallinities are: ferrihydrite, maghemite, magnetite, akaganeite, hematite, goethite, and schwertmannite. Kinetics photodegradation (photocatalytic degradation) depends a pH solution Vat Green 03 textile dye. It is more important with low pH (pH= 4). Ferrihydrite modified diatomite (DMF1) offer a great potential for dyes eliminations and their wastewaters.

**Keywords :** Ferrihydrite, Silicide, Diatomite, Ferric Oxides, Dye.

---

## **Caractérisation et simulation numérique du comportement à l'impact et en post-impact d'un composite sandwich CFRP/Nomex®**

**Maroua BARBERIS<sup>1</sup>, Yazid FIZI<sup>1</sup>, Layachi BOUSSOUAR<sup>1</sup>**

Institut d'Optique et Mécanique de Précision Université Ferhat Abbas Sétif 1– UFAS1  
**Corresponding Author Email:** [yazidfizi04@gmail.com](mailto:yazidfizi04@gmail.com)

---

**Résumé :** Jusqu'à aujourd'hui, l'expérimentation a été utilisée pour caractériser le comportement des sandwichs sous impact. Cependant, ces techniques expérimentales ne fournissent parfois pas suffisamment d'indications aux ingénieurs chargés du calcul et de la mise en service des structures, lorsqu'ils comparent les valeurs théoriques calculées aux valeurs expérimentales mesurées. De plus, les essais expérimentaux donnent souvent une réponse globale qui fournit peu de détails à une échelle locale. De nos jours, une alternative plus économique est offerte par les modélisations analytiques et numériques. Notre travail concentre sur la simulation numérique du comportement à l'impact et post-impact d'un sandwich CFRP/Nomex®. Le matériau composite CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) est associé à une âme en nid d'abeille Nomex® pour former la structure sandwich. Concernant le comportement en flexion, les résultats expérimentaux sont comparés aux simulations numériques effectuées à l'aide d'un modèle par éléments finis. Le modèle de la structure sandwich, les propriétés des matériaux et les lois de comportement sont présentés. Concernant le comportement mécanique, les résultats expérimentaux sont comparés aux simulations numériques effectuées à l'aide d'un modèle par éléments finis. Le modèle de la structure sandwich et la loi de comportement utilisés, permettant de simuler la variation des contraintes et l'endommagement après le test. Les tests de flexion après impact ont également été évalués d'un point de vue numérique.

**Mots-clés :** Composite CFRP/Nomex, Impact, Endommagement, Élément finis, Post-impact.

---

## **Effet du milieu de vieillissement sur les propriétés mécaniques d'un composite stratifié verre /polyester**

**Benkheira Ameer<sup>1</sup>, Houari Amin<sup>2</sup>, Belhouari Mohamed<sup>3</sup>, Madani Kouider<sup>3</sup>, El Ajrami Mohamed<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Département génie mécanique, université de Djelfa.

<sup>2</sup> Département génie mécanique, université UMMB Boumerdès.

<sup>3</sup> Département génie mécanique, université SBA Sidi Bel Abbès.

**Corresponding Author Email:** [ameurbenkheira@gmail.com](mailto:ameurbenkheira@gmail.com)

---

**Résumé :** Du fait des nombreux avantages qu'offrent les matériaux composites, et en particulier ceux à base de résine polyester renforcés de fibres de verre, par rapport aux matériaux métalliques, leurs utilisations comme matériaux de structure ne cessent d'augmenter et cela dans diverses applications. Dans la plupart de ces applications, il est nécessaire que les structures en composite puissent durer de nombreuses années tout en encaissant les effets de l'humidité et des intempéries. L'handicap majeur de ces matériaux cependant est qu'ils absorbent une quantité significative d'humidité lorsqu'ils sont exposés à des conditions hygrothermiques très sévères. Cela va considérablement affecter leurs diverses propriétés mécaniques et physiques. Au sein d'un stratifié, l'eau peut pénétrer suivant différents mécanismes, diffusion à l'intérieur de la résine, diffusion dans les défauts présents dans la matrice. Ce ci peut notamment dégrader les liaisons à l'interface renfort-matrice et entraîner ainsi une dégradation irréversible des propriétés du composite et donc affecter la durée de vie des structures. D'autre part, l'étude de l'évolution des propriétés mécaniques des matériaux au cours du vieillissement, permet de caractériser les différents types l'endommagement. Le comportement au vieillissement accéléré du composite stratifié verre /polyester de quatre plis a été évalué pendant une durée d'immersion de 4 mois dans l'eau de mer et l'eau distillée à la température ambiante. Les essais de vieillissement par immersion ont été couplés à des essais de traction et de flexion sur des éprouvettes en composites afin de suivre l'évolution des propriétés mécaniques au cours du vieillissement. Le suivi de ces propriétés en fonction du temps d'immersion montre une chute conséquente des modules de Young, de la rigidité et de la résistance à la traction et flexion du composite.

**Mots-clés :** Stratifié verre /polyester, Vieillissement, Propriétés mécaniques, Traction, Flexion

---

## **Effect of porosity distribution rate for bending analysis of FGM imperfect plates resting on winkler pasternak foundation under various boundary conditions**

**Aicha Kablia<sup>1,3</sup>, Rabia Benferhat<sup>1,2</sup>, Hassaine Daouadji Tahar<sup>1,2</sup>, Ahmed Bouzidene<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Laboratory of Geomatics and sustainable development, University of Tiaret,

<sup>2</sup> Department of civil engineering, University of Tiaret, Algeria

<sup>3</sup> Department of mechanical engineering, University of Tiaret, Algeria

**Corresponding Author Email:** [kablia.usto@yahoo.fr](mailto:kablia.usto@yahoo.fr)

---

**Abstract:** Equilibrium equations of a porous fg plate resting on winkler- pasternak foundations with various boundary conditions are derived using a new refined shear deformation theory. Different types of porosity distribution rate are considered. Governing equations are obtained including the plate-foundation interaction. This new model meets the nullity of the transverse shear at the upper and the lower surfaces of the plate. The novel rule of mixture is proposed to describe and approximate material properties of the fg plates with a different distribution case of porosity. The validity of this theory is studied by comparing some of the present results with other higher-order theories reported in the literature. Effects of variation of porosity distribution rate, boundary conditions, foundation parameters, power law index, plates aspect ratios, side-to-thickness ratio on the deflection and stresses are all discussed.

**Keywords:** Functionally Graded Materials, Refined plate theory, Various boundary conditions, Imperfect plates, Effects of porosity distribution rate.

---

## **Etude de la flexion et la vibration des plaques P-FGM sous l'effet des différentes formes de la distribution de la porosité**

**Z.Khelifa<sup>1</sup> L.HADJI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Université ibn khaldoun tiaret

**Corresponding Author Email:** [zoubidakhelifa@gmail.com](mailto:zoubidakhelifa@gmail.com)

---

**Résumé :** Dans ce travail, une théorie de cisaillement hyperbolique est présentée pour l'analyse de la flexion et de la vibration libre des plaques à gradient de propriétés en tenant compte des porosités qui peuvent éventuellement se produire à l'intérieur de ce matériau au cours de sa fabrication. Quatre types de porosités différentes sont utilisés dans cette étude. Les équations du mouvement sont dérivées en utilisant le principe d'Hamilton. La procédure de navier est mise en œuvre pour la résolution des équations du mouvement. Dans les exemples numériques, l'effet de plusieurs paramètres tels que : la fraction de porosité, forme de porosité et les paramètres géométriques sont étudiés. Il a été constaté que la forme de distribution de la porosité influent de manière significative sur le comportement statique et dynamique des plaques à gradient de propriétés.

**Mots-clés :** Flexion ; Vibration libre ; Matériaux à gradient de propriétés ; Porosité ; Principe d'Hamilton.

---

## **Étude du comportement en flexion des plaques (FGM) reposant sur des fondations visco-pasternak**

**Laid Boulefrakh <sup>1</sup>, Hebali habib <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Département de Génie Civil, Université Mustapha Stambouli, Mascara, Algérie.

<sup>2</sup>Département de Génie Civil, Université Mustapha Stambouli, Mascara, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [boulefrakhlaid@gmail.com](mailto:boulefrakhlaid@gmail.com)

---

**Résumé :** Dans ce travail, une analyse à flexion est présentée pour des plaques (FG) fonctionnellement graduées reposant sur des fondations viscoélastiques à deux-paramètres (Winkler-Pasternak). En divisant le déplacement transversal en flexion, cisaillement et étirement d'épaisseur, le nombre d'inconnus et des équations régissant de notre analyse réduite, la théorie utilisée ne donne lieu qu'à quatre équations d'équilibres. Les propriétés de la plaque sont supposées varier en fonction de l'épaisseur selon une distribution simple de la loi de puissance en termes de fraction volumique des constituants du matériau. Des équations du mouvement pour les plaques épaisses de FG sont obtenues dans le principe de Hamilton. Les résultats obtenus en flexion pour les plaques FG simplement appuyées reposant sur des fondations viscoélastiques à deux-paramètres (Winkler-Pasternak) sont comparées avec les résultats correspondants pour vérifier l'effet de propriétés matérielles et la viscosité des fondations sur le comportement des plaques.

**Mots-clés :** Flexion, FGM, Plaque, Fondations Visco-Pasternak, Quasi-3D HSDT.

---

## **Analyse de la vibration libre multidirectionnelle d'une plaque sandwich imparfaite type Peaux en FGM et Cœur homogène**

**Mohamed SAAD<sup>1</sup> ; Lazreg HADJI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Département de Génie Mécanique, Université de Tiaret

<sup>2</sup>Département de Génie Civil, Université de Tiaret

**Corresponding Author Email:** [bm\\_saad@yahoo.fr](mailto:bm_saad@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Dans la présente étude, la vibration libre de plaque sandwich fonctionnellement gradées multicouches avec porosité est réalisée pour le cas, de plaques sandwiches à Peaux FG et un Cœur homogène. Les paramètres de gradation se sont avérés être le paramètre crucial pour atteindre la meilleure fréquence naturelle. De plus, l'effet des types d'imperfections et du rapport longueur-épaisseur sur la fréquence naturelle a ensuite été étudié. L'imperfection dans le cœur FGM réduit la fréquence naturelle, tandis que dans la peau FG, elle l'augmente. La méthodologie adoptée produit une variation hyperbolique de la contrainte de cisaillement, et l'amplitude de la contrainte de cisaillement est nulle aux faces supérieure et inférieure de la plaque. Le principe de Hamilton est ensuite utilisé dans les équations de mouvement gouvernantes, et une analyse de vibration libre multidirectionnelle a été réalisée pour des conditions de bords simplement supportées. L'étude est très importante d'un point de vue de la fabrication car elle montre la variation de fréquence en fonction de la distribution de la porosité, qui est différente pour différents schémas. Sur cette base, une voie de fabrication peut être sélectionnée car différents processus de fabrication ont des distributions de porosité différentes

**Mots-clés :** Porosité, Imperfection, FGM, Vibration libre, Fraction Volumique.

---

## **Bending analysis of functionally graded plates with kerr foundation**

**Khayra Draouche<sup>1</sup>, Lazreg Hadji<sup>1,2</sup>, Mohamed Ait Amar Meziane<sup>2</sup>, Abdelouahed Tounsi<sup>3</sup> and Bourada Fouad<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup>Department of Civil Engineering, Ibn Khaldoun University, BP 78 Zaaroura, 14000 Tiaret, Algeria.

<sup>3</sup>Material and Hydrology Laboratory, University of Sidi Bel Abbes, Faculty of Technology, Civil Engineering Department, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [khayra.draouche@univ-tiaret.dz](mailto:khayra.draouche@univ-tiaret.dz)

---

**Abstract:** This paper presents a new refined hyperbolic-exponential shear deformation theory for the study of static bending analysis of functionally graded plates resting on an elastic foundation. In this theory, the distribution of the transverse shear stress is hyperbolic and satisfies the boundary conditions on the upper and lower surfaces of the plate without the need for a shear correction factor. By employing only four unknown variables, the governing equations are derived based on the principle of virtual work and the Navier method is used to solve these equations. The material properties vary continuously through the plate thickness by the exponential form and sigmoid law. An accuracy of the proposed theory is validated numerically by comparing the obtained results with some available ones in the literature. The proposed theory is found to be appropriate, simple, and effective in analyzing the bending behavior of advanced composite structures on a Kerr foundation.

**Keywords:** FG plate, Kerr foundation, Bending, Shear deformation theory.

---

## **Vibration mécanique des structures sandwichs poreuses multidirectionnelles en matériaux composites type FGM**

**Guermi Mohamed Bilal CHAMI<sup>1</sup>, Lazreg HADJI<sup>2,3</sup>, Amar KAHIL<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Mouloud Mammeri University, Department of Civil Engineering, Tizi Ouzou, 15000, Algeria.

<sup>2</sup> University of Tiaret, Department of Civil Engineering, BP 78 Zaaroura, Tiaret, 14000, Algeria.

<sup>3</sup> University of Tiaret, Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Tiaret, 14000, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [guermimedbilal.chami@ummto.dz](mailto:guermimedbilal.chami@ummto.dz)

---

**Résumé :** Le présent travail traite essentiellement l'analyse et la modélisation du comportement mécanique des plaques sandwichs poreuses multidirectionnelles en matériau FGM. Deux types de plaques sandwichs ont été considérés dans cette étude : Sandwich avec peaux en FGM et cœur homogène et sandwich avec cœur en FGM et peaux homogènes. Dans ce contexte, on a utilisé un nouveau champ de déplacement incluant à la fois le gauchissement de la section transversale et les déformations de cisaillement transverse, les propriétés matérielles de la plaque sandwich sont supposées variées dans les deux directions longitudinale et transversale. Les équations de mouvement seront déterminées en utilisant le principe d'Hamilton. L'objectif de ce travail consiste en premier lieu en proposition d'une nouvelle théorie de déformation de cisaillement. Ensuite, la recherche est focalisée sur la détermination des solutions exactes de la réponse mécanique (vibration) des plaques sandwichs poreuses multidirectionnelles en matériaux FGM. En conséquence, l'analyse de l'effet de la porosité sur la réponse de ces structures et l'effet de l'indice matériel sera mise en évidence. Enfin, la validation numérique de la théorie de déformation de cisaillement d'ordre élevé proposée sera présentée en confrontant les résultats obtenus avec ceux d'autres modèles connus dans la littérature.

**Mots-clés :** Plaque sandwich, Matériau FGM, effet de porosité, Multidirectionnel, Cisaillement transverse, Solution de Navier, Principe d'Hamilton, Vibration libre.

---

## **Optimisation du renfort en béton polymère avec des fibres de palmier et marbre blanc**

**A. LAKEL<sup>1</sup>, Z. Rahmouni<sup>2</sup>, L. Hadji<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup> Department of Civil Engineering, University of Msila, 28000 Msila, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [adel.lakel@univ-tiaret.dz](mailto:adel.lakel@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** Le travail de recherche porte sur l'optimisation du taux de charges, utilisant de la poudre de marbre blanc, à l'aide d'éprouvettes lisses soumises à une flexion en trois points. Ces mêmes éprouvettes ont également été employées pour évaluer l'efficacité des fibres végétales locales, en particulier les fibres de palmier dattier, en tant que renfort pour le béton polymère. En comparaison, des éprouvettes similaires ont été utilisées pour tester le béton polymère renforcé par des fibres de verre. Les résultats montrent que les fibres de palmier non traitées améliorent la résistance et la rigidité du béton polymère, les rendant aptes à être utilisées comme renfort. Cependant, le traitement de ces fibres avec une solution de NaOH les fragilise, entraînant une diminution de leur résistance.

**Mots clés :** Composites, Fibres végétales, Béton polymère, Traitement de surface.

---

## **An analytical solution for bending response of porous FG beams using a new displacement field**

**Nafissa ZOUATNIA<sup>1</sup>, Lazreg HADJI<sup>1,2</sup>, Latifa OULD LARBI<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>University of Tiaret, Department of Civil Engineering, BP 78 Zaaroura, Tiaret, 14000, Algeria.

<sup>2</sup>University of Tiaret, Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Tiaret, 14000, Algeria.

<sup>3</sup>University Hassiba Benbouali, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Chlef, BP 51, Hay Essalam, UHB Chlef, Chlef (02000), Algeria.

**Corresponding Author Email:** [nissa.hadji@yahoo.com](mailto:nissa.hadji@yahoo.com)

---

**Abstract:** This work presents a static analysis of functionally graded metal–ceramic (FG) beams with considering porosities that may possibly occur inside the functionally graded materials (FGMs) during their fabrication. A new displacement field containing integrals is proposed which involves only three variables. Based on the suggested theory, the equilibrium equations are derived from virtual works principle. This theory involves only three unknown functions and accounts for parabolic distribution of transverse shear stress. In addition, the transverse shear stresses are vanished at the top and bottom surfaces of the beam. The Navier solution technique is adopted to derive analytical solutions for simply supported beams. The accuracy and effectiveness of proposed model are verified by comparison with previous research. A detailed numerical study is carried out to examine the influence of the deflections and stresses on the bending response of functionally graded beams.

**Keywords:** Bending, Functionally Graded Materials, Porosity, Integrals, Navier Solution.

---

## **Analyse du comportement mécanique des poutres à gradient de propriétés**

**Abdelkader SAFA<sup>1</sup>, Lazreg HADJI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Département de génie civil et travaux publics, Université Ahmed ZABANA, Relizane, Algérie.

<sup>2</sup>Département de génie civil, Université IBN Khaldoun, Tiaret, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [safaabk@yahoo.fr](mailto:safaabk@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Dans ce travail, une théorie de cisaillement des poutres d'ordre élevé est développée pour l'analyse statique des poutres à gradient de propriétés type FGM. La théorie présentée n'exige pas des facteurs de correction de cisaillement, et donne lieu à des variations paraboliques des contraintes de cisaillement transversale à travers l'épaisseur pour satisfaire les conditions de nullité des contraintes de cisaillement dans les faces supérieure et inférieure de la poutre. Dans cette étude on suppose que le module de Young de la poutre varie dans le sens de l'épaisseur selon une simple loi de puissance P-FGM. Les équations d'équilibre pour la poutre FGM ont été trouvées en appliquant le principe des travaux virtuels. La solution de type Navier à été utilisée pour obtenir les résultats en termes de déplacements et de contraintes normales et de cisaillement à travers l'épaisseur de la poutre. Différentes théories de cisaillement d'ordre élevé et la théorie classique des poutres ont été utilisées. La validité de la présente théorie est montrée en comparant les résultats obtenus avec ceux disponibles dans la littérature.

**Mots-clés :** Poutre, FGM, Statique, Déformation, Solution de Navier.

---

## **A numerical homogenization approach for characterizing elastic constants in the plane of honeycomb sandwiches**

**Nour el houda DAOUDI**

Maître de conférences, Université Dr. Moulay Tahar de Saida  
Corresponding Author Email: [Nourelhouda.daoudi@univ-Saida.dz](mailto:Nourelhouda.daoudi@univ-Saida.dz)

---

**Abstract:** In this paper, a general characterization of a new honeycomb design without taking into account the effect of skins, valid for a cell wall of uniform thickness, is presented. Thus, an analytical model is proposed using homogenization techniques based on energy theorems with consideration of the various deformation mechanisms in the walls. The sensitivity of the elastic moduli in the plane is determined in relation to the various geometric parameters of the cell. Then, the validity of the theoretical formula proposed for the elastic moduli  $E_1$  and  $G_{12}$  is confirmed by comparison with the numerical results executed on the Abaqus code. The results show that the proposed numerical model provides a good approximation of the elastic constants in the plane. Convergence analysis studies using shell and beam elements are performed as a function of mesh refinement for two sets of relative densities. The results provide a better understanding of honeycomb mechanics and the design of new types of cellular materials.

**keywords:** Modulus of elasticity, Honeycomb, Homogenization, Analytical model, Finite element analysis.

---

## **Fresh state and hardened state properties of self-compacting concrete with double-hook steel fibers (SCCsf) and marble**

**Rachid RABEHI<sup>1</sup>, Mohammed OMRANE<sup>2</sup> and Ahmed Rafik BELAKHDAR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Laboratory (LDMM), Civil Engineering Department, University of Djelfa, Algeria

<sup>2</sup>Applied Automation and Industrial Diagnostic Laboratory, University of Djelfa, Algeria

<sup>3</sup>Mining Laboratory, Department of Civil Engineering, Larbi Tebessi University, Tebessa, Algeria

**Corresponding Author Email:** [rachid.rabehi@univ-djelfa.dz](mailto:rachid.rabehi@univ-djelfa.dz)

---

**Abstract:** In this work, several self-compacting concretes (SCC) were prepared using a single type of fiber of double-hook steel origin and a mineral addition of marble origin. The water/cement ratio remained constant at 0.42, and the fiber was used in combination, keeping the total fiber content constant at 39.1 kg/m<sup>3</sup>. L-Box, slump flow diameter, J-Ring, and stability were studied to evaluate the fresh properties of all SCC. The ultrasonic pulse velocity, absorption of water, compressive strength, and flexural tensile strength of SCC were determined for its cured properties. Remarkable performances were generally obtained, particularly in hardening properties for SCC prepared with double-hook steel fiber and 20% marble powder as mineral addition.

**Keywords:** Double-hook steel fiber, Self-compacting concrete, Marble powder, Fresh state properties, hardened state properties.

---

## **Assessment of existing models of concrete columns strengthened with GFRP spirals**

**Sarra Sendjasni, Mohammed Berradia, Riad Benzaid, Ali Raza**

Civil Engineering Department, L.S.G.R Rresearch laboratory, Hassiba Ben bouali-Chlef University  
Civil Engineering Department, L.S.G.R Rresearch laboratory, Hassiba Ben bouali-Chlef University  
Civil Engineering Department, L.G.G Research laboratory, Jijel University  
Civil Engineering Department, University of Engineering and Technology Taxila  
**Corresponding Author Email:** [s.sendjasni@univ-chlef.dz](mailto:s.sendjasni@univ-chlef.dz)

---

**Abstract:** Given the corrosion problems encountered in reinforced concrete structures, the use of fiber-reinforced polymer (FRP) bars could be favored over traditional reinforcing steel. In the literature, the axial load-carrying- capacity (ALCC) of concrete columns internally strengthened with fiber-reinforced polymer (FRP) bars has been the focus of many studies in recent years. Currently, numerous (ALCC) models for the GFRP spirals confined circular concrete columns were developed. The aim of the present work is to assess 15 existing confinement models using various statistical indicators, namely coefficient of determination ( $R^2$ ), root mean square error (RMSE), and mean absolute error. To achieve this objective, an experimental database of 61 GFRP spirals-confined circular concrete columns has been collected from previous studies. The comparative study shows that the models proposed in the previous studies based on the concept of considering the axial involvement of both longitudinal GFRP rebars and the core material presented the better performance for predicting the axial strength of circular GFRP-reinforced concrete columns.

**keywords:** GFRP bars; Assessment; Confined concrete; ALCC; Existing models

---

## **L'influence de la distribution de porosité sur le comportement thermique des plaques sandwich encastées en FGM**

**Zohra ABDELHAK<sup>1,2,3</sup>, Rabia BENFERHAT<sup>2,4</sup>, Tahar HASSAINE DAOUADJI<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup>Département de Génie Civil et Travaux Publics, Université Ahmed Zabana de Relizane.

<sup>2</sup>Laboratoire de Géomatique et Développement Durable, Université de Tiaret.

<sup>3</sup>Laboratoire des matériaux innovants et énergies renouvelables, Université de Relizane.

<sup>4</sup>Département de Génie Civil, Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

**Corresponding Author Email:** [abdelhak\\_zahra@yahoo.com](mailto:abdelhak_zahra@yahoo.com)

---

**Résumé :** Le comportement thermique des plaques sandwich poreuses en FGM sous un chargement thermique linéaire est pris en compte. On suppose que les propriétés mécaniques et thermiques non homogènes de la plaque sandwich FGM varient progressivement en fonction de la distribution de la loi de puissance suivant l'épaisseur de la plaque. Dans cet article, les défauts de porosité sont modélisés comme critères de réduction de rigidité et inclus dans la loi de mélange. Les environnements thermiques sont considérés comme des élévations de température linéaires. La réponse critique à la température de flambement des plaques sandwich FGM parfaitement encastées a été analysée. En comparant plusieurs exemples numériques avec les solutions de référence, les résultats indiquent que la présente analyse a une bonne précision et une convergence rapide.

**Mots-clés :** Flambement thermique, Paramètres de Porosité, FGM, Plaque Sandwich.

---

## **Elaboration d'un composite à base d'argile-amidon : valorisation des ressources naturelles**

**Torkia BOUMETHRED\* , Djamila LAICHE , Fatima DAHMANI**

\*Laboratoire de Synthèse et Catalyse Université Ibn-Khaldoun Tiaret

**Corresponding Author Email:** [boumetred@yahoo.fr](mailto:boumetred@yahoo.fr)

---

**Résumé :** L'objectif essentiel de notre travail c'est l'élaboration et la caractérisation d'un matériau composite à base d'amidon commerciale comme matrice renforcé par un matériau argileux, notre choix s'est porté sur les composites renforcés par la kaolinite locale de rahouia, en utilisant trois sortes de plastifiants glycerol, sorbitol et le mélange glycerol-sorbitol à titre de comparaison. Les composites obtenus sont soumis aux différents tests tels que : test de gonflement, thermique et l'enfouissement dans le sol. Les résultats de dégradation nous ont permis de choisir le meilleur plastifiant 'mélange glycerol-sorbitol'. Des études similaires sont faites sur un composite d'une matrice à base d'amidon synthétique, dans le but de la valorisation des ressources naturelles. A la fin nous avons fait une comparaison de quelques paramètres tels que la densité ainsi que le point de fusion des deux composites.

**Mots-clés :** Matériau composite, Kaolinite, Polysaccharide, Amidon.

---

## **Effet de la distribution matérielle sur la vibration libre des poutres bidirectionnelles en matériaux fonctionnellement gradués reposant sur une fondation élastique variable**

**Ismail Benaberrahmane<sup>1</sup>, Samir Benyoucef<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire de Matériaux et d'Hydrologie, Université de Sidi Bel Abbès, Faculté de Technologie, Algérie.

**Corresponding Author Email:** bismail97@yahoo.fr

---

**Résumé :** Les FGM sont des matériaux composites innovants avec propriétés mécaniques graduées, offrant stabilité structurelle et évitant les problèmes des matériaux composites traditionnels. Au cours des dernières décennies, FGM unidirectionnelles classiques avec variation graduelle des matériaux dans une seule direction, ont été largement étudiées par plusieurs chercheurs. L'intensification des contraintes environnementales, telles que dans l'espace, a entraîné l'évolution des distributions de température ou de contrainte sur deux ou trois directions. Les FGM classiques unidirectionnelles ne répondent plus aux besoins. Donc, il est nécessaire de développer de nouveaux matériaux où leurs caractéristiques varient dans les deux directions. Ces matériaux sont appelés matériaux à gradient fonctionnel bidirectionnels (BDFG). L'objectif de ce travail est d'étudier l'impact de la distribution de la variation volumique sur le comportement vibratoire libre d'une poutre BDFG reposant sur une fondation avec élasticité variable en utilisant la théorie raffinée de déformation en cisaillement HSDT. Les propriétés des matériaux de la poutre BDFG varient dans les deux directions selon plusieurs lois de distribution. La fondation élastique est modélisée comme une fondation Winkler-Pasternak à deux paramètres variables. Les équations de mouvement sont dérivées par le principe des déplacements virtuels. Des solutions analytiques pour le comportement vibratoire sont obtenues sur la base de la série Fourier qui satisfont la méthode de Navier. La précision de la présente étude est vérifiée en comparant les résultats actuels avec ceux disponibles dans la littérature. Une étude paramétrique est menée pour évaluer l'effet de la fondation élastique variable de paramètre des matériaux ( $n_x, n_z$ ).

**Mots-clés :** Poutre BDFG, HSDT, Comportement vibratoire libre, Fondation élastique, Winkler-Pasternak.

---

## **Une nouvelle combinaison de matériaux à changement de phase pour le contrôle thermique des bâtiments**

**Mahi Eddine Brahim<sup>1</sup>, Mustapha Maliki<sup>1</sup>, Nadia Laredj<sup>1</sup>, Hanifi Missoum<sup>1</sup>, Djihad Bennaceur<sup>1</sup>, Kheira Belhamideche<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Construction, Transport and Protection of Environment Laboratory (LCTPE), Abdelhamid Ibn Badis University, Mostaganem, Algeria

**Corresponding Author Email:** [brahimi.mohieddine.etu@univ-mosta.dz](mailto:brahimi.mohieddine.etu@univ-mosta.dz)

---

**Résumé :** Le secteur de la construction résidentielle représente plus de 40 % de la consommation finale mondiale d'énergie, principalement dédiée à améliorer le confort thermique des bâtiments, notamment le chauffage et la climatisation. En conséquence, cette importante demande en énergie est responsable des émissions de dioxyde de carbone, ce qui a suscité un intérêt croissant pour la construction de bâtiments au fil du temps. L'objectif est d'assurer le confort thermique tout en réduisant les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation énergétique des bâtiments. Les matériaux à changement de phase se présentent comme une alternative intéressante, pratique et écologique, et sont intégrés dans les enveloppes des bâtiments. La présente étude se concentre sur la recherche expérimentale des propriétés thermophysiques d'un nouveau matériau à changement de phase organique d'origine biologique (BO-MCP), dans le but de remplacer les matériaux à changement de phase dérivés du pétrole actuellement utilisés dans la construction de systèmes de chauffage et de ventilation. L'objectif de ce travail est de sélectionner des BO-MCP à la fois économiques et respectueux de l'environnement, tout en assurant une efficacité énergétique optimale des bâtiments. Les BO-MCP choisis sont des mélanges eutectiques composés de différentes proportions d'acides gras, des composants facilement disponibles sur le marché algérien, avec des températures de cristallisation/fusion situées entre 35 et 41 °C, adaptées aux zones désertiques d'Algérie. Ces BO-MCP présentent une enthalpie de fusion mesurée à 240,109 J/g et une enthalpie de solidification de 212,615 J/g (mesurées à l'aide d'un calorimètre différentiel à balayage). En raison de leurs propriétés thermophysiques favorables, de leur coût modéré, de leur origine renouvelable, de leur faible impact environnemental et de leur densité énergétique, ces BO-MCP se révèlent être des alternatives prometteuses par rapport aux MCP à base de pétrole couramment utilisés dans l'industrie de la construction.

**Mots-clés :** Matériaux à changement de phase, Consommation d'énergie, Enveloppe du bâtiment.

---

## **Analyse numérique du comportement de fissures initiées dans une poutre en matériau FGM type alumine-aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Al}$ )**

**Bouchra Zaoui<sup>1</sup>, Belaid Mechab<sup>1</sup>, Boualem Serier<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de mécanique physique des matériaux LMPM Sidi Bel Abbes

**Corresponding Author Email:** [Zaouibouchra55@yahoo.com](mailto:Zaouibouchra55@yahoo.com)

---

**Résumé :** Le rôle des matériaux composés dans le renforcement des structures est très important. Leur développement est né de la volonté d'allier les qualités techniques dans un même matériau pour tenter d'accroître leurs performances. L'utilisation de plus en plus fréquente de ces matériaux s'explique par leurs propriétés mécaniques élevées, leurs propriétés physiques et thermiques différentes. Les matériaux composés conventionnels, de nature bimatériaux essentiellement de type céramique-métal, sont généralement constitués de deux matériaux de propriétés diamétralement opposés. La présence d'interface délimitant ces propriétés constitue un problème majeur qui limite leur application dans les secteurs stratégiques et tout particulièrement dans l'industrie aéronautiques et spatiale. Cette discontinuité génère des contraintes internes dans les deux constituantes du bimatériau au voisinage proche de leur interface. Ajoutées aux contraintes de mise en service, ces contraintes peuvent conduire à la ruine des bimatériaux. Pour minimiser l'amplitude de ces contraintes, l'interface a suscité de nouvelles études portant sur le développement interfacial d'un nouveau matériau obtenu à partir du mélange à fraction volumique variable de ces deux protagonistes, connu sous le nom de 'matériaux à gradient fonctionnel' (FGM). Le développement des matériaux FGM a marqué la naissance d'une révolution dans les domaines de la science et de la mécanique des matériaux mais leur comportement en rupture reste très mal connu. Ce travail rentre dans ce contexte et analyse le comportement de fissures initiées dans une poutre en matériau FGM type alumine-aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Al}$ ) composé de 1000 couches dont une microfissure est amorcée dans la céramique et se propage vers le métal.

**Mots-clés :** MEF, FGM, Céramique-métal, Fissure, Interface.

---

## **Dynamic analysis of behavior for functionally graded FGM sandwich plates: Effect of porosity on the fundamental frequencies**

**Tahar HASSAINE DAOUADJI <sup>1,2</sup>, Rabia BENFERHAT <sup>1,2</sup>, Abderazak RABAHI <sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Géomatique et Développement Durable, Université Ibn Khaldoun-Tiaret Algérie.

<sup>2</sup>Département de génie civil, Université Ibn Khaldoun-Tiaret ; BP 78 Zaaroura, 14000 Tiaret, Algérie.

**Corresponding Author Email:** daouadjitahar@gmail.com

---

**Abstract:**In this paper, the porosities effect on the dynamic analysis of the simply supported FGM sandwich plates is studied using a new refined shear deformation theory taking into account transverse shear deformation effects. This porosity may possibly occur inside the functionally graded materials (FGMs) during their fabrication. Two common types of FGM sandwich plates are considered, namely, the sandwich with the FGM face sheet and the homogeneous core and the sandwich with the homogeneous face sheet and the FGM core. Results are presented for two constituent metal–ceramic functionally graded plates that have a power law through-the-thickness variation of the volume fractions of the constituents. The results obtained reveal that the dynamic response is significantly influenced by the volume fraction of the porosity, power law index, the thickness-side ratios and the thickness of the functionally graded layer.

**Keywords:** Porosity, Sandwich plate, Dynamic analysis, functionally Graded Material.

---

## **Analysis of hygro-thermo-mechanical loading on bending behavior of FGM plates**

**Belkacem ADIM<sup>1,2</sup>, Tahar HASSAINE DAOUADJI<sup>2,3</sup>, Abderazak RABAHI<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Département des sciences et technologie, Université El Wancharissi-Tissemsilt, Algérie.

<sup>2</sup>Laboratoire de Géomatique et Développement Durable, Université Ibn Khaldoun-Tiaret Algérie.

<sup>3</sup>Département de génie civil, Université Ibn Khaldoun-Tiaret; BP 78 Zaaroura, 14000 Tiaret, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [adim.belkacem@gmail.com](mailto:adim.belkacem@gmail.com)

---

**Abstract:** In this paper a hygro-thermo-mechanical bending response of functionally graded material plates resting on elastic foundations by using higher order shear deformation theory. The elastic coefficients, thermal coefficient and moisture expansion coefficient of the plate are assumed to be graded in the thickness direction. The elastic foundation is modeled as two-parameter Pasternak foundation. The equilibrium equations are given and a number of examples are solved to illustrate bending response of Metal–Ceramic plates subjected to hygro-thermo-mechanical effects and resting on elastic foundations. Parametric studies are performed for varying ceramic volume fraction, volume fraction profiles, aspect ratios and length to thickness ratios. Results are verified with available results in the literature. It can be concluded that the proposed theory is accurate and simple in solving the hygro-thermo-mechanical bending behavior of functionally graded plates.

**Keywords:** FGM plate, Moisture concentration, Thermal field, Elastic foundations, Higher-order shear deformation theory.

---

## **Impact study of porosity distribution and grading parameter on the free vibration of functionally graded beams**

**Ahmed Keddouri<sup>1</sup>, Lazreg HADJI<sup>2,3</sup>, Abdelouahed Tounsi<sup>4</sup>, Abdelkader Safa<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Ziane Achour University, Department of Earth Sciences and Universe, BP 3117, 17000 Djelfa, Algeria.

<sup>2</sup> University of Tiaret, Department of Civil Engineering, BP 78 Zaaroura, Tiaret, 14000, Algeria.

<sup>3</sup> University of Tiaret, Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Tiaret, 14000, Algeria.

<sup>4</sup> Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria.

<sup>5</sup> Ahmed Zabana University, Department of Civil Engineering, Relizane, 48000, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [keddouri.ahmed@gmail.com](mailto:keddouri.ahmed@gmail.com)

---

**Abstract:** This study focuses on investigating the free vibration of porous functionally graded (FG) beams and the impact of porosity distribution on the properties and performance of materials. To achieve this, the study assumes that the beam's material characteristics vary continuously along its thickness direction. The volume fraction of constituents is specified using the modified rule of the mixture, which includes porosity volume fraction with changed porosity patterns across the cross-section. The study uses the hyperbolic shear deformation theory without shear correction factors to derive the equations of motion by applying Hamilton's principle. The study employs Navier's method to obtain analytical results for the free vibration of porous/non-porous FG beams under simply supported boundary conditions at both ends. To verify the proposed formulation, the study compares the results with relevant findings from the literature. The study also examines the relationship between frequency of vibration and grading parameter in homogeneous porosity distributions, as well as the frequency of vibration in beam structures with different porosity patterns. Additionally, numerical examples are provided to investigate the impact of parameters like power-law index, span to depth ratio, porosity distribution pattern, and porosity volume fraction on the natural frequencies of FG beams. The analysis provides significant insights into the behavior of different porous materials and can be useful for designing and selecting materials with porosities

**Keywords:** Free Vibration, Functionally Graded Materials, Porosity, Navier Solution, Hyperbolic Shear Deformation Theory.

---

## **Effet de variation des propriétés matérielles sur l'analyse statique des poutres FGM**

**Mohamed NASSAH<sup>1</sup>, Lazreg HADJI<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Université de Tiaret, Département de Génie Civil, BP 78 Zaaroura, Tiaret, 14000, Algérie.

<sup>2</sup> Université de Tiaret, Laboratoire de Géomatique et Développement Durable, Tiaret, 14000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** mohamed.nassah@univ-tiaret.dz

---

**Résumé :** Une nouvelle théorie du cisaillement au cinquième ordre et de la déformation normale (FOSNDT) est développée pour l'analyse de la flexion statique et du flambement élastique des poutres fonctionnellement graduées. On suppose que les propriétés des matériaux varient dans le sens de l'épaisseur en fonction de la distribution de la loi de puissance (P-FGM). La caractéristique la plus importante de la présente théorie est qu'elle inclut les effets du cisaillement transverse et des déformations normales. Les déplacements axiaux et transversaux impliquent des fonctions de forme polynomiales incluant les effets du cisaillement transversal et des déformations normales. Une fonction de forme polynomiale étendue jusqu'au cinquième ordre en termes de coordonnée d'épaisseur est utilisée pour prendre en compte les effets du cisaillement transverse et des déformations normales. La cinématique de la présente théorie repose sur six variables de champ indépendantes. La théorie vérifie les conditions aux limites sans traction sur les surfaces supérieure et inférieure de la poutre sans utiliser le facteur de correction du cisaillement dépendant du problème. Les solutions en forme fermée des poutres FG simplement supportées sont obtenues en utilisant la procédure de solution de Navier et les résultats non dimensionnels sont comparés à ceux obtenus en utilisant la théorie classique des poutres, la théorie de la déformation en cisaillement du premier ordre et d'autres théories de la déformation en cisaillement d'ordre supérieur. Nous concluons que la théorie actuelle permet de prédire avec précision et efficacité les réponses en flexion et en flambement des poutres fonctionnellement graduées

**Mots-clés :** Flexion, Flambement, Poutre fonctionnellement graduée, Déformation transversale par cisaillement, Déformation normale transversale.

---

## **Post-buckling analysis of FGM beams**

**Ali Abbache<sup>1</sup>, Hadj Youzera<sup>1</sup>, Sid Ahmed meftah<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Université Mustapha Stambouli Mascara- Algeria.

<sup>2</sup>Laboratoire des Structures et Matériaux Avancés dans le Génie Civil et Travaux Publics, Université de Sidi Bel Abbes- Algeria.

**Corresponding Author Email:** [a.abbache@univ-mascara.dz](mailto:a.abbache@univ-mascara.dz)

---

**Abstract:** In this paper, the nonlinear response of functionally graded beams (FGM) modeled according to higher-order shear deformation theories in post buckling is investigated. In the analytical formulation, a normal and shear deformations are considered by using the higher-order theories; the Hamilton's principle is coupled with a one-mode Galerkin procedure for a simply supported beam. This paper presents an exact solution for the static post buckling response. Results of this analysis show that classical and first-order theories underestimate the amplitude of postbuckling.

**keywords:** Postbuckling, FGM, Shear deformation, Beam, theory

---

## **Dynamic of behavior for imperfect FGM plates resting on elastic foundation containing various distribution rate of porosity: Analysis and modeling**

**Aicha Kablia<sup>2,3</sup>, Rabia Benferhat<sup>1,2</sup>, Hassaine Daouadji Tahar<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Civil Engineering, University of Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup> Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, University of Tiaret, Algeria.

<sup>3</sup> Department of mechanical engineering, University of Tiaret, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [kablia.usto@yahoo.fr](mailto:kablia.usto@yahoo.fr)

---

**Abstract:** During manufacture of fgm plates, defects such as porosities can appear. Those can change the entire behavior of these plates. This work aims to investigate the free vibration characteristics of porous functionally graded plate resting on elastic foundation. The young's modulus of the plate is assumed to vary continuously through the thickness according to a power law formulation, and the poisson ratio is held constant. Different types of porosity distribution rates are considered. To examine accuracy of the present formulation, several comparison studies are investigated. Effects of variation of porosity distribution rate, foundation parameter, power law index, thickness ratio, on the fundamental frequency of plates have been investigated.

**keywords:** Functionally Graded Plate, Free vibration analysis, Elastic foundation, Imperfect plates, Porosity distribution rate.

---

## **Analyse des vibrations libres des poutres FGM a l'aide d'un HSDBT d'origine**

**Abdelkader SAHOUANE, Lazreg Hadji, Mohamed Bourada**

Faculté de Séances et de Technologie, Université de Tissemsilt, Département de Génie Civil,  
Université Ibn Khaldoun, Tiaret.  
Laboratoire des Matériaux et Hydrologie, Faculté de Technologie, Département de Génie Civil,  
Université de Sidi Bel Abbès, Sidi Bel Abbès.  
**Corresponding Author Email:** [æk.sahouane@univ-tissemsilt.dz](mailto:æk.sahouane@univ-tissemsilt.dz)

---

**Résumé :** Ce travail présente une analyse de vibration libre de poutres en FGM en utilisant une théorie originale de déformation par cisaillement d'ordre élevé (HSDBT). Cette théorie n'utilise que trois inconnues, mais elle satisfait les conditions aux limites sans contrainte sur les surfaces supérieure et inférieure de la poutre sans nécessiter de facteurs de correction de cisaillement. Les propriétés mécaniques de la poutre sont supposées varier de manière continue dans le sens de l'épaisseur par une simple distribution de loi de puissance en termes de fractions volumiques des constituants. Afin d'étudier la réponse de vibration libre, les équations de mouvement pour l'analyse dynamique sont déterminées via le principe de Hamilton. La technique de la solution Navier est adoptée pour dériver des solutions analytiques pour les poutres simplement appuyées. L'exactitude et l'efficacité du modèle proposé sont vérifiées par comparaison avec des recherches antérieures.

**Mots-clés :** Vibrations libres, Poutres en FGM, Principe de Hamilton, Solution Navier.

---

## **Analyse dynamique des plaques en FGM posées sur des fondations viscoélastiques sous un environnement thermique**

**Abdeldjebbar TOUNSI<sup>1</sup>, Fouad BOURADA<sup>2</sup>, Anis. Abdelmoumen. BOUSAHLA<sup>3</sup>, Hadj Mostefa ADDA<sup>1</sup>, Abdelouahed TOUNSI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Université de Relizane.

<sup>2</sup> Laboratoire de Matériaux et Hydrologie Université Djillali Liabes de sidi Bel Abbès.

<sup>3</sup> Laboratoire de Modélisation et Simulation Multi-échelle, Université Djillali Liabes de sidi Bel Abbès.

**Corresponding Author Email:** [abdeldjebbartns@gmail.com](mailto:abdeldjebbartns@gmail.com)

---

**Résumé :** Cette étude approfondie se concentre sur la vibration libre de plaques fonctionnellement graduées dépendant de la température (FGP) reposant sur une fondation viscoélastique. Pour examiner ce phénomène complexe, nous avons développé une théorie de déformation de cisaillement du premier ordre (FSDT) simplifiée et innovante. Dans notre approche, nous avons considéré une distribution parabolique de la contrainte de cisaillement transversal à travers l'épaisseur des plaques, avec des valeurs nulles aux surfaces supérieure et inférieure. Cette formulation a éliminé la nécessité d'introduire un facteur de correction de cisaillement, simplifiant ainsi le modèle. Nous avons également pris en compte des charges thermiques linéaires en régime permanent et des propriétés matérielles graduelles selon une loi de puissance à travers l'épaisseur de la plaque. Pour explorer différentes conditions, nous avons appliqué des élévations thermiques uniformes, linéaires, non linéaires et sinusoïdales aux deux surfaces des FGP simplement supportées. Pour analyser ce système complexe, nous avons utilisé le principe de Hamilton et l'approche de Navier pour développer des équations de mouvement et des solutions analytiques. Notre modèle s'est révélé efficace pour prédire avec précision les fréquences de vibration des FGP dépendant de la température. Nous avons complété notre étude par des investigations numériques visant à comprendre l'impact de l'indice de loi de puissance, des champs de température et du coefficient d'amortissement sur le comportement dynamique des FGP dépendant de la température.

**Mots-clés :** Vibration libre ; Plaques Fonctionnellement Graduées ; FSDT simple ; Propriétés dépendantes de la température ; Fondation viscoélastique

---

## **Analyse linéaire et non-linéaire des structures E-FGM en flexion cylindrique sous chargement mécanique**

**Mohamed BOURADA<sup>1</sup>, Fouad BOURADA<sup>1</sup>, Farouk Yahia ADDOU<sup>1,2</sup>, Imene Ait SIDHOUM<sup>1,3</sup>, Abdelouahed TOUNSI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Matériaux et Hydrologie Université Djillali Liabes de sidi Bel Abbès.

<sup>2</sup>Université Abdelhamid ibn Badis de Mostaghanem.

<sup>3</sup>Centre universitaire de Naama.

**Corresponding Author Email:** [med\\_bourada@yahoo.fr](mailto:med_bourada@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Dans ce travail, nous allons étudier le comportement statique linéaire et non linéaire des structures hétérogènes en utilisant la théorie classique de Kirchhoff. Les structures sont soumises à un chargement uniforme et la non-linéarité géométrique est introduite dans la relation contrainte-déformation en utilisant les expressions des déformations non linéaires de Von Karman. Les propriétés matérielles de la plaque, excepté le coefficient de poisson, sont supposées variables suivant la direction de l'épaisseur  $z$  sous forme d'une distribution de loi exponentielle. Le principe des travaux virtuels est utilisé pour dériver les équations régissant dans la description Euler - Lagrange. Des résultats numériques sont calculés pour une fonction exponentielle à gradient de propriétés sont données sous forme de graphes non dimensionnels. Des études paramétriques sont présentées pour illustrer l'effet des propriétés matérielles sur la flèche et la contrainte normale à travers l'épaisseur.

**Mots-clés :** Comportement statique, Théorie classique de Kirchhoff, Modèle de Von Karman, Plaque EFG.

---

## **Analyse dynamique des poutres en FGMS en utilisant une nouvelle théorie exponentielle HSDT**

**Fouad BOURADA<sup>1</sup>, Abdeldjebbar TOUNSI<sup>2</sup>, Imene Ait SIDHOUM<sup>1,3</sup>, Farouk Yahia ADDOU<sup>1,4</sup>, Mohamed BOURADA<sup>1</sup>, Abdelouahed TOUNSI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire des Matériaux et Hydrologie Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes

<sup>2</sup>Université de Relizane,

<sup>3</sup>Centre universitaire de Naama,

<sup>4</sup>Université Abdelhamid ibn Badis de Mostaghanem,

**Corresponding Author Email:** [bouradafouad@yahoo.fr](mailto:bouradafouad@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Dans ce travail, l'analyse dynamique des structures 1D non homogènes simplement appuyées en se basant sur la nouvelle théorie de déformation de cisaillement exponentielle d'ordre supérieur est présentée. Le modèle développé prend en considération l'effet de la déformation de cisaillement transversale et donne une distribution parabolique de la contrainte à travers la direction de l'épaisseur. Les propriétés matérielles effectives telles que le module d'Young et la densité de masse sont calculées sur la base d'une loi de puissance simple, des fonctions linéaires, cubiques, quadratiques et quadratiques inverses. Les équations différentielles du mouvement de la présente théorie sont déterminées à l'aide du principe d'Hamilton. La résolution de cette équation est effectuée via la procédure de Navier afin d'assurer automatiquement les conditions aux limites simplement supportées. Les résultats obtenus pour les fréquences propres sont comparés à d'autres solutions trouvées dans la littérature pour illustrer la validité et l'exactitude du modèle proposé. En outre, plusieurs études paramétriques sont présentées pour montrer les différents paramètres influençant le comportement dynamique des poutres hétérogènes.

**Mots-clés :** Analyse dynamique, Structure 1D, HSDT, Principe d'Hamilton, Procédure de Navier

---

## **Analyse du comportement mécanique des structures hétérogènes sur fondation élastique**

**Khaldoune CHAMI<sup>1</sup>, Lazreg HADJI<sup>2</sup>, Tahar MESSAFER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire Mécanique des solides et des systèmes, Université M'hamed Bougara, Boumerdes, Algérie.

<sup>2</sup> Université de Tiaret, Département de Génie Civil, BP 78 Zaaroura, Tiaret, 14000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [khaldoune2303@gmail.com](mailto:khaldoune2303@gmail.com)

---

**Résumé :** Dans ce travail, on s'intéresse à l'étude de l'effet du cisaillement transverse sur le comportement mécanique des poutres sur fondation élastique. Dans ce contexte, un nouveau champ de déplacement incluant à la fois le gauchissement de la section transversale et les déformations de cisaillement transverse, sera proposé. Les propriétés matérielles de la poutre sont supposées varier à travers l'épaisseur. Les équations de mouvement seront déterminées en utilisant le principe d'énergie d'Hamilton. Pour ce qui est de l'interface sol fondation, la raideur est supposée variable ; c'est à dire, une structure sur assise de réponse hétérogène. Les solutions peuvent être trouvées par le biais des solutions analytiques, quand ont est en présence d'un problème avec des conditions aux limites réduites ; sinon nous aurons recours aux méthodes numériques telles que la méthode de Ritz.

**Mot-clés :** Fondation élastique, Structure, flexion statique, Vibration libre, Principe d'Hamilton.

---

## **Etude du comportement dynamique des poutres en FGM en se basant sur le concept de l'axe neutre**

**Latifa OULD LARBI<sup>1</sup>, Lazreg HADJI<sup>2</sup>, Nafissa ZOUATNIA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Département de Génie Civil et d'Architecture, Université Hassiba Benbouali, Chlef, 02000, Algérie.

<sup>2</sup> Université de Tiaret, Département de Génie Civil, BP 78 Zaaroura, Tiaret, 14000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [l.ouldlarbi@univ-chlef.dz](mailto:l.ouldlarbi@univ-chlef.dz)

---

**Résumé :** L'objectif de ce travail est d'effectuer une étude comparative des différentes théories à ordre élevé pour l'analyse de la vibration libre des poutres FGM tout en assumant que les propriétés matérielles varient selon une loi de puissance suivant la direction transversale de la poutre. Nous utilisons une théorie simple de déformation de cisaillement transverse d'ordre élevé pour la réponse dynamique des poutres fonctionnellement graduées. La présente théorie basée sur la position exacte de la surface neutre et les équations de mouvement pour la poutre en FGM sont obtenus en utilisant le principe d'Hamilton. La solution analytique de type Navier a été utilisée pour le problème de la vibration libre. Des exemples numériques sont présentés pour vérifier l'exactitude de la présente théorie. Pour montrer la précision et l'efficacité de cette théorie, les résultats obtenus sont comparés avec les résultats des autres théories de cisaillement existant dans la littérature.

**Mot-clés :** Matériaux à gradient de propriété, Théories d'ordre élevé, Vibration, Solution de Navier.

---

## **Study of stability and free vibration behavior of porous FG-beams**

**Redhwane Ait Atmane<sup>1</sup>, Hassen Ait Atmane<sup>2</sup>, Lazreg Hadji<sup>3</sup>, Nouredine Mahmoudi<sup>4</sup>**

Relizane University, Algeria.

Chlef university, Algeria.

Tiaret university, Algeria.

Saida University, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [aitredhwane@yahoo.com](mailto:aitredhwane@yahoo.com)

---

**Abstract:** In this paper, buckling and free vibration of imperfect, functionally graded beams, including porosities, are investigated, using a higher order shear strain theory. Due to defects during the manufacturing process, micro porosities may appear in the material, hence the appearance of this imperfection in the structure. The material properties of the beams are assumed to vary regularly, with power and sigmoid law, in the direction of thickness. A novel porosity distribution affecting the functionally graded volume fraction is presented. For the compact formulation used for cementite-based materials and already used in P-FGM, we have adapted it for the distribution of S-FGM. The equations of motion in the FG beam are derived using Hamilton's principle. The boundary conditions for beam FG are assumed to be simply supported. Navier's solution is used to obtain the closed form solutions of the FG beam. The numerical results of this work are compared with those of other published research to verify accuracy and reliability. The comparisons of different shear shape functions, the influence of porosity, thickness and inhomogeneity parameters on buckling and free vibration of the FG beam are all discussed. It is established that the present work is more precise than certain theories developed previously

**Keywords:** Buckling; Free vibration; Functionally graded beams; High order shear deformation theory; Porosity coefficient; porosity

---

## **Une théorie raffinée pour l'analyse vibratoire en flexion des poutres épaisses fonctionnellement graduées**

**Salima ABDELBARI<sup>1\*</sup>, Mamia BENCHOHRA<sup>2\*\*</sup>, Amina ATTIA<sup>1\*</sup>, Mohamed Bourada<sup>3\*\*</sup>**

<sup>1</sup>Université Belhadj Bouchaib –Ain temouchent

<sup>2</sup>Centre universitaire Nour El Bachir –El bayadh

\*Laboratoire d'ingénierie et de développement durable, département de génie civil et travaux publics, Faculté des sciences et technologies, Université d'Ain Temouchent, 46000, Algérie.

\*\*Laboratoire des matériaux et hydrologie, département de génie civil et travaux publics, Faculté des sciences et technologies, Université Djilali Elyabes Sidi bel abbes, 22000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [salima.abdelbari@univ-temouchent.edu.dz](mailto:salima.abdelbari@univ-temouchent.edu.dz)

---

**Résumé :** Une théorie raffinée des poutres qui prend en compte l'éirement en épaisseur est présentée dans ce document, et une étude pour l'analyse du comportement vibratoire en flexion de poutres épaisses à gradient évalué (FG) a été proposée. Dans cette théorie, le nombre d'inconnues est réduit à quatre au lieu de cinq dans les autres approches, le déplacement est exprimé par une fonction hyperbolique et subdivisé en flexion, cisaillement, et des composants d'éirement d'épaisseur. Le nombre d'inconnues est réduit, ce qui entraîne une diminution dans le numéro de l'équation gouvernante. Les conditions aux limites en haut et en bas du FG les faces des poutres sont satisfaites sans aucun facteur de correction de cisaillement. Selon une loi de distribution en vigueur, les caractéristiques du matériau de la poutre FG changent continuellement dans le sens de l'épaisseur en fonction de la proportion volumique du constituant. Les équations de mouvement sont obtenues à partir du principe de Hamilton et sont résolues en supposant le type de solution de Navier, pour le cas d'une poutre FG supportée qui est chargée transversalement. Les résultats numériques obtenus sont exposés et analysés en détail pour vérifier la validité de la théorie actuelle et prouver l'influence de la composition du matériau, de la géométrie, et déformation par cisaillement sur les réponses vibratoires des poutres FG, montrant l'impact de déformation normale sur ces réponses qui est négligée dans la plupart des théories des poutres. Les résultats obtenus sont comparés à ceux prédits par d'autres théories des faisceaux. On peut conclure que la théorie actuelle est non seulement précise mais aussi simple dans la prévision de la flexion et des vibrations libres réponses des poutres FG.

**Mots-clés :** Théorie des poutres raffinée ; Poutre fonctionnellement graduée ; Eirement d'épaisseur ; Matériaux composites ; Vibration ; Fréquence de réponse

---

## **L'impact des contraintes d'interface sur les poutres en FGM dotées de renforts en plaques d'acier**

**Mamia BENCHOHRA<sup>1,2</sup>, Salima ABDELBRI<sup>1</sup>, Mohamed BOURADA<sup>1</sup>, Abdelouahed TOUNSI<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Laboratoire des Matériaux et Hydrologie, Université de Sidi Bel Abbés, 89 Cité Ben M'hidi 22000 Sidi Bel Abbés, Algérie.

<sup>2</sup>Département de technologie, centre universitaire NOUR BACHIR d'El bayadh.

**Corresponding Author Email:** [benchohramamia@yahoo.fr](mailto:benchohramamia@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Actuellement, l'utilisation des plaques en composites pour le renforcement des structures et des poutres non homogènes, est une des méthodes récentes pour la réhabilitation des structures présentant un vieillissement, des défauts de forme ou de chargement. L'objectif principal est l'étude du comportement des structures composites de type « FGM » renforcées par des plaques en acier. Le problème majeur est le délaminage de la plaque de renfort dû à une forte concentration des contraintes provenant de l'effet de bord. L'objectif de ce travail est de présenter un modèle analytique pouvant calculer les contraintes d'interfaces des structures non homogènes type FGM renforcées par des plaques en acier. Une étude paramétrique s'en suivra pour la détermination des facteurs affectant l'évaluation de ces contraintes.

**Mots-clés :** Structures composites, FGM, Renforcement, Contraintes d'interfaces

---

## **Investigation sur le comportement flexionnel et vibratoire des plaques composites sur fondation élastique**

**BOUAFIA KHADIDJA**

Doctorat en science, Département de Génie Civil & Travaux Publics Laboratoire  
« Matériaux & Hydrologie »

**Corresponding Author Email:** [khadidja\\_bouafia@yahoo.com](mailto:khadidja_bouafia@yahoo.com)

---

**Résumé :** Dans cette investigation, un nouveau modèle analytique basé sur une formulation quasi-3d d'ordre supérieur combinée (cubique, sinusoïdale et exponentielle) est développé pour examiner la réponse vibrationnelle en flexion et libre sur les différentes plaques fg reposant sur une fondation élastique. Le modèle présenté est simple et contient un nombre de variables inférieur aux autres théories quasi-tridimensionnelles. Les propriétés effectives de la structure sont calculées en utilisant des formulations linéaires, cubiques, quadratiques et quadratiques inverses qui représentent la fraction volumique de la céramique. La fondation élastique est structurée par le paramètre constant de winkler qui représente la réaction des ressorts élastiques et de pasternak sous la forme d'une couche de cisaillement du sol de fondation. La solution analytique du problème est obtenue sur la base du principe de hamilton et de la technique de navier. L'exactitude de la hsdt quasi-3d combinée actuelle qui prend en compte l'effet d'étirement de l'épaisseur est vérifiée et comparée à d'autres modèles analytiques existants.

**Mots-clés :** Analyse de flexion ; Analyse vibratoire, Plaque graduée fonctionnellement, Quasi 3d HSDT

---

## **Effet de la porosité sur les contraintes d'interfaces des structures en FGM renforcées par des plaques FRP**

**Imene AIT SIDHOUM<sup>1,2</sup>, Fouad BOURADA<sup>1</sup>, Farouk Yahia ADDOU<sup>1,3</sup>, Zakaria BELABED<sup>2</sup>, Mohamed BOURADA<sup>1</sup>, Abdelouahed TOUNSI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Material and Hydrology Laboratory, University of Sidi Bel Abbes, Faculty of Technology, Civil Engineering Department, Algeria.

<sup>2</sup>Centre université Salhi Ahmed NAAMA, Algeria

<sup>3</sup>Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, Faculté Des Sciences Et De La Technologie, Algeria  
**Corresponding Author Email:** [aitsidhoumimene@gmail.com](mailto:aitsidhoumimene@gmail.com)

---

**Résumé :** Ce travail présente une contribution à la détermination des contraintes d'interface dans les poutres en matériaux fonctionnellement gradués renforcées par des plaques en matériaux : composites (FRP). Une approche analytique basée sur le principe de la compatibilité de déformation sera présentée. La poutre est en matériau FGM avec des propriétés mécaniques variant suivant l'épaisseur selon une loi de mélange bien déterminée. Les défauts dans ces poutres qui peuvent surgir lors du processus de fabrication sous forme de porosité sont pris en compte lors de la détermination de ces contraintes d'interface. Une étude paramétrique détaillée sera présentée afin de souligner les facteurs influant sur les contraintes au niveau de l'interface poutre-plaque de renforcement.

**Mots-clés :** Contraintes d'interface, Poutre FG, Renforcement.

---

## **Formulation théorique et analyse du flambement des poutres en FGM**

**Farouk Yahia ADDOU<sup>1,2</sup>, Fouad BOURADA<sup>1,3</sup>, Imene AIT SIDHOUM<sup>1,4</sup>, Mohammed BOURADA<sup>1,3</sup>, Abdelouahed TOUNSI<sup>1,3,5</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire des matériaux et hydrologie, Université de Sidi Bel Abbès, Algérie

<sup>2</sup>Département de génie civil, Faculté des sciences et de la technologie, Université de Mostaganem, Algérie.

<sup>3</sup>Département de génie civil et travaux publics, Université de Sidi Bel Abbès, Algérie.

<sup>4</sup>Centre universitaire Salhi Ahmed NAAMA, Algeria.

<sup>5</sup>YFL (Yonsei Frontier Lab), Yonsei University, Seoul, Korea

**Corresponding Author Email:** addoufarouk@yahoo.fr

---

**Résumé :** Pour répondre aux besoins structuraux, des matériaux de nouvelle génération ont été créés grâce aux progrès des technologies de fabrication des matériaux. À chaque époque, des matériaux particuliers ont fait l'objet d'innovations pour promouvoir le développement de la technologie. Dans ce travail, on présente le comportement de flambement mécanique des poutres fonctionnellement graduées (FGM), en utilisant une théorie exponentielle de cisaillement d'ordre élevé (HSDT). Le présent modèle satisfait exactement aux conditions aux limites des contraintes sur les faces supérieure et inférieure de la plaque FG sans utiliser de facteur de correction du cisaillement. Il est considéré aussi que les propriétés du matériau varient selon la loi de puissance P-FGM et la loi exponentielle E-FGM par rapport à la l'épaisseur. Les équations gouvernantes de flambement sont dérivées du principe du travail virtuel pour les poutres FG avec des conditions aux limites en appui simple. Des résultats numériques sont présentés pour vérifier l'exactitude de la présente étude. Les effets résultants du rapport d'élancement de la poutre, l'indice de puissance et le rapport de différents modules d'élasticité des poutres FGM sont tous étudiés.

**Mots-clés :** Poutre FGM, théorie d'ordre élevé, principe du travail virtuel, flambement mécanique

---

## **The effect of visco-pasternak foundation on the free vibration behavior of exponentially graded sandwich**

**Fatima BOUNOUARA<sup>1,2</sup>, Fouad BOURADA<sup>2,3</sup>, Mohamed BOURADA<sup>2,3</sup>, Abdelouahed TOUNSI<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Département de Génie Civil, Faculté d'Architecture et de Génie Civil, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, BP 1505 El M'naouer, USTO, Oran, Algeria

<sup>2</sup>Material and Hydrology Laboratory, University of Sidi Bel Abbes, Faculty of Technology, Civil Engineering Department, Algeria

<sup>3</sup>University of Sidi Bel Abbes, Faculty of Technology, Civil Engineering Department, 89 Cité Ben M'hidi, 22000 Sidi Bel Abbés, Algeria

**Corresponding Author Email:** bounouarafat3@gmail.com

---

**Abstract:** In this investigation, an improved integral trigonometric shear deformation theory is employed to examine the vibrational behavior of the functionally graded (fg) sandwich plates resting on visco-pasternak foundations. the studied structure is modelled with only four unknowns' variables displacements functions. the simplicity of the developed model being in the reduced number of variables which was made with the help of the use of the indeterminate integral in the formulation. the current kinematic takes into consideration the shear deformation effect and does not require any shear correction factors as used in the first shear deformation theory. a galerkin technique is proposed to solve the differentials governing equations, which enables one to obtain the semi-analytical solutions of natural frequencies for various clamped and simply supported fg sandwich plates resting on visco-pasternak foundations. the validity of proposed model is checked with others solutions found in the literature. parametric studies are performed to illustrate the impact of various parameters as plate dimension, layer thickness ratio, inhomogeneity index, damping coefficient, vibrational mode and elastic foundation on the vibrational behavior of the fg sandwich plates.

**Keywords:** galerkin technique, hamilton's principle, improved integral theory, sandwich-plates, vibrational behavior, visco-pasternak foundations.

---

## **Analysis of the effect of triaxiality of stresses and cavity geometry on the damage of composites**

**Tati Hayat <sup>1\*</sup>, Mohammed Hadj Meliani <sup>2</sup>, Zaim Abdelnour <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering , Mustapha Stambouli university of Mascara, Algeria

<sup>2</sup> LMPM, Department of Mechanical Engineering, University of chlef,

**Corresponding Author Email:** :hayet.tati@univ-mascara.dz

---

**Abstract:** Metal pipelines have proven to be efficient for transporting oil and gas, the issue of corrosion remains a significant challenge. Composite pipelines offer an alternative with the potential to eliminate corrosion problems associated with traditional ferrous steel pipelines. However, I'm going to have a problem: hydrogen embrittlement is a concern that needs to be addressed in composite pipes. Hydrogen embrittlement occurs when atomic hydrogen penetrates the metal or composite material, causing a reduction in its ductility and potentially leading to structural failures and its deterioration. This phenomenon is of particular concern in high-pressure and corrosive environments, such as those encountered in oil and gas transportation. This will treat this phenomenon by using inhibitors and conducting mechanical tests such as tensile testing to evaluate the effect of inhibitors on the ductility and structural integrity of composite pipes. The research will include a literature review to contextualize the study and present results from previous research in related areas. The goal is to contribute valuable insights to the field and provide recommendations for future research.

**Keyword:** materials composite, hydrogen embrittlement, damage, triaxiality, crack, pipeline steel, notches, inhibitor protection, pipeline composite.

---

## **Comparison of mechanical and thermal properties between virgin and recycled polypropylene with same grade**

**Benaichouba Zahira<sup>1\*</sup>, Yerou Amine<sup>1</sup>, Salem Mokadem<sup>2</sup>, Bouziane Mohamed Mokhtar<sup>1,2</sup>, Bel Abbas Bachir Bouiadjra<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering , Mustapha Stambouli university of Mascara, Algeria

<sup>2</sup> LMPM, Department of Mechanical Engineering, University of Sidi Bel Abbas,

\*e-mail : zahira.benaichouba@univ-mascara.dz

---

**Abstract:** Thermoplastics are characterized by very interesting recycling properties because this process of softening by thermal effect and hardening by cooling can be repeated several times. Recycled thermoplastic polymers such as polypropylene (PP) have been successfully incorporated in various industrial fields. Recycled plastics have several advantages, including low cost, good thermal stability, and a very good impact on the environment. Polypropylene (PP) is a very versatile and widely used thermoplastic, its recycling is cost-effective because it reduces the use of virgin plastic, and in addition to the beneficial effect to the environment. Recycled PP is typically sorted from packaging waste. In this study, we will compare the mechanical properties of a virgin PP with a recycled PP of the same grade, i.e. with the same melt flow index of 20 g/10 min. Tensile and impact tests were carried out on both polypropylenes to compare their mechanical performance. Differential scanning calorimetry (DSC) and thermal gravimetric analysis (TGA) were used to compare the thermal properties of the two polypropylenes. The mechanical tests showed that the two virgin polypropylenes have identical rigidities, but the impact resistance of virgin PP is better. From a thermal point of view, DSC analysis showed that recycled PP contains some traces of polyethylene (PE), and the differences between the melting and crystallization temperatures of the two PPs are not significant enough. TGA analysis has shown that the degradation temperature of virgin PP is slightly higher than that of recycled PP.

**Key-Words:** Virgin polypropylene, , Recycled polypropylene, Tensile test, Impact test, DSC, TGA

---

## **Valorisation des déchets végétal dans les Matériaux composites**

**Chabane SI AHMED<sup>1</sup>, Mohamed Amin BOUZIDI<sup>1</sup>, Belkacem MEZIANI<sup>1</sup>, Ahmed OULD AMER<sup>1</sup>, BELAID Hichem**

<sup>1</sup> Laboratory of Construction Engineering and Architecture 1, Faculty of Technology, University of Bejaia, Algeria

[Chabane.siahmed@univ-bejaia.dz](mailto:Chabane.siahmed@univ-bejaia.dz)

---

**Résumé.** Le matériau terre renforcé avec des déchets peut apporter une réponse face aux problèmes que les constructions modernes rencontrent en termes d'enjeux sociétaux, économiques et écologiques. Cependant, les difficultés à comprendre et à prédire son comportement représente un obstacle au développement de cette technique dans les pays développés. Les matériaux de construction à base de terre sont utilisés depuis l'Antiquité, mais ces derniers temps, ils ont surtout été considérés comme des matériaux de restauration de l'architecture traditionnelle plutôt que comme des matériaux de construction écologiques pour les nouveaux bâtiments. Cependant, la promotion d'une architecture plus durable a récemment conduit à se tourner vers l'adobe ou la terre crue, entre autres. En raison de l'impact élevé du béton et de l'industrie des briques d'argile cuites, principalement dû à l'utilisation de clinker et au processus de cuisson, respectivement, l'adobe peut fortement réduire l'empreinte écologique de la construction et des matériaux de construction conventionnels. En outre, l'utilisation de fibres pour le renforcement du pisé a également été mise en évidence comme un facteur clé pour améliorer la performance du pisé. De toute évidence, lorsque les résidus remplacent avec succès ces fibres, l'empreinte écologique peut être encore plus réduite. Ainsi, cette recherche se concentre sur l'évaluation de l'adobe renforcé avec des résidus, dans le but de démontrer la faisabilité de ce matériau de construction. Plusieurs séries ont été réalisées en faisant varier le pourcentage de remplacement jusqu'à 5%, propriétés mécaniques et thermiques ont été évaluées.

**Mots clés:** Briques terre, Valorisation, Déchet végétal, Thermique.

---

# **VIBRATION ANALYSIS OF BIOLOGICALLY INSPIRED HELICAL LAMINATED COMPOSITE PLATES IN THERMAL CONDITIONS.**

**Tayeb SI TAYEB<sup>1,a</sup>, Aman GARG<sup>2,b</sup>**

*1*University of Tissemsilt, PB 192 bougara road, 38000 Tissemsilt, Algeria.

*1*Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, University of Ibn Khaldoun Tiaret, Algeria.

*2*State Key Laboratory of Intelligent Manufacturing Equipment and Technology, School of Mechanical Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

*2* Department of Civil and Environmental Engineering, The NorthCap University, Haryana, India – 122017

<sup>a</sup> [tayeb.sitayeb@univ-tissemsilt.dz](mailto:tayeb.sitayeb@univ-tissemsilt.dz)

---

**Abstract:** Helicoidal laminates are stronger than regular laminates in terms of toughness. This article's aim is to utilize the newly proposed higher-order zigzag theory to carry out free vibration analysis of bio-inspired helicoidal laminated composite plates in the thermal environment. In this study, various types of helical patterns, such as recursive, semi-circular, linear, exponential and Fibonacci, are discussed. The behaviour of helical stratified composite plates under different conditions, such as final conditions, temperature, angle of inclination and geometry, is studied in detail under free vibration conditions. End conditions, temperature conditions, and helicoidal plan are the main factors that determine the frequency of bio-inspired helicoidal layered composites and plates. New findings are presented in this paper that will serve as a benchmark for future research.

**Keywords:** Helicoidal laminates; Bio-inspired helicoidal plates; Free vibration; Thermal; Frequency

---

# **Thème 4**

# **Constructions Mécaniques**

## **Simulation par la méthode des éléments discrets (DEM) de l'effet de la géométrie des barres de relevage sur les performances d'un broyeur à boulets**

**Ali Safa<sup>1</sup>, Sahraoui Aissat<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Laboratoire de Recherche des Technologies Industrielles / Département de Génie Mécanique  
Université Ibn Khaldoun – Tiaret / Algérie

**Corresponding Author Email:** ali.safa@uni-tiaret.dz

---

**Résumé :** Un broyeur à boulets est un appareil largement utilisé dans le traitement des minerais, il est destiné à moudre et diminuer progressivement la taille des particules de minerai. L'intérieur du broyeur contient des barres horizontales connues sous le nom de barres de relevage (lifters) assignées à soulever la charge jusqu'à une certaine hauteur puis tombe au fond du broyeur dans la zone d'impact selon les caractéristiques du mouvement interne. Il a été constaté dans de nombreuses études que la consommation d'énergie dans le broyeur à boulets dépend généralement du taux de remplissage, de la géométrie des lifters, de la vitesse du broyeur, ...etc. Dans ce travail, nous avons proposé une nouvelle géométrie (hélicoïdale) des barres de relevage et étudié son influence sur les performances d'un broyeur à boulets, à savoir : La puissance absorbée, les efforts de contact et le nombre de collisions en utilisant la méthode des éléments discrets (DEM). La puissance consommée par le broyeur affiche ces valeurs les plus basses pour les nouvelles barres de relevage hélicoïdales de pas 3000 (HP3). Pour ce même profil, le nombre total de collisions, l'effort de compression, l'effort normal et l'effort tangentiel représentent des valeurs plus importantes que les autres profils, ce qui présente un avantage plus significatif sur l'efficacité de broyage et sur la qualité du produit final.

**Mots-clés :** Barres de relevage (lifters), Broyeur à boulets, Puissance absorbée, Efforts de contact, Nombre de collisions, DEM.

---

## **Effect of RSW parameters on mechanical properties of galvanized steel and stainless steel sheets**

**Fouad TERNANE<sup>1</sup>, Mustapha BENACHOUR<sup>1</sup>, Fethi SEBAA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of mechanical engineering, IS2M Laboratory; Aboubekr Belkaid University, Tlemcen, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [fouadsciences@yahoo.fr](mailto:fouadsciences@yahoo.fr)

---

**Abstract:** 2mm thickness specimens of 304L austenitic stainless steel and Z275 galvanized steel were welded by the resistance spot welding process. The effects of welding parameters, namely welding current, welding time and welding force on the mechanical behavior of heterogeneous joints. The welding current applied is between 10 and 16 kA. The welding times and the welding force are respectively of the order of 10-13 cycles and 7-8 bars. Tensile shear tests were done to determine the mechanical properties. The results show that the current has a significant effect on the tensile strength while the increase in the welding current increases the tensile strength of the weld joints, in addition three modes of ruptures have been distinguished as well as the relation of the failure modes with the welding parameters, in particular the welding current.

**Keywords:** Resistance Spot Welding, Dissimilar assemblies, Welding parameters, Tensile strength, Fracture mode.

---

## **Simulation numérique du comportement thermomécanique en contraintes et déformation de la virole d'un four rotatif de cimenterie**

**Mohammed BOUHAFS<sup>1</sup>, Abed MRGHDIR<sup>1</sup>, Abdelazziz ADJLOUAT<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Oran Algérie.

**Corresponding Author Email:** [mohamedbouhafs@yahoo.fr](mailto:mohamedbouhafs@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Les fours rotatifs sont des équipements très utilisés dans l'industrie surtout celle des ciments. Ils sont souvent sollicités à de fortes contraintes mécaniques et thermiques. Ce travail a pour objectif d'étudier le comportement mécanique d'un four rotatif à travers le calcul de la contrainte de Von mises, ainsi que la déformabilité subie par les viroles. La simulation numérique de la virole et du mur réfractaire par la méthode des volumes finis a été élaborée en utilisant le logiciel WORKBENCH (ANSYS). L'idée c'est de vérifier le comportement du four sous trois conditions différentes choisies, qui sont la charge propre du four, la considération des conditions thermiques et avec différentes épaisseurs de brique réfractaire. La mise en évidence de la contrainte et de la déformation, nous donne une vision claire de la situation de notre équipement. Ce qui va permettre de prévoir une maintenance adaptée à la situation et en deuxième lieu, augmenter la durée de vie de la virole de notre four rotatif. Pour une meilleure approche du comportement du four rotatif, les résultats obtenus sont comparés à des travaux académiques. Par conséquent, tous les résultats sont en excellent accord.

**Mots-clés :** Four rotatif, Cimenterie, Simulation numérique, Virole, Contraintes, Déformation.

---

## **Calcul dynamique linéaire d'une ligne d'arbre flexible montée sur un palier hydrostatique à trois patins**

**Mahmoud Hammou<sup>1</sup>, Ahmed Bouzidane<sup>1</sup>, Hicham Abo-Shighiba<sup>1</sup>, Senouci Debih<sup>1</sup>, Athmani Houari<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Research Laboratory of Industrial Technologies, Department of Mechanical Engineering, Ibn Khaldun's University of Tiaret, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [hammoumahmoud2@gmail.com](mailto:hammoumahmoud2@gmail.com)

---

**Résumé :** L'étude du comportement dynamique d'une ligne d'arbre flexible montée sur des paliers hydrostatiques représente un domaine crucial de la mécanique des systèmes rotatifs, elle se traduit par des phénomènes dynamiques complexes (vitesses critiques, résonances etc.). Les paliers non lubrifiés ne sont utilisables que pour des vitesses de rotation faibles. Seuls les paliers fluides peuvent être utilisés aux vitesses et aux charges élevées. Parmi les paliers les plus appropriés au contrôle des vibrations d'un rotor, on dénote les paliers hydrostatiques à trois patins alimentés par trois résistances hydrauliques de type capillaire. Ce type de paliers hydrostatiques, jouent un rôle important dans la réduction des frottements et des vibrations, contribuant ainsi à prolonger la durée de vie des équipements et à améliorer leur performance. L'objectif principal de cette communication est consacré à l'étude du comportement dynamique d'une ligne d'arbre flexible montée sur paliers fluides à patins hydrostatiques peut être modélisée d'une façon simplifiée, comme étant le modèle de Jeffcot- Laval. Ce type de modèle permet de tenir compte de la flexibilité de l'arbre. Cette approche de modélisation peut être appliquée pour décrire le comportement dynamique d'une ligne d'arbre soumise à des excitations de type balourd. Durant cette communication un modèle de comportement dynamique a été développé afin d'étudier l'effet de la pression d'alimentation  $P_s$  et la viscosité sur le comportement vibratoire d'une ligne d'arbre flexible soumise à des excitations de type balourd.

**Mots-clés :** Paliers hydrostatiques, Patin, Comportement dynamique, Balourd, Etude linéaire, Les paliers non lubrifiés.

---

## **Caractérisations mécanique et électrochimique des revêtements métalliques en cuivre et en aluminium déposés par la technique de projection thermique sur un substrat en acier E24**

**KERKADI Samir<sup>1</sup>, BRADAI Mohand Amokrane<sup>1</sup>, Ali Bilek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire de Mécanique, Matériaux et énergétique (L2ME), Faculté de Technologie, Université A. MIRA de Bejaia.

<sup>2</sup> LMSE. Laboratoire, Département de Génie Mécanique, Université UMMTO, Tizi-Ouzou Algérie.  
**Corresponding Author Email:** [kerkadisamir@yahoo.fr](mailto:kerkadisamir@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Ce travail porte sur la caractérisation microstructurale et le comportement à la corrosion dans de l'eau de mer artificielle à 3.5% NaCl de deux revêtements métalliques, l'un en Cuivre et l'autre en Aluminium, déposés sur un substrat en acier E24 par la technique de projection thermique flamme-fil. Les microstructures des revêtements réalisés et des phases formées après corrosion ont été mises en évidence par Microscopie électronique à balayage couplée à l'analyse EDXS (MEB-EDXS) et confrontée aux résultats des analyses par diffraction des rayons X (DRX). Les propriétés du revêtement utilisées telles que la microdureté et les caractéristiques de prévention de la corrosion sont examinées, respectivement avec la méthode de dureté de Vickers et la polarisation potentiodynamique. Les résultats obtenus montrent que le dépôt en Cuivre présente une microdureté plus élevée que celle du revêtement en Aluminium. Les courbes de polarisation cyclique révèlent l'existence d'un large domaine de passivation suite à la formation d'un film d'oxyde protecteur dans les deux cas. Par ailleurs, l'apparition d'une hystérésis négative pour le dépôt de Cuivre est significative d'une grande stabilité du film d'oxyde passif contrairement au dépôt de l'Aluminium qui présente une hystérésis positive, qui traduit l'instabilité du film de passivation et sa sensibilité à la piqûration en présence des ions de chlorures. Dans les deux cas, les oxydes formés après les tests électrochimiques sont de structure cubique centrée. Cependant, l'étude montre que le revêtement métallique de cuivre présente un meilleur comportement mécanique et électrochimique.

**Mots-clés :** Projection thermique, Revêtements métalliques, Corrosion, Potentiel de corrosion, Polarisation cyclique, Perte de masse.

---

## **Conception, analyse et optimisation d'un ventilateur axial de mine**

**Salem HEDOUD**

Département Electromécanique Institut de Mine, Université Larbi Tébessi – Tébessa.

**Corresponding Author Email:** [salemhedoud@univ-tebessa.dz](mailto:salemhedoud@univ-tebessa.dz)

---

**Résumé :** Une conception proposée pour un système de ventilation dans les souterrains pour le creusement des tunnels et l'exploitation minière. Ce système, constitué par un Ventilateur axial, Conception, Analyse CFD, Optimisation, CFturbo, Ansys Fluent, Algorithme Génétiqueune haute efficacité et moins de bruit

**Mots-clés :** Ventilateur axial, Conception, Analyse CFD, Optimisation, CFturbo, AnsysFluent, Algorithme Génétique

---

## **Static and dynamic analysis of a double-acting hydrostatic thrust bearing lubricated with ferrofluid**

**Benkouachi Narimen<sup>1-2</sup>, Debbih Snouci<sup>1</sup>, Bouzidane Ahmed<sup>1</sup>, and Mohammed El Sallah Zagane<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dept. of Mechanical, The University of Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup>Physical Engineering Laboratory, Ibn Khaldoun University, Tiaret, Algeria

---

**Abstract:** The objective of this research is to investigate the static and dynamic properties of a double-acting hydrostatic thrust bearing lubricated with a ferrofluid. Ferrofluids are colloidal solutions containing ferromagnetic or ferrimagnetic nanoparticles, typically around 10 nanometers in size, dispersed in a solvent, often water. These liquids become magnetic when exposed to an external magnetic field while maintaining their colloidal stability. In this study, we conducted an analytical analysis using the Jenkins model to assess the influence of parameters such as ferrofluid composition, eccentricity ratio, and compression velocity on the static and dynamic characteristics of the double-acting hydrostatic thrust bearing lubricated with a ferrofluid. The obtained results have undergone in-depth analysis and discussion.

**Keywords:** Ferro fluid, Jenkins model, Hydrostatic bearing, Squeeze film damper, Static and dynamic characteristics.

---

## **Simulation numérique du comportement mécanique des assemblages boulonnés : cas des multi matériaux**

**Guerchouh Nawel<sup>1</sup>, Bentaieb Roumaïssa<sup>1</sup>, Bachi BenSaad Saoussane<sup>1</sup>, Mazari Mohamed<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Département Mécanique, Laboratoire De Génie Physique, Université Ibn Khaldoun De Tiaret  
**Corresponding Author Email:** [nawel.guerchouh@univ-tiaret.dz](mailto:nawel.guerchouh@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** Parmi des modes d'assemblages comme boulonnage, rivetage, collage, soudage... le boulonnage ext, sans aucun doute, le système de liaison le plus utilisé. Ce type d'assemblage présente un avantage intéressant par sa facilité de réalisation (alésage des trous dans les plaques et montage de la fixation avec ou sans rondelles). Néanmoins, la présence du trou d'alésage constitue le point faible de ce type de structure du fait de la concentration des contraintes qui est souvent la cause principale de la naissance des fissures. Ce travail porte sur une étude numérique du comportement globale des assemblages boulonnés mono et multi-matériaux, en mono et bi-fixations. Deux séries d'essais sur des assemblages mono et multi-matériaux (Acier-Acier, Acier-PEHD) sous un seul type de chargement monotone (traction) sont réalisées dans le but d'évaluer leur résistance, leur rigidité et leur déformation.

**Mots-clés :** Assemblages boulonnés, Multi-matériaux, Comportement mécanique, Simulation numérique.

---

## **L'effet de l'outil de soudage sur la qualité de surface des joints soudés par la méthode FSW**

**Adda hanifi mohamed amine<sup>1</sup>, Zemri.M<sup>1</sup>, Merzoug.M<sup>1</sup>, Dellal.N<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire des matériaux et systèmes réactifs – Faculté de Technologie, Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbés. Algérie.

**Corresponding Author Email:** [addahanifimohaùedamine29@gmail.com](mailto:addahanifimohaùedamine29@gmail.com)

---

**Résumé :** Le soudage par friction malaxage est une technique d'assemblage utilisée surtout pour les alliages d'aluminium, par ces avantages donne au industrielle une méthode de réparation fiable et économique qui permet de maintenir la structure en service en tout sécurité. Dans les travaux en cours, l'optimisation des paramètres du processus de soudage par friction (FSW) (vitesse de rotation de l'outil, vitesse de soudage) pour maximiser les réponses de sortie des propriétés mécaniques résistance à la traction et la qualité de surface du joint soudé sur l'alliage d'aluminium 3003. Le mode de finition des joints soudés par le FSW se différencie selon l'outil de soudage usiné. Différents outils de soudage sont usinés (outil avec pion et autre sans pion) pour voir la qualité de la surface soudée choisissant les paramètres suivants (2000tr/min vitesse de rotation de l'outil ,160tr/min et 200 tr/min vitesse de soudage). La rugosité de la surface (Ra) est mesurée par un rugosimètre, les résultats obtenus montrent que l'outil de soudage sans pion donne une meilleure qualité de surface.

**Mots-clés :** Alliage d'aluminium 3003, Rugosité, Soudage par friction malaxage (fsw)

---

# **Thème 5**

# **Mécanique de la Rupture**

## **Etude stochastique du comportement en fatigue des alliages d'aluminium**

**BOUCHOUICHA Madani Mohamed<sup>1</sup>, MAZARI Mohamed<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Matériaux et systèmes réactifs LMSR, Département de génie mécanique, Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes, BP89, cité Ben M'hidi, Sidi Bel Abbes, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [bouchouich.madani@gmail.com](mailto:bouchouich.madani@gmail.com)

---

**Résumé :** La connaissance détaillée du comportement mécanique des alliages d'aluminium utilisés dans le domaine aéronautique et de transport et leurs tenues à long terme est de première importance. Lorsqu'il est soumis à une sollicitation mécanique, cet alliage s'endommage par création de microcavités, dont la teneur est exacerbée par de fortes contraintes. La compréhension des micromécanismes de déformation et d'endommagement de ces alliages à partir de leurs comportements mécaniques, et une meilleure connaissance des processus à l'origine de la rupture constituent la problématique de ce travail. L'étude entreprise dans ce travail, a pour ambition d'aboutir à une meilleure compréhension de son comportement en fatigue des alliages d'aluminium de façon large. L'objectif principal de ce travail est de faire une étude stochastique du comportement en fatigue des alliages d'aluminium de 4 séries. L'étude s'articule d'une part autour de la caractérisation mécanique sous sollicitation simple qui s'appuie sur une méthodologie originale et performante utilisant des techniques d'analyse microstructurale. D'autre part déceler les éléments dominants pour expliquer les phénomènes de résistance et l'influence de l'élément d'addition dominant pour chaque matériau.

**Mots-clés :** Alliage d'aluminium, Propriété mécanique, Comportement en fatigue, Fissuration

---

## **Estimations du degré de nocivité d'une fissure de fatigue**

**Abdelghani Baltach <sup>1,2</sup>, Abdelkader Djebli <sup>2</sup>, Ali Benhamena <sup>2</sup>, Fodil Khelil <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, University of Tiaret, Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup> Laboratory of Quantum Physics of Matter and Mathematical Modeling (LPQ3M), University Mostapha Stambouli-Mascara, Mascara 29000, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [baltachabdelghani@gmail.com](mailto:baltachabdelghani@gmail.com)

---

**Résumé :** L'objectif de ce travail est de déterminer l'évolution du degré de nocivité d'un défaut dans une plaque fissurée sous chargement statique. Pour cela, une modélisation numérique par la méthode des éléments finis en 2-D en mode I pure a été réalisée sur des éprouvettes avec différentes configurations en utilisant le code de calcul Abaqus14 basé sur la méthode des éléments finis. Ces résultats numériques obtenus à partir des différents modèles traités, nous permettent d'évaluer le degré de nocivité des fissures sur la structure endommagée et par conséquent la réduction de la durée de vie de la structure endommagée par fissuration.

**Mots-clés :** Degré de nocivité, Défaut, Modélisation numérique, Méthode des éléments finis.

---

## **Effet de l'expansion à froid dans un trou de fixation sur le comportement en rupture d'une fissure interpénétrante**

**Abdelghani Baltach <sup>1,2</sup>, Abdelkader Djebli <sup>2</sup>, Ali Benhamena <sup>2</sup>, Fodil Khelil <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, University of Tiaret, Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup> Laboratory of Quantum Physics of Matter and Mathematical Modeling (LPQ3M), University Mostapha Stambouli-Mascara, Mascara 29000, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [baltachabdelghani@gmail.com](mailto:baltachabdelghani@gmail.com)

---

**Résumé :** La rupture par fatigue autour des trous de fixation dans les structures métalliques présente un danger significatif, car elle peut entraîner des accidents inévitables. Cependant, la technique d'expansion à froid qui est basée sur la génération des contraintes résiduelles de compression le long de l'épaisseur du trou nous permet de compenser les contraintes de traction appliquées sur la structure assemblée et par conséquent, ferme les fissures existantes et empêche la formation de nouvelles fissures. Dans ce travail une simulation numérique en 3-D par éléments finis a été réalisée pour analyser le comportement d'un assemblage boulonné et déterminer l'impact du processus d'expansion sur la génération des contraintes résiduelles autour du trou. Les résultats obtenus ont démontré que cette technique a un effet bénéfique sur la durée de vie de la structure analysée.

**Mots-clés :** Rupture, Fatigue, Trous de fixation, Expansion à froid, Assemblage boulonné, Contraintes résiduelles.

---

## **Phénomène de fatigue du métal des aiguilles des appareillages de voie du tramway**

**Sid Ahmed REFFAS<sup>1</sup>, Youcef GORADIA<sup>1</sup>, Adel CHOUITER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed-Boudiaf USTOMB  
Department genie mecanique.

<sup>2</sup>Université Ferhat Abbas Sétif. Institut d'Optique et Mécanique de Précision

**Corresponding Author Email:** [Sidahmed.reffas@univ-usto.dz](mailto:Sidahmed.reffas@univ-usto.dz)

---

**Résumé :** Le tramway en tant que patrimoine invite au bilan technique et économique de ses infrastructures. Le contexte des infrastructures de tramway est assimilable à celui d'un parc d'ouvrages fonctionnellement homogènes qui présente des compositions différentes en nature et en assemblage, dans des situations contextuelles souvent particulières. Les infrastructures ne sont pas immuables : le stock se dégrade inévitablement sous l'effet du vieillissement alors que les parades d'entretien sont limitées et le renouvellement est coûteux et contraignant. La gestion des infrastructures est fondée sur des inspections visuelles et le jugement expert pour la planification des actes d'entretien et de renouvellement. Ce travail contribue au développement d'une approche numérique pour la voie ferrée de tramway, en apportant une formalisation du problème technique spécifique ainsi que des éléments de méthode pour les principaux aspects. Par une analyse de simulation, nous caractérisons le « système de la voie ferrée de tramway ». Nous présentons de manière structurée la composition du système technique dans sa complexité. Nous posons un diagnostic global du problème posé et fournissons un modèle fiable qui pourra être utilisé, en résulte un repérage des facteurs importants qui sont en cause et des leviers d'action en nombre limité.

**Mots-clés:** Tramway, Méthode des éléments finis, Contraintes équivalentes, Endommagement, Déplacements.

---

## **Limite de la zone de d'endommagement lors de l'interaction microfissure fissure principale en Mode II**

**Hamid Hamli Benzahar**

Laboratoire d'Acoustique et de Génie Civil, faculté de sciences et de la technologie, Université de  
Khemis miliana, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [h.hamli-zahar@univ-dbk.m.dz](mailto:h.hamli-zahar@univ-dbk.m.dz)

---

**Résumé :** Dans cette recherche, la détermination de la taille de la zone d'endommagement en mode II, lors de l'interaction entre la fissure principale et microfissure avoisinante dans un matériau fragile est considérée. Cette étude s'appuie principalement sur les champs de déformations et de contraintes générés en variant la distance entre la microfissure et la fissure principale en prenant en compte plusieurs longueurs de cette fissure principale. Le modèle proposé est un élément mince ayant une fissure principale entourée d'une microfissure arbitraire et uniformément chargée selon le Mode II. Le problème est analysé par la méthode des éléments finis (FEM) à l'aide du Logiciel ABAQUS. Pour chaque distance entre la fissure principale et la microfissure, des champs de contraintes et de déformations sont trouvés. Sur la base de ces champs, la longueur de la zone endommagée est déterminée. Les resultants trouvés sont comparables avec ceux trouvés en premier mode de rupture (Mode I).

**Mots-clés:** Zone endommagée, Fissure, Contrainte, Déformation.

---

## **Numerical study of crack characterization parameters of an elastoplastic material of a 2D model in FEM**

**Bentahar Mohammed**

Department of civil and hydraulic Engineering, Tahar Moulay University, SAIDA.  
**Corresponding Author Email:** [bentahae@yahoo.fr](mailto:bentahae@yahoo.fr)

---

**Abstract:** Crack propagation is an important phenomenon in fracture mechanics. Currently, this phenomenon is very difficult to avoid but there are possibilities to reduce it. Indeed, the parameters to characterize the state of a crack today can play important roles especially at the level of the crack front. This paper deals with numerical modeling the evolution of different crack parameters, such as stress intensity factors KI and KII, contour integral (J) and internal energy (ALLIE) of a cracked model that contains a hole of diameter  $d=0.1, 0.2$  and  $0.5\text{mm}$ , it is located in front of the crack by the length  $l=1.5, 2, 3, 3.5\text{mm}$ . The finite element method (FEM) was used. Additionally, the elastoplastic material was applied. Thus, quadratic 4-node elements (CPS4R) were used. In addition, the results obtained concerning the numerical simulation were compared and discussed between the different hole diameters and for the different lengths ( $l$ ). A good correspondence was obtained between the different results of comparisons concerning the evolution of the different crack parameters in all the modeling cases of our work.

**Keyword:** Stress intensity factor (SIF), Integral (J), Internal energy (ALLIE), 2D, Crack.

---

## **Evolution of mechanical properties of PEHD pipes containing a notch**

**Z. Foughalia<sup>1</sup>, T.Bellahcene<sup>1</sup>, M.Aberkane<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire d'Elaboration Caractérisation des Matériaux et Modélisation (LEC2M),  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie  
**Corresponding Author Email:** [zakaria.foughalia@ummto.dz](mailto:zakaria.foughalia@ummto.dz)

---

**Abstract:** The canalization safety is a question of public interest of the first importance. The presence of the defects in a pipe can not be prevented. These defects can be internal such as microscopic cracks, pores, the brittle particles' inclusions, or external due to the presence of notch (macro cracks) resulting from the process of construction, a corrosion or a damage caused by tiers. The aim of this work is to study the evolution of mechanical properties of PEHD pipes. We use for this target, a single Edge notched tension (SENT) samples with different notches lengths. We observe, in the first part, that the shapes of the force displacement curve change when the specimen contains a notch comparing to the tensile test of the plates without a notch and in the second part that the area value of the specimens decreases with the increase of the notch length. This area under the force-displacement curve represent, for us, the deformation potential of the material and the decrease of this energy indicate that the material loss its deformation potential in the presence of the notch.

**Keywords:** Pipe, PEHD, notch, Material behavior.

---

## **Numerical study of an energy approach to fatigue crack propagation under variable amplitude loading**

**Mohammed Chaib<sup>1,2</sup>, A. Slimane<sup>3</sup>, S. Slimane<sup>3,5</sup>, Ait kaci Djafar<sup>4</sup>, A. Ziadi<sup>2,6</sup>, B. Bouhouicha<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Institut des sciences et techniques appliquées, Université Ahmed Ben Bella Es Senia Oran 1 B.P. 1524-El M'naouer, Oran, Algérie.

<sup>2</sup> Smart Structures Laboratory/DGRSDT,

<sup>3</sup> Laboratoire de mécanique appliquée, Département de Génie Mécanique, Université des Sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, USTO-MB, BP 1505, El M'naouer, 31000 Oran, Algérie.

<sup>4</sup> University of Sidi-Bel-Abbes, Bp 89, cité Ben M'hidisidi- Bel-Abbes 22000-Algeria.

<sup>5</sup> Centre of Satellite Development (CDS), BP.: 4065 IbnRochd USTO, Oran, Algeria.

<sup>6</sup> Centre universitaire Aintemouchent, route de sidibelabess N101, AinTemouchent 46000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [pro19moh19@gmail.com](mailto:pro19moh19@gmail.com)

---

**Abstract:** This work is a contribution to the numerical study of an energy approach to fatigue crack propagation, conducted mainly on aluminum and its application to simple overload alloys. It has now been found that the application of a cycle of overload during a fatigue crack propagation leads to a slower velocity, this effect is expressed by an increase of the lifetime of the structure. Recent years have seen appear a large number of computer aids prediction is trying to assign a supplement this domain, which occupies a large empirical measure, these tools do not take into account only partially, and most often implicitly, the influence of various external factors and sometimes intrinsic. Therefore, the predictions they provide have a field closely related to validity assumptions of development and should therefore be extended to real structures with caution.

**Keywords:** Specific energy, Crack velocity, Hysteretic energy, Overload, Energetic model.

---

## **L'effet de traitement thermique sur la propriété mécanique des alliages d'aluminium**

**Hicham HADJI<sup>1</sup>, Benattou BOUCHOUICHA<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Laboratoire de Matériaux et systèmes réactifs LMSR, Département de génie mécanique, Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes, BP89, cité Ben M'hidi, Sidi Bel Abbes, Algérie  
**Corresponding Author Email:** [hadjihicham47@gmail.com](mailto:hadjihicham47@gmail.com)

---

**Résumé :** Les différents traitements thermiques ont un rôle très important à la naissance de nouveaux matériaux qui avaient des propriétés spectaculaires. L'objet de ce travail est l'étude de l'effet de traitement thermique sur la micro dureté d'alliage aluminium. Ces alliages ont un grand intérêt vu leur utilisation privilégiée les applications architecturales, dans l'entreprise (algal+) Msila. Dans ce travail nous avons suivi les propriétés des quatre échantillons après chaque traitement (mise en solution et trempe), et nous concentrons sur la partie 'trempe' (trempe par l'eau, l'huile, l'air et l'aie comprime) avec détermination des conditions pour l'effectuer, après la terminaison de tous les états à travers les mesure, nous avons constaté que la trempe à l'air ambiant augmente la valeur de micro dureté des échantillons étudiés et l'huile contribue à la réduction. Cette étude a été menée pour choisir la valeur de dureté selon la demande et le domaine d'utilisation d'alliages d'aluminium. Nous estimons que les résultats obtenus dans ce travail montrent la nécessité de l'utilisation de plusieurs techniques complémentaires sont d'un apport très important du point industriel et recherche fondamentale.

**Mots-clés :** Alliage d'aluminium, la micro dureté, traitement thermique.

---

## **L'EFFET DE TRAITEMENT THERMIQUE SUR LA PROPRIÉTÉ MÉCANIQUE DES ALLIAGE D'ALUMINIUM**

**Hicham HADJI<sup>1</sup>, Benattou BOUCHOUICHA<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Laboratoire de Matériaux et systèmes réactifs LMSR, Département de génie mécanique, Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes, BP89, cité Ben M'hidi, Sidi Bel Abbes, Algérie  
Corresponding Author Email: [hadjihicham47@gmail.com](mailto:hadjihicham47@gmail.com)

---

**Résumé :** Les différents traitements thermiques ont un rôle très important à la naissance de nouveaux matériaux qui avaient des propriétés spectaculaires. L'objet de ce travail est l'étude de l'effet de traitement thermique sur la micro dureté d'alliage aluminium, Ce alliages ont un grand intérêt vu leur utilisation privilégiée les applications architecturales, dans l'entreprise (algal+) Msila. Dans ce travail nous avons suivi les propriétés des quatre échantillon après chaque traitement (mise en solution et trempe , revenu ) .et nous concentrés sur la partie 'trempe' (trempe par l'eau, l'huile ,l'air et l'aie comprime) avec détermination des conditions pour l'effectué, après la terminaison des tous les états à travers les mesure , nous avons constaté que le trempe à l'air ambiant augmente la valeur de micro dureté et des échantillons étudié et l'huile contribue à la réduction ,ensuite mettre les résultats ente les tableaux et les figures .Cette étude a été menée pour choisir la valeur de dureté selon la demande et Le domaine d'utilisation d'alliages d'aluminium. Nous estimons que les résultats obtenus dans ce travail qui nécessité l'utilisation de plusieurs techniques complémentaires sont d'un apport très important du point industriel st recherche fondamentale.

**Mots-Clés :** Alliage d'aluminium, la micro dureté, traitement thermique.

---

## **Asymptotic Behavior of a Global Solution of the Euler-Bernoulli Equation**

**SABBAGH Zineb**

Affiliation(s) BOUMERDES UNIVERSITY  
e-mail de l'auteur principal sabbagh.zineb@gmail.com

---

**Résumé:** In this work, vibration reduction of a flexible marine riser with time-varying internal fluid is studied by using boundary control method and Lyapunov's direct method. To achieve more accurate and practical riser's dynamic behavior, the model of marine riser with time-varying internal fluid is modeled by a distributed parameter system (DPS) with partial differential equations (PDEs) and ordinary differential equations (ODEs) involving functions of space and time. The dynamic responses of riser are completely different if the time-varying internal fluid is considered. Boundary control is designed at the top boundary of the riser based on original infinite dimensionality PDEs model and Lyapunov's direct method to reduce the riser's vibrations. The uniform boundedness and closed-loop stability are proved based on the proposed boundary control. Simulation results verify the effectiveness of the proposed boundary control.

**Mots-Clés:** Marine riser; Boundary control; Lyapunov's direct method; Stability; Internal fluid.

---

# **Thème 6**

## **Biomécanique et**

## **Biomatériaux**

## **Effet des fibres naturelles sur le comportement vibratoire des coques cylindriques**

**Zakia GUEZZEN<sup>1</sup>, Zakia HAMMOU<sup>2</sup>, Aicha BOUSSOUFI<sup>1</sup>, Zouaoui SEREIR<sup>1</sup>,  
Djilali BOUTCHICHA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire Structures de Composites Matériaux Innovants, Faculté de Génie Mécanique, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed-Boudiaf, BP 1505 El M'naouer, USTO-MB, Oran, Algérie.

<sup>2</sup> Département de Chimie Physique, Faculté de Chimie, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed-Boudiaf, BP 1505 El M'naouer, USTO-MB, Oran, Algérie.

<sup>3</sup> Laboratoire de Mécanique Appliquée, Faculté de Génie Mécanique, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed-Boudiaf, BP 1505 El M'naouer, USTO-MB, Oran, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [guezzen.zakia@yahoo.fr](mailto:guezzen.zakia@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Dans le présent article, une analyse des vibrations libres des coques cylindriques biosourcées est présentée en tenant compte des effets de la teneur en fibres  $W_f$  et de la courbure  $k$ . Dans un premier temps, une étude expérimentale a été menée pour fabriquer des coques avec différentes teneurs en fibres courtes d'Alfa ( $W_f = 5\%$ ,  $10\%$  et  $15\%$ ) imprégnées de résine Medapoxy STR. Les coefficients d'amortissement, les fréquences et les formes de mode sont prédits à l'aide d'essais de vibration libre avec un marteau d'impact, en fonction de la variation de  $W_f$  et de la courbure  $k$ . Un modèle numérique est ensuite développé en utilisant le logiciel ANSYS afin de calculer les fréquences naturelles et prédire leurs formes correspondantes, qui sont ensuite comparées aux résultats expérimentaux. Les résultats indiquent une bonne concordance entre les fréquences naturelles obtenues lors des essais expérimentaux et celles prédites analytiquement.

**Mots-clés :** Biosourcé, Coque à faible courbure, Essais expérimentaux, Modèle numérique, Vibration libre.

---

## **Modélisation des dommages du ciment orthopédique dans l'arthroplastie totale de la hanche**

**Mohammed El Sallah Zagane<sup>1</sup>, Abdelmadjid Moulgada<sup>1</sup>, A Sahli<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dept. de génie mécanique, Université de Tiaret, Algeria

<sup>2</sup>Dept. de génie mécanique, Université de Sidi Bel Abbes, Algeria

**Corresponding Author Email:** [zaganesalah@gmail.com](mailto:zaganesalah@gmail.com)

---

**Résumé :** L'objectif de notre travail de recherche est de modéliser les dommages dans le ciment orthopédique utilisé dans l'arthroplastie totale de la hanche, où les implants sont fixés à l'aide d'un ciment chirurgical composé principalement de polyméthylméthacrylate (PMMA). Nous avons utilisé la méthode des éléments finis et le logiciel de calcul ABAQUS pour modéliser les dommages dans le ciment orthopédique pour trois types différents de prothèses totales de hanche : CMK3, BM3 et THOMSON. Deux critères de dommage, à savoir XFEM et GEARING, ont été utilisés dans notre modélisation sous des conditions de charge accidentelle. La méthode XFEM permet de prendre en compte la propagation des fissures à travers les interfaces entre le ciment et l'os, tandis que le critère GEARING utilise une sous-routine USDFLD dans ABAQUS pour imposer des conditions aux limites appropriées et modéliser les paramètres de dommage. Les résultats de notre étude peuvent contribuer à l'amélioration des techniques de fixation des implants et à la prévention des complications postopératoires en chirurgie orthopédique.

**Mots-clés:** Méthode des éléments finis, Dommages, prothèse totale de hanche, XFEM, GEARING

---

## **Modélisation tridimensionnelle du comportement biomécanique des prothèses dentaires sous l'effet de divers types de chargements**

**Yucef GORADIA <sup>1</sup>, Sid Ahmed REFFAS <sup>2</sup> and Sadek GOUASMI<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup> Département de génie mécanique, Faculté de génie mécanique, Université des sciences et techniques d'Oran, El Mnaouar, BP 1505, Bir El Djir, 31000, Oran, Algérie.

<sup>3</sup> Département de Génie Mécanique, Ecole Nationale Polytechnique, Maurice Audin, Oran, Algérie

**Corresponding Author Email:** [yucef.goradia@univ-usto.dz](mailto:yucef.goradia@univ-usto.dz)

---

**Résumé :** Cette analyse tridimensionnelle s'intéresse à une comparaison par la méthode des éléments finis du comportement biomécanique de l'os mandibulaire pour le cas d'un chargement biomécanique total sur deux prothèses et celui d'un seul chargement sur une seule prothèse, les prothèses dentaires sont fixées par des implants dentaires. L'étude consiste à analyser et observer l'intensité des contraintes biomécaniques induites dans l'os mandibulaire (l'os cortical et l'os spongieux) et dans les éléments des prothèses (abutements, implants, couronnes) sous l'effet des efforts masticatoires. Les modèles 3D étudiés sont soumis à un chargement selon les trois directions dans l'espace (corono-apical, disto-médial, bucolingual).

**Mots-clés:** Biomécanique; Os; Implants; Dentaire ; Eléments finis.

---

## **Etude de l'effet de la chaux sur les propriétés hydromécaniques de BTC NS-S30-L3(Natural Sediment with added Sand 30% and treated with Lime 3%)**

**Boumediene SERBAH<sup>1</sup>, Benouda YOUBI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Département de génie civil-Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

<sup>2</sup> Département de génie civil-Université Tahri Mohamed de Bechar.

**Corresponding Author Email:** [boumediene.serbah@univ-tiaret.dz](mailto:boumediene.serbah@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** Cet article a examiné l'effet de l'ajout de chaux sur les propriétés hydromécaniques du Brique de Terre Comprimée (BTC). Le BTC est largement utilisé dans la construction écologique en raison de ses avantages en termes de durabilité et de coût. L'objectif de cette recherche était d'évaluer comment l'incorporation de la chaux modifie les propriétés hydromécaniques du BTC. Pour ce faire, des échantillons de BTC ont été préparés avec différentes proportions de chaux, allant de 1 % à 3% en poids par rapport au sol sec. Les résultats ont montré que l'ajout de chaux a renforcé la résistance à la compression du BTC tout en réduisant sa teneur en eau, l'indice de plasticité et perméabilité. Cependant, il a également légèrement augmenté la rétention d'eau. Ces conclusions suggèrent que l'ajout de chaux peut améliorer les performances du BTC dans certaines applications de construction durables. En conclusion, l'incorporation de la chaux dans le BTC peut améliorer ses propriétés hydromécaniques, en augmentant la résistance à la compression.

**Mots-clés:** Valorisation, BTC, La chaux, Résistance à la compression, Hydromécanique et Durabilité

---

## **Homogénéisation du mélange thermique et analyse de la génération d'entropie pour les fluides non newtoniens dans un système microfluidique compact**

**Amar KOUADRI<sup>1\*</sup>, Embarek DOUROUM<sup>1,2</sup>, Khalida ZIANI<sup>1</sup>, Mokhtar ZAITRI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Département de génie mécanique, Université de Djelfa, Djelfa 17000, Algérie

<sup>2</sup> Laboratoire des matériaux et systèmes réactifs, LMSR, Université de Sidi Bel Abbès 22000, Algérie

Email : [amar.kouadri@univ-djelfa.dz](mailto:amar.kouadri@univ-djelfa.dz)

---

**Résumé :** Dans ce travail, une étude numérique est réalisée pour étudier le comportement d'écoulement laminaire de fluides non Newtoniens dans trois micromélangeurs chaotiques : TLCCM, canal en forme C et canal serpentin. Les structures d'écoulement secondaires sont formées dans les géométries choisies améliorent considérablement les performances hydrodynamiques du mélange. Pour caractériser cette performance, la méthode de Poincaré est présentée pour différentes géométries avec différents cas d'indice de loi de puissance de fluide ( $n$ ). Le comportement de mélange thermique avec différentes températures d'entrée de fluides dans les géométries considérées est étudié. Ainsi, le micromélangeur TLCCM présente des indices de mélange très importants par rapport à ceux obtenus dans les autres micromélangeurs considérés. Pour divers cas d'indices de loi de puissance de fluide ( $n$ ), le micromélangeur TLCCM présente une amélioration du degré de mélange thermique de 42 à 84 % par rapport au degré de mélange thermique dans les canaux en forme C et serpentin. La deuxième loi de la thermodynamique est évaluée en termes de génération d'entropie due au processus thermique et hydrodynamique, en fonction des faibles valeurs de nombre de Reynolds généralisé et d'indice de loi de puissance. Pour tous les cas de fluides Newtoniens et non Newtoniens, la génération d'entropie thermique et frictionnelle augmente avec l'augmentation du nombre de Reynolds généralisé ( $Reg$ ). Cependant, aucun changement remarquable dans la génération d'entropie globale à faibles nombres de Reynolds généralisé le long des micromélangeurs.

**Mots-Clés :** Micromélangeurs chaotiques ; Comportement rhéofluidifiant ; Mélange thermique ; Génération d'entropie.

---

# **Thème 7**

## **Efficacité Energétique et Intelligence Artificielle**

## **Contribution à l'optimisation de l'efficacité énergétique d'un système de dessalement solaire conventionnel**

**Mahmoud Hammou<sup>1</sup>, Ahmed Bouzidane<sup>1</sup>, Hicham Abo-Shighiba<sup>1</sup>, Senouci Debih<sup>1</sup>, Athmani Houari<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Research Laboratory of Industrial Technologies, Department of Mechanical Engineering, Ibn Khaldun's University of Tiaret, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [mahmoud.hammou@univ-tiaret.dz](mailto:mahmoud.hammou@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** Le travail présenté dans cette communication concerne la modélisation puis la simulation numérique d'un distillateur solaire conventionnel qui se compose d'un bassin recouvert d'une couche noire absorbante et d'un couvert transparent en verre ordinaire ou parfois en plastique mis en pente. L'augmentation de la température due à l'effet de serre fait réchauffer l'eau salée qui s'évapore puis se condense sous le vitrage, les gouttelettes d'eau s'écoulent vers la partie inférieure du vitrage dans une gouttière conduisant à un réservoir de stockage de récupération du distillat. Notre objectif est de tester différents scénarios et stratégies avant leur mise en œuvre réelle, tels que l'épaisseur optimale du verre pour réduire les pertes thermiques, la forme des couvercles pour favoriser une meilleure distribution de la lumière solaire. Après identification des paramètres opératoires du système on a développé un code de calcul en Matlab-Simulink pour la résolution du système d'équations différentielles régissant le fonctionnement de notre distillateur solaire, afin de contrôler et optimiser la consommation d'énergie, améliorant ainsi l'efficacité et la fiabilité globales du système. La validité de notre travail a été appréciée en comparant les résultats de la simulation numérique avec ceux donnés par l'expérience. Cela permet de s'assurer que le modèle est réaliste et qu'il peut fournir des résultats précis.

**Mots-clés:** Optimisation, Distillateur solaire, Régime transitoire, Modélisation, Simulation Numérique.

---

## **Computational study of mixed natural convection in square enclosure filled with nanofluid**

**Mohamed A MEDEBBER<sup>1,3</sup>, Belkacem OULD SAID<sup>2</sup>, Nouredine Retiel<sup>2</sup>, Abderrahmane AISSA<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> Mechanical Engineering Departments, Mostapha Istambouli University, Mascara, Algeria.

<sup>2</sup> Laboratory Numerical and Experimental Modeling of Mechanical phenomena, Mechanical Engineering Department, Abdelhamid Ibn Badis University, Mostaganem, Algeria.

<sup>3</sup> Laboratoire de Physique Quantique de la Matière et Modélisation Mathématique (LPQ3M), University of Mascara, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [m.medebber@univ-mascara.dz](mailto:m.medebber@univ-mascara.dz)

---

**Abstract:** A numerical investigation has been achieved in the analysis of two dimensional, incompressible and steady mixed convective flow in square cavity. The cavity is filled with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-water nanofluid saturated with porous medium using the Darcy-Brinkman-Forchheimer model. The upper horizontal wall is considered as hot temperature (T<sub>H</sub>), while the bottom horizontal wall is minted at cold temperature (T<sub>C</sub>). The rest of the walls are thermally insulated. The effect of various non-dimensional parameters such as the Grashof number (Gr) in the ranges (0.01-20), the Reynolds number (Re) in the ranges (50-500) and three different location cases L (0.25, 0.5, 0.75) are carefully analyzed. The obtained results are presented in the form of streamlines, isotherms, average Nusselt number. It is found that the flow and heat transfer play a significant role with various physical parameters and different locations in f the inner obstacle cylinder.

**Keywords:** Magnetohydrodynamic Mixed Convection, Porous medium, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Water nanofluid, location of the inner obstacle cylinder, Average Nusselt number.

---

## **Les caractéristiques hydrothermales dans un canal solaire muni des rugosités**

**Mohammed Amine AMRAOUI, Abdellah Anes KEBBAB**

Université Djillali Liabes de Sidi-Bel-Abbès

**Corresponding Author Email:** [amraoui\\_mohammedamine@yahoo.fr](mailto:amraoui_mohammedamine@yahoo.fr)

---

**Résumé :** La grande partie de l'énergie consommée provient des combustibles fossiles dont l'utilisation massive peut conduire à l'épuisement de ces réserves et menace réellement l'environnement. Donc, il est devenu impératif de développer d'autres alternatives d'énergie renouvelables propres, amies de l'environnement comme l'énergie solaire. Le but de ce travail s'articule sur l'amélioration des performances d'un capteur solaire plan à air en insérant des rugosités de forme rectangulaires au niveau de l'isolant et de l'absorbeur. Une étude numérique utilisant le code de calcul « Fluent » a été menée pour étudier le comportement dynamique et thermique de l'écoulement d'air en comparant ces différents cas de capteur solaire plan à air muni des chicanes (sans rugosité, avec rugosité insérées au niveau de l'isolant, avec rugosité insérées au niveau de l'absorbeur).

**Mots-clés :** Fluent; Capteur solaire; Générateurs de tourbillons; Chicanes; Caractéristiques hydrothermaux

---

## **Learning hand tracking in medical augmented reality systems using kinect cameras**

**Roumaissa Bekiri**

Computer Science Department, LESIA Laboratory, Biskra University, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [roumaissa.bekiri@univ-biskra.dz](mailto:roumaissa.bekiri@univ-biskra.dz)

---

**Abstract:** Medical augmented reality (MedAR) systems have emerged as transformative tools for enhancing surgical precision and medical training. These systems merge the physical and digital worlds, providing healthcare professionals with immersive and interactive experiences that are crucial for tasks such as surgical navigation, medical education, and telemedicine. Within the context of these systems, accurate and robust hand tracking is essential. It enables natural interaction and manipulation of virtual medical data, facilitating the intuitive control of interfaces, tools, and patient data. However, the unique challenges posed by medical scenarios, including the need for sub-millimeter precision, low latency, and hygiene considerations, make hand tracking in MedAR a complex and critical component. In this paper, we propose a medical augmented reality (MAR) system, which is considered as an innovative technology as innovative technologies for boosting learning systems, providing entirely new opportunities for immersive experiences. This research delves into the technical aspects of incorporating Kinect cameras into MedAR setups, highlighting the advantages of depth perception and real-time data acquisition. We discuss calibration techniques that ensure accurate alignment of virtual objects with the physical patient or surgical site, thus improving surgical precision and visualization in real-world. Furthermore, this paper investigates the applications of Kinect-based MedAR in various medical scenarios. We present case studies illustrating how Kinect cameras can aid in surgical navigation, enabling surgeons to superimpose patient-specific anatomical data onto the operative field, thereby facilitating more informed decision-making. In addition, we explore their utility in medical training, where they allow students to practice intricate procedures in a controlled virtual environment. In conclusion, experimental results prove that the proposed system aims to underscore the potential of Kinect cameras as a valuable tool for advancing MedAR technology. By enhancing spatial tracking and interaction capabilities, Kinect-based MedAR systems can significantly improve surgical outcomes, medical education, and telemedicine practices. We discuss ongoing research directions and emerging opportunities, aiming to foster innovation and broader adoption of Kinect camera technology in the field of medical augmented reality.

**Keywords:** Augmented Reality, Medical, Augmented Reality, Kinect-cameras, Surgical navigation.

---

## **Application de la technologie BIM dans le cas des Voiries Et Réseaux Divers Application : Commune de Meghila W. de Tiaret**

**Mohamed ZAOU<sup>1</sup>, Mohamed BENSOU<sup>2</sup>, Benaissa BOUHENNI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Construction Materials and Processes Laboratory (LMPC), University of Mostaganem.

<sup>2</sup> Department of Civil Engineering, Faculty of Science and Technology, University of Mostaganem.

**Corresponding Author Email:** [mohamed.zaoui@univ-mosta.dz](mailto:mohamed.zaoui@univ-mosta.dz)

---

**Résumé :** Les recherches technologiques continuent de produire de plus en plus de nouvelles pertinences, qui créent une variété d'effets non seulement dans le secteur de l'informatique mais également dans des secteurs multidisciplinaires. La technologie BIM offre un système de gestion couvrant tous les processus depuis la phase de planification du projet à la phase d'exploitation et de maintenance. En outre, il fournit la solution aux problèmes de coordination et de collaboration et confère la modélisation 3D du projet, en particulier au stade de la conception. Par conséquent, la partie liée à l'infrastructure est plus limitée que la construction en superstructure. Les résultats émanant de la revue bibliographique ont révélé que les applications de la technologie BIM se restreignent généralement aux études de ponts, études ferroviaires, aéroport et de tunnels. Par conséquent, la recherche sur les réseaux d'infrastructures de services publics tels que les réseaux de voirie, d'alimentation en eau potable, d'électricité, de gaz, d'assainissement des eaux pluviales et usées et les télécommunications sont restreintes. L'objectif principal de cette recherche est de dévoiler « l'Application de la technologie BIM dans le cas des voiries et réseaux divers », afin d'approvisionner la coordination entre les différents acteurs qui interagissent et partagent l'entité voirie. Initialement, les dessins de réseau de distribution 2D sont collectés à partir des services concernés : service d'hydraulique, d'électricité. Dans ce processus, les étapes de l'application de la technologie BIM qui seront utilisés pour la structuration des données en vue d'élaborer une base de données communes aux différents acteurs utilisant l'entité voirie par l'utilisation des outils Autodesk faisant partie de la gamme BIM tels qu'ARC GIS, Infracore, Civil 3D et Navisworks. Une fois que tout le processus de modélisation des divers réseaux en 3D est achevé, l'analyse de la détection des conflits a été produite afin d'élaborer la superposition des dessins sans collision. Finalement, des suggestions et des solutions pour l'avenir ont été exposées dans l'objectif d'inciter le travail collaboratif et itératif entre les différents acteurs et de promouvoir l'usage de cette nouvelle technologie dans ce domaine vital de génie civil.

**Mots-clés :** Technologies BIM, GIS, Infrastructures, Voirie et réseaux divers, Infracore, Civil 3D, Navisworks.

---

## **L'influence des propriétés physiques des sols partiellement saturés sur les processus de transfert d'énergie géothermique**

**Djihad Bennaceur<sup>1</sup>, Nadia Laredj<sup>1,2</sup>, Mustapha Maliki<sup>1,2</sup>, Mahi Eddine Brahimi<sup>1</sup>,  
Kheira Belhamideche<sup>1</sup>, Hanifi Missoum<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire de Construction, Transport et Protection de L'environnement (LCTPE).

<sup>2</sup> Département de génie civil, faculté des sciences et de la technologie, université de Mostaganem.

**Corresponding Author Email:** [djihed28@gmail.com](mailto:djihed28@gmail.com)

---

**Résumé :** Les défis environnementaux et les besoins énergétiques auxquels nous sommes confrontés dans le contexte actuel du réchauffement climatique nécessitent la recherche de moyens visant à réduire son impact négatif et irréversible sur notre planète et sur l'existence de l'humanité. Dans ce travail nous proposons l'utilisation d'une énergie renouvelable dans le secteur du bâtiment. Ce moyen peut être divisé en deux catégories : la réduction de la demande énergétique et l'utilisation de sources d'énergie renouvelable, qu'est la géothermie, qui est extraite du sol par le biais de géo-structures énergétiques. Cette énergie géothermique peut ensuite être utilisée pour le chauffage et le rafraîchissement des bâtiments. Les caractéristiques physiques du sol, y compris sa composition, jouent un rôle significatif dans le processus de transfert de chaleur et de masse, en particulier dans le contexte de l'établissement du processus du stockage et le transfert de chaleur. L'objectif principal de cette étude est d'examiner comment les caractéristiques physiques des sols non saturés influencent le transfert d'énergie géothermique, dans le but d'optimiser son utilisation et faciliter son transfert. Des équations ont été développées pour calculer le bilan énergétique à la surface du sol. Un modèle numérique sera établi pour déterminer comment les conditions climatiques affectent le transfert d'énergie géothermique dans ces sols en fonction de leurs propriétés physiques, afin d'identifier les sols les plus efficaces à cet égard.

**Mots-clés :** Géothermie- Propriétés physiques- Efficacité énergétique- Conduction – Convection - Rayonnement

---

## **Fuzzy logic control of PI regulator for the buck-boost converter side battery energy storage**

**Samira. HEROUAL<sup>1</sup> Belkacem. BELABBAS<sup>1</sup> Tayeb. ALLAOU<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Electrical Engineering Department, ibn Khaldoun University, Tiaret, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [samira.heroual@univ-tiaret.dz](mailto:samira.heroual@univ-tiaret.dz)

---

**Abstract:** Solar energy is regarded as one of the most important renewable energy sources, with electricity generated from photovoltaic systems emitting no greenhouse gases and using no fossil fuels. However, the use of solar energy is hampered by the difficulty of providing a consistent supply of electricity, particularly during periods of low solar radiation. Most stand-alone photovoltaic (PV) systems require energy storage. For this purpose, electrochemical batteries are commonly used so that excess energy created during periods of high solar radiation may be stored and used later during periods of low or absent solar radiation. In this paper, we propose a new PI controlled by Fuzzy logic control that regulates the battery's state of charge (charge/discharge) and maintains DC bus voltage control consequently compensating the power deficit to provide a continuous delivery of energy to the load. The results of this controller PI Fuzzy logic are simulated by MATLAB/Simulink environment to test the control power under different solar irradiation The Obtained simulation results show the effectiveness of the proposed fuzzy logic controller.

**Keywords :** Renewable energy sources, Photovoltaïque system, Batterie, Fuzzy logic controller.

---

## **Développement de Nouvelles Méthodes de Formulation de Béton par l'Intelligence Artificielle et la Programmation Génétique**

**Mohammed el Amin BOUROUIS**

Université Amar Telidji, Laghouat, BP37G Laghouat, Algérie

**Corresponding Author Email:** [m.bourouis@lagh-univ.dz](mailto:m.bourouis@lagh-univ.dz)

---

**Résumé :** La formulation de béton est un processus complexe qui nécessite de prendre en compte de multiples variables, notamment les types de ciment, les granulats, les adjuvants et les propriétés finales du béton, telles que la résistance à la compression et la durabilité. L'approche traditionnelle de formulation de béton consiste à tester différentes combinaisons de composants jusqu'à ce qu'un mélange optimal soit trouvé. Cette approche est fastidieuse et coûteuse, et elle ne garantit pas que le mélange optimal sera trouvé. L'approche proposée dans l'article combine l'apprentissage automatique basé sur l'IA avec la programmation génétique pour rechercher des mélanges de béton optimaux. Les données de formulations de béton existantes sont utilisées pour former un modèle d'apprentissage automatique qui apprend les relations complexes entre les composants et les performances du béton. Ensuite, la programmation génétique est appliquée pour générer des mélanges de béton qui maximisent les propriétés souhaitées tout en minimisant les coûts ou d'autres contraintes. Les avantages de cette approche sont multiples. Tout d'abord, elle permet de développer des formulations de béton plus efficaces et adaptées à des besoins spécifiques, ce qui peut entraîner des économies de matériaux et de ressources. De plus, cette méthodologie ouvre la voie à des formulations de béton plus durables et respectueuses de l'environnement, car elle peut prendre en compte des critères de durabilité dans le processus d'optimisation.

**Mots-clés :** Béton, Formulation béton, Intelligence artificielle, Programmation génétique.

---

## **Étude numérique de l'écoulement de fluides complexes à travers des conduites comportant des singularités**

**KAMLA Youcef<sup>1</sup>, ESAMMET Bencharki<sup>1</sup>, BELACEL Zineddine<sup>1</sup>, KARAS Abdelkader<sup>2</sup>, CHACHI Mohamed<sup>3</sup>, TITRI Asma<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Faculté de Technologie, Université Hassiba Ben Bouali de Chlef ; Laboratoire de Physique Théorique et de Physique des Matériaux LPTPM.

<sup>2</sup>Université IBN KHALDOUN Tiaret, Faculté de la technologie.

<sup>3</sup>Faculté de Génie Mécanique USTO-MB, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [y.kamla@univ-chlef.dz](mailto:y.kamla@univ-chlef.dz)

---

**Résumé :** L'objectif de ce travail est d'effectuer une investigation numérique au moyen d'un logiciel (CFX.20) afin de prévoir correctement les champs de vitesse d'un ensemble de fluides dont le comportement est régi par la loi d'Ostwald (loi de puissance) et qui sont des fluides non newtoniens rhéofluidifiants et newtoniens à travers des contractions brusques. Nous avons étudié l'effet du rapport d'aspect sur la formation des zones de recirculation, nous avons simulé plusieurs configurations géométriques avec différents rapports d'aspect qui sont ( $d_1/d_2 = 0,116, 0,25, 0,50$  et  $0,75$ ). Notre travail a été validé numériquement avec des résultats expérimentaux.

**Mots-clés :** Rhéologie, Pertes, Rétrécissent, Frottement, Vortex

---

## **Fuzzy logic contribution in an asynchronous machine by direct torque control**

**Ibrahim Chouidira**

Research Laboratory on the Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of M'Sila, PO Box 166 Ichebilia, 28000 M'sila, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [ibrahim.chouidira@univ-msila.dz](mailto:ibrahim.chouidira@univ-msila.dz)

---

**Abstract:** In this study, direct torque control (DTC) based on fuzzy logic controller (FLC) is used to improve the performance in induction machine and it tracks the behavior of the device compared to the classic system PID. The direct torque control is essentially based the switching states of the inverter two-level are imposed by separate control of the stator flux and the electromagnetic torque of the machine. Through regulating stator flux and torque by hysteresis structures, regulation of stator flux and torque is essential for effective DTC control because it is easier to estimate and dynamically faster. The main task of the control block is to follow the reference speed requested by the machine and provide adequate operation in static and dynamic states without any instability by validated tested on MATLAB/Simulink.

**Keywords:** Direct torque control (DTC), Fuzzy logic (FLC), Integrated controller PID, Machine.

---

## **Effet de la forme du dissipateur thermique sur le refroidissement des composants électroniques**

**Mohamed Amine BELMILOUD**

Département de génie mécanique, université Ibn Khaldoun Tiaret.  
Corresponding Author Email: [belmiloud\\_amine@yahoo.fr](mailto:belmiloud_amine@yahoo.fr)

---

**Résumé :** Dans ce travail, on a étudié numériquement le refroidissement des composants électroniques par phénomène convectif avec source de chaleur constant. Le but de cette étude est d'évaluer l'influence des différentes configurations des ailettes du dissipateur (rectangulaires alignées, carrées alignées et décalées) sur l'amélioration du transfert thermique. Les résultats montrent que le transfert de chaleur augmente pour les ailettes situées au-dessous de la source de l'air imposée et pour la configuration carrée décalée.

**Mots-clés :** Configurations des ailettes, Refroidissement, Composants électroniques, Dissipateur.

---

## **Contribution à l'amélioration de la performance énergétique des structures en béton armé à travers l'isolation thermique par l'extérieur à base des matériaux naturels dans les régions chaudes**

**Slimane ZIAD <sup>1</sup>, Imane BENOUDJAFER <sup>2</sup>, Ibtissam BENOUDJAFER <sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup> Université Tahri Mohamed, laboratoire Mécaniques des structures, Département de Génie Civil, Rue de Kenadsa B.P 417-08000 Bechar, Algérie.

<sup>3</sup> Université Tahri Mohamed, laboratoire Mécaniques des structures, Département d'Architecture, Rue de Kenadsa B.P 417-08000 Bechar, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [ziad.slimane@univ-bechar.dz](mailto:ziad.slimane@univ-bechar.dz)

---

**Résumé :** Les constructions de demain doivent être durables, adaptées au climat et économisant les ressources visant à atteindre une vie confortable pour les habitants par un échange intelligent de la température entre l'intérieur et l'extérieur pendant l'hiver et l'été. Dans certains pays du tiers monde tel que l'Algérie en particulier les structures en béton armé actuelles des habitats et des bureaux ne répondent pas aux exigences de confort thermique, car elles ne prennent pas en considération le sens réel et les normes d'isolation thermique. Dans ce contexte, cet article a pour but de contribuer à améliorer les performances énergétiques des bâtiments résidentiels dans la région de Béchar. Pour ce faire trois systèmes d'isolation thermique ont été proposés : deux systèmes pour les parois externes et un seul système pour la toiture afin de minimiser la consommation excessive d'énergie et atteindre un confort thermique convenable pour les individus quelques soit les conditions climatiques. Les résultats obtenus nous montrent que la performance énergétique des bâtiments en béton armé est liée à : la nature du climat, le type de système d'isolation thermique, le matériau isolant utilisé et son épaisseur afin d'améliorer l'efficacité énergétique confortable et la durabilité au niveau de ce secteur.

**Mots-clés :** Zones désertiques, Performance, Consommation, Système d'isolation, Efficacité énergétique, Confort thermique.

---

## **Enhancing Energy Efficiency in Photovoltaic Systems Using (AI) FUZZY-Based MPPT Method**

**Abdelkader Azzeddine BENGHARBI<sup>1</sup>, Souad LARIBI<sup>1</sup>, Tayeb ALLAOUI<sup>1</sup>, Amina MIMOUNI<sup>1</sup>, Houaria CHIBANI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Energy Engineering and Computer Engineering (L2GEGI) Laboratory, BP P 78 zaâroura, University of Tiaret, 14000, Tiaret, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [Bengharbi.aek.azz@univ-tiaret.dz](mailto:Bengharbi.aek.azz@univ-tiaret.dz)

---

**Abstract:** In the quest for sustainable energy sources, photovoltaic (PV) systems have emerged as a pivotal clean and renewable energy solution. Maximizing energy harvest from PV systems is paramount, and the integration of optimization techniques, notably Maximum Power Point Tracking (MPPT), has proven increasingly effective. This study focuses on the remarkable significance of the Fuzzy-MPPT algorithm, shedding light on its role in advancing energy efficiency within photovoltaic systems. Within the realm of MPPT techniques, traditional methods such as Perturb and Observe (P&O) and Incremental Conductance (INC) have long held their place, recognized for their contributions to enhancing energy efficiency in PV systems. P&O, characterized by its periodic perturbations of the operating point and subsequent observation of power changes, facilitates the determination of the MPPT. Conversely, INC tracks the slope of the PV curve to pinpoint the MPPT. However, the emergence of AI-based MPPT techniques has heralded a new era of efficiency optimization in PV systems. Among these approaches, Fuzzy-MPPT stands out as an AI-driven solution that harnesses the power of fuzzy logic. This method dynamically adjusts the operating point, taking into account a multitude of variables, including solar irradiance and temperature. When subjected to comparative analysis, it becomes evident that AI-based MPPT, particularly the Fuzzy-MPPT algorithm, boasts substantial advantages over traditional counterparts. AI algorithms excel in their ability to adapt to dynamic and non-linear environmental conditions, ensuring optimal energy extraction even in scenarios where conventional techniques may falter. Ultimately, the implementation of AI-based MPPT methods translates into a significant enhancement of energy efficiency within PV systems. By minimizing losses attributed to suboptimal operating points, these methods contribute to elevated energy yields and overall system performance improvements, further solidifying the role of photovoltaic systems as a sustainable energy solution for the future.

**keywords:** Energy Efficiency, Photovoltaic (PV) systems, Fuzzy Logic, Maximum Power Point Tracking, Perturb and Observe, Incremental Conductance (INC).

---

## **Nouveau modèle de la trajectoire des particules isolantes dans un aérocyclone**

**Moulay LARAB**

Laboratoire APELEC – Faculté Sciences de l'ingénieur, Université Djillali Liabès, Sidi Bel Abbès, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [larabmoula@gmail.com](mailto:larabmoula@gmail.com)

---

**Résumé :** Les particules fines ont un impact sérieux sur la santé humaine, provoquant des maladies obstructives chroniques des voies respiratoires, une oxydation conduisant au cancer et contribuant à des réactions inflammables telles que les déchets pharmaceutiques qui polluent l'air. En raison de ces risques, plusieurs dispositifs mécaniques et électriques différents ont été créés afin d'améliorer la qualité de l'air. Dans la première étape de cette étude, nous avons conçu un dispositif électromécanique pour séparer les particules de l'air. Nous avons apporté des modifications techniques au dispositif de séparation électrique des poussières à cyclone (filtre électrostatique) afin de pouvoir ajouter les propriétés mécaniques qui caractérisent la séparation mécanique des poussières. Et en utilisant le programme de conception expérimentale, nous avons pu déterminer le point de fonctionnement le plus important en fonction des facteurs qui affectent le plus l'efficacité de l'appareil. Dans un deuxième temps, nous avons étudié les performances du dispositif en menant plusieurs expériences en modifiant plusieurs paramètres tels que la tension électrique appliquée, la taille des particules et la nature physique des particules. Nous avons montré que les performances des dispositifs électromécaniques La séparation des poussières est beaucoup plus élevée que celle des systèmes conventionnels.

**Mots-clés :** Dépôt électrostatique, Cyclones électriques, Dépoussiérage, Décharge corona.

---

## **Amélioration du refroidissement des composants électroniques grâce à l'analyse de la géométrie des coins supérieurs modifiés**

**FELLAGUE CHEBRA Abdelhak<sup>1</sup>, KHELIL Ali<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Contrôle, Essais, Mesure et Simulation Mécanique, Université de Chlef, B. P. 151, 2000 Chlef, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [a.fellaguechebra94@univ-chlef.dz](mailto:a.fellaguechebra94@univ-chlef.dz)

---

**Résumé :** Cette étude explore l'impact de la modification des coins supérieurs des composants électroniques sur leur efficacité de refroidissement. La recherche utilise des simulations numériques en utilisant le modèle de turbulence de transport de contrainte de cisaillement ( $k-\omega$  SST) et prend en compte un nombre de Reynolds d'écoulement transversal de 3410, ainsi que divers nombres de Reynolds de jet impactant ( $\alpha = Re_j/Re_H = 0,5, 1$  et  $1,5$ ). Plus précisément, à  $\alpha = 0,5$ , les cubes avec des bords arrondis et des coins chanfreinés présentent une efficacité de refroidissement réduite. Cependant, à  $\alpha = 1,0$ , les cubes chanfreinés présentent une efficacité de refroidissement améliorée, avec une augmentation de 4,7 % du nombre de Nusselt moyen. En revanche, à  $\alpha = 1,5$ , les cubes arrondis affichent une performance de refroidissement supérieure, avec un nombre de Nusselt supérieur de 3,7 %. Ces résultats offrent des informations précieuses pour améliorer l'efficacité de refroidissement des composants électroniques soumis à des conditions d'écoulement transversal et de jet impactant.

**Mots-clés :** Jet impactant, Jet lobé, Cube arrondi, Cube chanfrein, Nusselt

---

## **Estimation par réseau neuronal artificiel du comportement mécanique du liège**

**Aboubakr.Boukrida<sup>1</sup>, Tayeb.kermezli<sup>1</sup>, Mohamed.Announ<sup>1</sup>**

Laboratoire de Rhéologie et de Mécanique (LRM), Faculté de Technologie, Université de Médéa, pôle.

**Corresponding Author Email:** [boukridaaboubakr6@gmail.com](mailto:boukridaaboubakr6@gmail.com)

---

**Résumé :** L'application des réseaux neuronaux artificiels (RNA) pour estimer le comportement mécanique du liège représente une approche novatrice et prometteuse dans le domaine de la caractérisation des matériaux. En exploitant des ensembles de données expérimentales riches et complexes, ces réseaux peuvent apprendre de manière autonome les relations non linéaires entre la structure microscopique du liège et ses propriétés mécaniques macroscopiques. Cette approche se distingue par sa capacité à capturer la variabilité inhérente au liège, souvent difficile à modéliser de manière analytique. Les résultats obtenus à travers cette méthodologie offrent des prédictions précises et rapides, permettant une évaluation fiable des performances mécaniques du liège dans divers contextes, tels que l'isolation thermique, l'absorption acoustique et la fabrication de bouchons de bouteilles. En adoptant les RNA, cette recherche contribue à transcender les limites des modèles traditionnels en fournissant une compréhension plus approfondie des mécanismes sous-jacents du comportement mécanique du liège. Cette approche ouvre également la voie à des applications industrielles plus efficaces, en permettant une optimisation continue des propriétés mécaniques du liège en fonction de diverses exigences. En outre, elle favorise le développement de pratiques durables en maximisant l'utilisation de ce matériau naturel et renouvelable dans des applications variées. En synthèse, l'intégration des RNA dans l'étude du comportement mécanique du liège représente une avancée majeure, offrant des perspectives nouvelles pour son utilisation dans des applications technologiques et industrielles.

**Mots-clés :** Liège ; THT ; Coefficient de diffusion ; ANN.

---

## **Improving Photovoltaic System Efficiency and Performance with Advanced Control using T-Type Inverters**

**Sarah BOURADI<sup>1</sup>, Karim NEGADI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratory of L2GEGI, Department of Electrical Engineering, University of Tiaret, TIARET, 1400, ALGERIA

**Corresponding Author Email:** [sarah.bouradi@univ-tiaret.dz](mailto:sarah.bouradi@univ-tiaret.dz)

---

**Abstract:** As the demand for clean and sustainable energy sources continues to rise, photovoltaic (PV) systems play a crucial role in meeting these needs. This article presents a comprehensive study on enhancing the efficiency and performance of PV systems through the implementation of advanced control techniques with T-Type inverters. The utilization of T-Type inverters offers a novel approach to optimize power conversion and grid integration for photovoltaic arrays. We investigate the intricacies of advanced control algorithms tailored for T-Type inverters, addressing factors such as voltage regulation, harmonic mitigation, and dynamic response. Through experimental validation and simulations, we demonstrate the significant improvements in energy yield, grid stability, and overall system reliability achievable with these control strategies. This research contributes to the ongoing efforts to maximize the potential of photovoltaic technology, making it a more effective and reliable contributor to the renewable energy landscape.

**Keywords:** Photovoltaic systems, Sustainable energy, T-Type inverter, Voltage regulation.

---

## **Bis-indolyl-méthane pour cellules photovoltaïques étude théorique améliorée avec l'intelligence artificielle**

**Moumena ELKEBICH, Soraya ABTOUCHE, Fella ATI**

Université des Sciences et de la Technologie (USTHB), Faculté de chimie, Laboratoire de Physico-Chimie Théorique et de Chimie Informatique (PCTCI) Alger, Algérie

**Corresponding Author Email:** [m.elkebich@gmail.com](mailto:m.elkebich@gmail.com)

---

**Résumé :** Les bis (indolyl) méthanes présentent une forte absorption dans le visible surtout lorsqu'ils se lient aux cations métalliques formant ainsi des composés complexes. Ces complexes peuvent être des candidats potentiels pour la fabrication des cellules photovoltaïques. Le but de notre travail est de chercher de nouveaux matériaux organiques pour cellules photovoltaïques en utilisant des méthodes théoriques assistées par l'intelligence artificielle (IA). Les bis (indolyl) méthanes ont été caractérisés par IR, RMN1H et 13C, UV-Visible. L'étude théorique (DFT, TDDFT) est basée sur les propriétés électroniques telles que les orbitales moléculaires de frontières (OMF), gap d'énergie  $E_g$  et d'autres propriétés, l'ajout de l'IA (AIQM1, DM21, ANI-1ccx) nous a permis de corriger quelques propriétés telles que l'énergie et la géométrie ainsi que d'autres propriétés.

**Mots-clés :** Cellules solaires, Bis (Indolyl) Méthyle, DFT, TDDFT et IA

---

## **Etude numérique d'une hydrodynamique douce roulement lubrifiée au ferrofluide**

**Abdellah Azzala <sup>1,2</sup>, Boualem Chetti <sup>2</sup>, Ibrahim Zidane <sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Département de Génie Mécanique, Faculté de Technologie, Université Hassiba Benbouali de Chlef, Hay Salem, route nationale N 19 -02000, Algérie.

<sup>2</sup> Laboratoire des Fluides Industriels, Mesures et Applications (FIMA), Faculté des Sciences et Technologies, Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana, Ain Defla, Algérie.

<sup>3</sup> Laboratoire de Rhéologie et Mécanique (LRM), Faculté de Technologie, Université Hassiba Benbouali de Chlef, Hay Salem, route nationale N 19 -02000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [a.azzala76@univ-chlef.dz](mailto:a.azzala76@univ-chlef.dz)

---

**Résumé :** Ce travail de recherche vise à étudier l'influence des caractéristiques du ferrofluide et de la déformation élastique sur les paliers lisses. Dans cette étude, une approche semi-numérique a été utilisée pour résoudre l'équation de Reynolds modifiée en utilisant la méthode des différences finies. Cette équation et les caractéristiques de fonctionnement sont déterminées en tenant compte de l'effet d'un champ magnétique éloigné d'une distance prédéterminée et en fonction également de la déformation élastique. Les résultats de cette étude révèlent des informations significatives sur les performances des paliers lisses lubrifiés avec un ferrofluide. Notamment, nous avons observé que l'augmentation du coefficient de champ magnétique améliore la capacité de la charge supportée, tandis que l'augmentation de la déformation élastique conduit à réduire la charge supportée. Le champ magnétique contribue également à réduire les frottements et donc la dissipation de puissance.

**Mots-clés :** Ferrofluides, Paliers lisses, Déformation élastique, Champ magnétique, Lubrification hydrodynamique, Méthode des différences finies.

---

## **Prédiction Avancée de la Résistance et de la Maniabilité du Béton par une Approche Neuronale**

**Mohammed el Amin BOUROUIS**

Université Amar Telidji, Laghouat, BP37G Laghouat, Algérie

**Corresponding Author Email:** [m.bourouis@lagh-univ.dz](mailto:m.bourouis@lagh-univ.dz)

---

**Résumé :** Cet article présente une approche novatrice visant à prédire la résistance et la maniabilité du béton en utilisant une méthodologie basée sur une approche neuronale. L'objectif principal est de développer un modèle de prédiction fiable en exploitant une base de données spécifiquement enrichie de paramètres faciles à mesurer. Cette recherche représente une avancée significative dans le domaine de la construction, où la précision de ces prédictions est cruciale pour la performance des ouvrages. Pour garantir la robustesse du modèle de prédiction sélectionné, l'auteur a réalisé trois études en parallèle : une analyse de régression simple, une analyse de régression multiple et l'application d'un réseau neuronal artificiel multicouches. Ces études ont permis de comparer différentes approches et de déterminer laquelle offre les résultats les plus prometteurs pour la prédiction de la résistance et de la maniabilité du béton. L'analyse de régression simple et multiple, bien que traditionnellement utilisée dans de telles prédictions, a montré ses limites en termes de précision et de fiabilité par rapport à l'approche neuronale. L'utilisation de l'algorithme Adam, une composante clé de l'approche neuronale, a abouti à une erreur minimale lors des tests, démontrant ainsi sa supériorité en matière de précision de prédiction.

**Mots-clés :** Résistance du béton, Maniabilité du béton, Formulation béton, Intelligence artificielle, Programmation génétique.

---

## **Etude des caractéristiques d'une pompe centrifuge (calcul par Matlab)**

**KAMLA Youcef<sup>1</sup>, FOUKRACH Mohamed<sup>2</sup>, CHAACHOUA Sameut Kheira<sup>3</sup>,  
BENNARIA Amel<sup>4</sup>, Dali Souad<sup>5</sup>, TITRI asma<sup>6</sup>, KARAS Abdelkader<sup>7</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Faculté de Technologie, Université Hassiba Ben Bouali de Chlef ; Laboratoire de Physique  
Théorique et de Physique des Matériaux LPTPM

<sup>7</sup> Université IBN KHALDOUN Tiaret, Faculté de la technologie

**Corresponding Author Email:** [y.kamla@univ-chlef.dz](mailto:y.kamla@univ-chlef.dz)

---

**Résumé :** Les turbomachines sont des machines qui utilisent l'énergie cinétique ou l'énergie potentielle des fluides pour effectuer un travail mécanique. Ces machines comprennent les turbines, les compresseurs et les pompes. Les turbomachines ont une grande variété d'applications dans l'industrie, y compris la production d'énergie électrique, la propulsion des avions et des navires et la circulation des fluides dans les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation. Les courbes caractéristiques d'une pompe sont un outil essentiel pour comprendre et évaluer les performances d'une pompe dans différentes conditions de fonctionnement. Elles permettent de visualiser la relation entre le débit, la hauteur de refoulement et la puissance consommée par la pompe. Les courbes caractéristiques d'une pompe comprennent généralement trois courbes principales : la courbe de rendement, la courbe de hauteur de refoulement et la courbe de puissance. La courbe de rendement indique l'efficacité de la pompe en fonction du débit, montrant le point de fonctionnement optimal pour une efficacité maximale. La courbe de hauteur de refoulement montre la relation entre le débit et la hauteur de refoulement que la pompe peut fournir à différents débits. La courbe de puissance indique la puissance électrique consommée par la pompe en fonction du débit. En somme, les courbes caractéristiques d'une pompe fournissent des informations essentielles pour évaluer les performances d'une pompe, choisir le bon équipement et optimiser son fonctionnement. Elles sont un outil précieux pour les ingénieurs et les professionnels du domaine des pompes pour assurer une utilisation efficace et économique des systèmes de pompage.

**Mots-clés :** Courbe, Partes, Puissance, Rendement

---

## **Réseau neuronal artificiel pour la prédiction de la croissance de fissure par fatigue**

**Abdelfetah MOUSSOUNI<sup>1</sup>, Nadjia BENACHOUR<sup>2</sup> and Mustapha BENACHOUR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of mechanical engineering, University of Tlemcen, Algeria.

<sup>2</sup>Department of physics, University of Tlemcen, Algeria.

<sup>3</sup>Department of mechanical engineering, University of Tlemcen, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [moussouniabdelfetah@gmail.com](mailto:moussouniabdelfetah@gmail.com)

---

**Résumé :** Les fissures de fatigue se produisent souvent dans les moyens de transport tels que les avions, les véhicules et les navires, ainsi que dans les machines de production d'électricité. Le processus de croissance des fissures est compliqué pour de nombreuses raisons, la complexité géométrique des composants, les défauts de fabrication et la charge appliquée. Dans cet article, un modèle de croissance des fissures de fatigue est développé sur la base des réseaux de neurones artificiels (RNA) pour l'éprouvette de Charpy à encoche en V. Le modèle RNA dépend principalement des conditions de chargement cyclique et des propriétés des matériaux en entrée et en sortie de la longueur de la fissure. Des données expérimentales sur la croissance des fissures de fatigue de l'alliage d'aluminium 2024 T351 pour différents rapports de charge obtenues à partir de la littérature ont été utilisées pour cette étude.

**Mots-clés :** Croissance de fissures, Réseaux de neurones artificiels, Fatigue, Perceptron multicouche, Alliage d'aluminium 2024 T351.

---

## **Optimizing energy for enhanced capacitive accelerometer via multi-objective particle swarm optimization-based design**

**Mohamed Razi Morakchi<sup>1</sup>, Atef Chibani<sup>2</sup>, Bendada Larbi<sup>4</sup>, Abdelkader Azzeddine Bengharbi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Electrical engineering laboratory, University of M'sila, Msila.

<sup>2</sup>Research Center in Industrial Technologies -CRTI- Echahid Mohammed ABASSI, Algiers.

<sup>3</sup>Energy Engineering and Computer Engineering (L2GEGI) Laboratory, University of Tiaret, Tiaret

<sup>4</sup>CMASTF, University of Oum El Bouaghi, Oum El Bouaghi.

**Corresponding Author Email:** [razi.morakchi@univ-msila.dz](mailto:razi.morakchi@univ-msila.dz)

---

**Abstract:** This study focuses on the domain of Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) sensors, specifically targeting capacitive accelerometers. These accelerometers are integrated in various applications, such as robotics, aerospace, and industrial monitoring. Because they sense all motions such as velocity displacement and acceleration. Despite their significance, the challenge of optimizing energy consumption while preserving or even improving performance poses a complex problem. Our research delves deeply into the intricate world of capacitive accelerometer design, encompassing a diverse range of design parameters. These parameters include overlap length, suspension beam dimensions, suspension beam width, input acceleration, operating temperature, operating pressure, and frequency ratio, all of which form the cornerstone of our investigation. To navigate this multifaceted design space and attain optimal accelerometer designs that balance superior performance with energy efficiency, we employ the Multi-Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO) algorithm. Our optimization objectives mirror the multifunctional nature of capacitive accelerometers, emphasizing a holistic approach. These objectives encompass optimizing energy by, maximizing proof mass displacement, elevating pull-in voltage, amplifying capacitance change, optimizing sensitivity, and minimizing the Circuit Noise Equivalent Acceleration (CNEA). Through the application of the MOPSO algorithm, our research successfully finds an optimal parameters of accelerometer designs that seamlessly blend performance excellence with energy efficiency. In conclusion, this research presents a systematic and innovative approach to enhancing the energy efficiency of capacitive accelerometers. By delving into the intricate design parameters and employing the Multi-Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO) algorithm, we've achieved a delicate balance between energy efficiency and performance excellence. This study not only advances the current state of capacitive accelerometer design but also highlights the immense potential of energy-efficient sensor technology. Our findings pave the way for more sustainable and high-performance sensor solutions with broad applications across diverse industries, shaping the future landscape of sensor technology.

**Keywords:** Capacitive accelerometers, Energy efficiency, MEMS, MOPSO, Design parameters, Optimization, Design optimization, Multi-Objective Particle Swarm Optimization

---

## **Analysis of Gas Turbine Efficiency Using ThermoOptim Software in Winter and Summer Operating Conditions: A Comparative Study**

**Mokhtar BEKHADRA<sup>1</sup>, Nord-Eddine SAD CHEMLOUL<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Research Laboratory of Industrial Technologies, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Applied Sciences, University Ibn Khaldoun of Tiaret, 14000 Tiaret, Algeria

**Corresponding Author Email:** [mokhtar.bekhadra@univ-tiaret.dz](mailto:mokhtar.bekhadra@univ-tiaret.dz)

---

**Abstract:** This study aims to assess and analyze the efficiency and the exhaust temperature of the gas turbines under varying weather conditions in both winter and summer seasons. The analysis is conducted using the ThermoOptim software which provides an integrated modeling environment that seamlessly interfaces with a graphical, screen editor and interactive graphics. Several factors have been taken into consideration, including the pressure (ranging from 7 bar to 22 bar), the ambient temperature in Winter and summer and also the flow rate of the combustion mixture (Air and Gas), as reference points for evaluating the gas turbine efficiency. As a result, it has been observed that the flow rate of the combustion mixture does not have a significant impact on the gas turbine efficiency neither the exhaust temperature, regardless of whether it is summer or winter. In contrast, there is a notable observation indicating that the gas turbine efficiency and the exhaust temperature increase in relation to the pressure. It is generally noted that the turbine operates efficiently during the winter season. Based on the findings of this study, it is possible to identify key factors that can enhance the efficiency of these machines by increasing the pressure of axial compressor and also can be achieved by integrating a steam turbine and utilizing the exhaust temperature of the combustion products to achieve improved the efficiency, this suggestion aims to reduce the fuel expenses, reducing the carbon emissions, preserving the environment and provide the economic returns.

**Keywords:** Gas Turbines, ThermoOptim, Pressure, Efficiency, Exhaust Temperature.

---

## **Etude comparative entre la commande linéarisation entrée sortie et backstepping de la machine asynchrone à double alimentation (MADA) dédiée à une application éolienne**

**Bengrine Ahmed<sup>1</sup>, Hamdaoui Habib<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Université de Djillali Liabès de Sidi Bel-Abbès 22000, Algérie

<sup>2</sup>Laboratoire IRECOM (Interaction Réseau Convertisseur Machines)

**Corresponding Author Email:** [Bengrine.ahmed@gmail.com](mailto:Bengrine.ahmed@gmail.com)

---

**Résumé :** Cet article présente une modélisation et une commande robuste d'un générateur à induction doublement alimenté pour un système de production d'énergie éolienne. L'ensemble du système est présenté dans un cadre de référence d-q. La technique de contrôle non linéaire robuste d'une génératrice asynchrone à double alimentation destiné aux systèmes éoliens a été proposée. L'idée principale dans cet article est de découpler la puissance active et réactive de la GADA avec une grande robustesse en utilisant la stratégie de backstepping. Le principe de cette méthode de contrôle repose sur la fonction de Lyapunov, afin de garantir la stabilité asymptotique globale du système. Enfin, nous présentons quelques résultats de simulation afin de vérifier l'efficacité et la robustesse de la technique de contrôle proposée. Pour améliorer la robustesse du contrôleur, l'étude est validée par simulation à l'aide du logiciel Matlab/Simulink, sur un système de production d'énergie éolienne DFIG de 1.5 KW, en comparaison la commande par backstepping avec la commande linéarisation entrée sortie.

**Mots-clés :** Génératrice asynchrone à double alimentation « GADA », Modélisation de la machine asynchrone à double alimentation, Réglage par Backstepping, commande linéarisation entrée sortie.

---

## **Green hydrogen: driver of the energy transition in Algeria**

**BOUZID Mohamed Amine <sup>1</sup>; ZINE Souhila <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratoire de Génie Energétique et Génie Informatique, Ibn Khaldoun University, Tiaret.

<sup>2</sup> Laboratoire de Génie Electrique et Plasma, Ibn Khaldoun University, Tiaret.

**Corresponding Author Email:** [bouzyd19amine@gmail.com](mailto:bouzyd19amine@gmail.com)

---

**Abstract:** The global warming of the planet has just reached an alarming level threatening all of humanity. In each country, the energy system is undergoing major transformations in order to reduce greenhouse gas emissions by adopting solutions based on the progressive integration of renewable and clean sources. Hydrogen is an energy carrier and can be produced from a wide variety of sources. Hydrogen production will contribute to economic growth through its various uses, as well as decarbonize industry and enhance energy security. It will also represent an added value to the ways to produce electricity from renewable sources and will also help to boost renewables in the energy mix and decarbonise energy-intensive industries. “Green hydrogen is gaining unprecedented political and business momentum, with a number of policies and projects expanding rapidly around the world. Green hydrogen is projected to grow rapidly in the coming years. Hydrogen produced by renewable energy has been identified as potential accelerator of the energy transition and enabler for a wider global decarbonisation. Today, green hydrogen is considered to be the preferred option able to power many sectors responsible for carbon emissions such as transport and industry. For the development of the green hydrogen industry, the basic pillars must be laid for this industrial division, such as the development of a national hydrogen strategy, for example. In this context, Algeria is called upon to diversify its energy system and accelerate its energy transition while taking advantage of its renewable energy potential to ensure its energy security, preserve its resources and position itself on new energy markets. Algeria has launched a national program aimed at developing the hydrogen, ammonia and methanol sector, in order to participate in and strengthen the energy transition by contributing to the protection of the environment and the reduction of greenhouse gas emissions. This work is mainly interested in presenting the potential and the opportunities to be seized in order to face the energy issues and challenges in the future.

**Keywords:** Green Hydrogen, Renewable Energy, Energy Efficiency.

---

## **L'effet des nanoparticules Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/CNT sur la performance des échangeurs thermiques**

**Maissa Bouselsal<sup>1</sup>, Fateh Oudina -Mebarek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Département de physique, Faculté des sciences, Université 20 Aout 1955-Skikda, Algérie.

<sup>2</sup>Département de physique, Faculté des sciences, Université 20 Aout 1955-Skikda, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [maissabou8@gmail.com](mailto:maissabou8@gmail.com)

---

**Résumé :** L'efficacité du transfert thermique est des problématiques dans plusieurs travaux de recherche et les champs applicatifs. La littérature scientifique foisonne de travaux théoriques et expérimentaux dédiés à cette question tant les applications potentielles sont multiples et variées. Dans ce travail une étude numérique d'un écoulement turbulent stationnaire en convection libre dans un échangeur de chaleur rempli d'un fluide caloporteur ; soit un mélange eau et des nanoparticules Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> et CNT, pour un nombre de Reynolds variant entre  $4 \cdot 10^3$  et  $10^4$ , et une fraction volumique des nanoparticules ( $0.02 < \phi < 0.08$ ). La méthode des éléments finis est utilisée pour modéliser le problème. Les résultats sont présentés sous forme d'isothermes, d'isocontours, et de profils de Nusselt moyen. La présence des nanoparticules dans le fluide caloporteur améliore la performance thermique des échangeurs.

**Mots-clés :** Nanoparticules ; échangeur ; fraction volumique ; transfert thermique, Nanoparticules ; échangeur ; fraction volumique ; transfert thermique

---

## **Différentes méthodes de production d'hydrogène**

**Sidahmed MOSTEFAOUI<sup>1</sup>, Abderrahmane BERKANI<sup>1</sup>, Mokhtar BENASLA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Université Ibn Khaldoun de Tiaret

**Corresponding Author Email:** [sidahmed.mostefaoui@univ-tiaret.dz](mailto:sidahmed.mostefaoui@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** Des efforts importants sont nécessaires pour endiguer le changement climatique. Cela nécessite de passer aux carburants renouvelables généralement éloignés des points de consommation, généralement dans les déserts. Il pourrait être plus efficace de produire de l'électricité et de l'hydrogène en Algérie et exporter ces vecteurs énergétiques en Europe. Pour connecter les sources d'énergie à la demande de manière rentable, la transmission par câble est généralement l'option par défaut, et compte tenu de longue distance, d'autres vecteurs énergétiques émergents tels que l'hydrogène pourraient être une option envisageable. L'option du transport d'énergie renouvelable par des canalisations d'hydrogène est considérée comme une option intéressante et a suscité un grand intérêt ces dernières années dans le monde entier. Cette option peut très bien convenir au cas de l'Algérie. Ce travail de recherche étudiera la faisabilité techno-économique de cette option pour l'Algérie et fera une comparaison avec le transport par câbles électriques.

**Mots-clés :** transition énergétique, hydrogène vert, transport d'hydrogène

---

## **Etude numérique de la fusion d'un matériau à changement de phase (RT-82) dans un tube triplex destiné au stockage solaire**

**Fethi DJAAD <sup>1</sup>, Lilia SAIDI <sup>2</sup>, Sahraoui KHERRIS <sup>3</sup>, Brahim MEBARKI <sup>4</sup>, Hichem BENDJABAS<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Université de Tissemsilt Faculté des Sciences et Technologie , 38000 Tissemsilt, Algeria.

<sup>4</sup> Université TAHRI Mohamed de Béchar, Faculté des Sciences et Technologie, ENERGARID  
Laboratory, BP N° 417, 08000, Béchar, Algeria

**Corresponding Author Email:** [djaadfethi@gmail.com](mailto:djaadfethi@gmail.com)

---

**Résumé :** Cette recherche présente une étude numérique de la fusion MCP (RT-82) (matériaux à changement de phase) en utilisant diverses formes d'ailettes dans un échangeur triplex à l'intérieur d'une unité de stockage d'énergie solaire. Les équations de continuité, de moment et d'énergie basées sur la formulation d'enthalpie ont été calculées à l'aide du logiciel ANSYS Fluent 18.1 avec des conditions bidimensionnelles et en régime instationnaire. Grâce à l'utilisation de données expérimentales et numériques préalables, ce modèle a été validé et comparé, et les résultats étaient cohérents. Le but de ce travail est de réduire le temps de fusion du PCM en optimisant la géométrie des ailettes de l'échangeur, en observant également la répartition de la température et le rapport liquide/solide. On voit que le temps de fusion diminue significativement avec la forme A et diminue de 20% par rapport aux deux autres formes B et C. La gestion de l'énergie thermique ainsi que l'utilisation potentielle de nouvelles structures d'ailette pour le stockage de l'énergie solaire ont été présentées dans cette étude.

**Mots-clés :** Configuration des ailettes, Tube triplex, Matériau à changement de phase, performances de fusion, Stockage d'énergie.

---

## **Modélisation par MATLAB des défauts mécaniques dans un entraînement électrique**

**H. Slimani<sup>1</sup>, A. Bendaoud<sup>2</sup>, M. Safi<sup>1</sup>, A. Djerboub<sup>1</sup>, A. Zeghoudi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Iben khaldoun University of Tiaret.

<sup>2</sup>Laboratory of Applications of Plasma, Electrostatics and Electromagnetic Compatibility (APELEC)  
Djillali Liabes University of Sidi Bel-Abbes, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [slimani.halima@yahoo.fr](mailto:slimani.halima@yahoo.fr)

---

**Résumé:** La présente étude se concentre sur la modélisation des principaux défauts mécaniques pouvant avoir lieu dans une machine asynchrone. À savoir, les défauts au stator, la cassure de barre ou d'anneau, de court-circuit au rotor.....etc. L'analyse et le diagnostic des défauts pouvant survenir dans les machines asynchrones à cage d'écureuil. À travers une approche méthodique et une utilisation de techniques de diagnostic sophistiquées, notre objectif était de détecter et de caractériser les différents types de défauts susceptibles d'affecter les éléments constitutifs de ces machines. Le diagnostic de défauts dans les machines asynchrones a été entamé selon une modélisation de défaut dans le stator et le rotor à vide ou en charge et les comparer par l'état sain à l'aide d'une simulation par transformation de park suivi d'une analyse approfondie des résultats obtenus par la méthode de FFT.

**Mots-clés :** Modélisation, Diagnostic, Défauts mécaniques, Transformation de park, Machine asynchrone.

---

## **Étude sur la classification multi-classe dans les tweets en utilisant des méthodes d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond**

**MAASKRI Moustafa<sup>1</sup>, GOISMI Mohamed<sup>2</sup>, MEGHAZI Hadj Madani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Département de génie électrique-Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

<sup>2</sup>Département de ST-Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

<sup>3</sup>Département d'informatique -Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

**Corresponding Author Email:** [moustafa.maaskri@univ-tiaret.dz](mailto:moustafa.maaskri@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** La COVID-19 est un virus qui s'est rapidement propagé à travers le monde. Cette situation a des répercussions au-delà du domaine de la santé publique. Twitter est l'une des plateformes où les gens publient leurs réactions aux événements pendant l'épidémie. Les informations générées par les utilisateurs, telles que les tweets, posent des défis particuliers pour l'analyse de sentiment des données Twitter. Dans cette optique, ce travail utilise quatre méthodes pour analyser les données Twitter en termes de sentiment : le modèle d'espace vectoriel (TF-IDF) avec trois modèles d'apprentissage automatique ensemblistes différents (vote, bagging et stacking) et BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers). Les expériences ont montré que BERT surpassait les trois autres techniques, avec un score F1 de 74 %, une précision de 74 % et un rappel de 74 % pour la catégorisation de cinq classes de sentiment sur des données provenant de Kaggle (Classification de texte de tweets sur le coronavirus). Dans ce travail, la classification des sentiments du jeu de données de tweets sur la COVID-19 a été étudiée en comparant deux schémas de classification des sentiments. Le premier schéma comprenait des modèles d'apprentissage automatique ensemblistes pour classer les tweets en cinq classes. Le classificateur Stacking a montré le meilleur score F1, atteignant 65% dans ce schéma, tandis que les modèles de classificateur de vote et de classificateur de bagging ont montré des résultats prometteurs, indiquant que les modèles d'apprentissage automatique ensemblistes peuvent être utilisés pour l'analyse de sentiment. Le deuxième schéma est la classification des sentiments en utilisant BERT. Les résultats de classification obtenus par BERT étaient meilleurs que ceux du premier schéma, atteignant 74% (score F1), 74% (précision) et 74% (rappel) pour la classification de cinq classes de sentiment. Les études futures pourraient se concentrer sur l'essai de différents encodeurs, tels que les variantes de BERT et Word2vec, pour l'encodage de texte afin de trouver l'encodage le mieux adapté aux classificateurs et obtenir de meilleurs résultats.

**Mots-clés:** Ensemble Machine Learning, Deep learning, Voting, Bagging, Stacking, BERT.

---

## **Etude et simulation d'une chaîne de conversion d'énergie houlomotrice**

**BEKAOUAL Yamina<sup>1</sup>, MESSLEM Youcef<sup>2</sup>**

Université Ibn Khaldoun Tiaret

**Corresponding Author Email:** [yamina.bekaoual@univ-tiaret.dz](mailto:yamina.bekaoual@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** L'énergie houlomotrice se réfère à l'énergie produite par les vagues de l'océan et des mers. Elle est générée par le mouvement naturel des vagues, qui est transformé en énergie utilisable. Les technologies de conversion de l'énergie houlomotrice visent à capturer cette énergie des vagues et à la convertir en électricité ou en d'autres formes d'énergie utilisables. Ces technologies incluent des dispositifs tels que les convertisseurs d'énergie des vagues (WEC) et les turbines submergées, qui exploitent le mouvement des vagues pour produire de l'électricité de manière durable. L'objectif de ce travail est l'étude et la simulation de l'énergie houlomotrice en tant que source d'énergie renouvelable. En utilisant des outils de modélisation et de simulation avancés, il vise à évaluer l'efficacité et les performances des différentes technologies de conversion de l'énergie des vagues. L'analyse comprend la conception des modèles numériques représentant les systèmes de capture des vagues tels que les convertisseurs d'énergie des vagues (WEC) et les turbines submergées, ainsi que la simulation de leur fonctionnement dans différentes conditions océaniques. Les résultats obtenus permettent d'optimiser les configurations et les paramètres des dispositifs, d'évaluer leur rendement énergétique et de prédire leur comportement dans des scénarios réels. Cette étude contribue à une meilleure compréhension de l'énergie houlomotrice, facilite la prise de décisions éclairées dans le développement de projets et ouvre la voie à une exploitation plus efficace et rentable de cette source d'énergie renouvelable prometteuse.

**Mots-clés :** Énergie houlomotrice, Turbines submergées, Rendement énergétique, Convertisseurs d'énergie des vagues.

---

## **Etude numérique des performances de stockage thermique à l'aide de matériau à changement de phase/ mousse métallique**

**Khaldi sabrina**

Génie mécanique énergétique

**Corresponding Author Email:** [sabrina\\_bama@hotmail.fr](mailto:sabrina_bama@hotmail.fr)

---

**Résumé :** Le stockage de chaleur est l'un des domaines scientifiques actuels les plus importants, où l'énergie thermique perdue est stockée dans le but de l'utiliser en cas de besoin, et cela se fait en utilisant des matériaux qui se distinguent par leur capacité à stocker la chaleur pendant la fusion et à la diffuser pendant la solidification, mais ces matériaux ont une faible conductivité thermique. Dans cette présentation, nous présentons le sujet du stockage de chaleur dans le MCP (RT 58) et étudions comment améliorer le stockage thermique en utilisant une mousse métallique émerge dans le matériau à changement de phase et de faire une étude numérique pour distinguer le meilleur métal qui améliore la qualité de stockage thermique afin de réduire le temps de stockage thermique, pour ce faire en utilisant trois types de mousse métalliques (mousse de cuivre, d'aluminium et de Nickel). À l'aide du programme de modélisation numérique (Fluent 16.0), une simulation de processus de fusion de RT58 mélangée à des mousses métalliques ont été réalisées dans une enceinte rectangulaire 2D à parois adiabatiques considérée comme le domaine de calcul, et en considérant un flux de chaleur constant depuis la surface inférieure, pour les dimensions de (200 x50mm).

**Mots-clés :** Stockage thermique, Matériau à changement de phase, Milieu poreux, Fluent, Chaleur latente, RT58, Mousse métallique-MCP.

---

## **Étude paramétrique de l'effet de l'allongement du croisement sur l'efficacité de mélange d'un système micro fluidique compact**

**Embarek DOUROUM<sup>1,2</sup>, Amar KOUADRI<sup>1</sup>, Mokhtar ZAITRI<sup>1</sup>, Samir LAOUEDJ<sup>2</sup>, Abdelylah BANAZZA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire d'Applications des Systèmes à Energie Renouvelable (LASER), Université de Djelfa 17000, Algérie.

<sup>2</sup>Laboratoire des matériaux et systèmes réactifs, LMSR, Université de Sidi Bel Abbès 22000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [meba22gm@gmail.com](mailto:meba22gm@gmail.com)

---

**Résumé :** Dans cette étude, nous étudions les performances hydrodynamiques de mélange d'un système microfluidique compact représenté par un micromélangeur passif de type TLCCM et qui offre des performances de mélange élevées comparées à celles d'autres micromélangeurs étudiés récemment, notre idée propose une modification dans la zone de croisement afin de réduire le nombre d'unités de mélange. Les simulations numériques ont été réalisées à de faibles nombres de Reynolds en utilisant le code CFD Fluent. L'allongement de la zone de croisement est défini par un paramètre appelé rapport d'aspect ( $l/W$ ). Une étude paramétrique a été réalisée en utilisant cinq valeurs de rapport d'aspect ( $l/W$ ) de 0 à 1 dans une large gamme de nombres de Reynolds : de 0,2 à 80. Pour analyser les résultats obtenus à travers les simulations numériques, les contours de fraction massique, les vecteurs de vitesse, les profils de vitesse et les pertes de pression ont été présentés dans différents plans et positions. Le micromélangeur choisi (avec  $l/W = 1$ ) présente d'excellentes performances de mélange où l'indice de mélange obtenu dépasse 85,67 % pour  $Re = 0,2$  et atteint 99,22 % pour  $Re = 50$ , elle présente également une perte de charge plus faible par rapport aux autres micromélangeurs étudiés récemment. Par conséquent, le micromélangeur sélectionné présente des performances de mélange élevées à de faibles nombres de Reynolds, de sorte qu'il peut être utilisé pour améliorer le mélange dans divers systèmes microfluidiques passifs.

**Mots-clés :** Efficacité de mélange, Micromélangeur, CFD, Advection chaotique, Pertes de charge.

---

## **Homogénéisation du mélange thermique et analyse de la génération d'entropie pour les fluides non newtoniens dans un système microfluidique compact**

**Amar KOUADRI<sup>1</sup>, Embarek DOUROUM<sup>1,2</sup>, Khalida ZIANI<sup>1</sup>, Mokhtar ZAITRI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Département de génie mécanique, Université de Djelfa, Djelfa 17000, Algérie

<sup>2</sup> Laboratoire des matériaux et systèmes réactifs, LMSR, Université de Sidi Bel Abbès 22000, Algérie.

**Corresponding Author Email:** [amar.kouadri@univ-djelfa.dz](mailto:amar.kouadri@univ-djelfa.dz)

---

**Résumé :** Dans ce travail, une étude numérique est réalisée pour étudier le comportement d'écoulement laminaire de fluides non Newtoniens dans trois micromélangeurs chaotiques : TLCCM, canal en forme C et canal serpentin. Les structures d'écoulement secondaires sont formées dans les géométries choisies améliorent considérablement les performances hydrodynamiques du mélange. Pour caractériser cette performance, la méthode de Poincaré est présentée pour différentes géométries avec différents cas d'indice de loi de puissance de fluide ( $n$ ). Le comportement de mélange thermique avec différentes températures d'entrée de fluides dans les géométries considérées est étudié. Ainsi, le micromélangeur TLCCM présente des indices de mélange très importants par rapport à ceux obtenus dans les autres micromélangeurs considérés. Pour divers cas d'indices de loi de puissance de fluide ( $n$ ), le micromélangeur TLCCM présente une amélioration du degré de mélange thermique de 42 à 84 % par rapport au degré de mélange thermique dans les canaux en forme C et serpentin. La deuxième loi de la thermodynamique est évaluée en termes de génération d'entropie due au processus thermique et hydrodynamique, en fonction des faibles valeurs de nombre de Reynolds généralisé et d'indice de loi de puissance. Pour tous les cas de fluides Newtoniens et non Newtoniens, la génération d'entropie thermique et frictionnelle augmente avec l'augmentation du nombre de Reynolds généralisé ( $Reg$ ). Cependant, aucun changement remarquable dans la génération d'entropie globale à faibles nombres de Reynolds généralisé le long des micromélangeurs.

**Mots-clés :** Micromélangeurs chaotiques ; Comportement rhéofluidifiant ; Mélange thermique ; Génération d'entropie.

---

## **Etude numérique de l'impact des paramètres de contact sur le coefficient de transfert thermique entre solides en contact rugueux**

**Chadouli Rachid**

Laboratoire des Fluides Industriels, Mesures et Applications, université Djilali Bounaama khemis miliana

**Corresponding Author Email:** [r.chadouli@univ-dbkm.dz](mailto:r.chadouli@univ-dbkm.dz)

---

**Résumé :** dans ce travail, une simulation numérique par le code de calcul abaqus (6.14) a été réalisée pour étudier l'influence de la conductivité thermique, du coefficient de convection du fluide interstitiel et de la rugosité de surface sur la conductance thermique de contact afin d'améliorer le transfert de chaleur entre les matériaux. Dans notre étude, le couple des matériaux utilisés ont une conductivité thermique  $k$  comprise entre 20 w/m.k et 390 w/m.k, le diamètre de l'échantillon  $d$  est de 2 cm, la hauteur  $l$  est de 8 cm et la rugosité de surface  $ra$  est comprise entre 5 et 20  $\mu$ m. Les résultats obtenus montrent que la rugosité de la surface et la conductivité thermique présentent une relation de loi de puissance avec l'amélioration du transfert de chaleur entre les solides en contact. De plus, le coefficient de convection du fluide interstitiel influence faiblement la variation de la conductance thermique de contact. L'amplitude de la conductance thermique de contact augmente plus rapidement avec la diminution de la rugosité de surface lorsque celle-ci a une conductivité thermique élevée par rapport à une faible conductivité thermique.

**Mots-clés :** Conductance thermique de contact, Conductivité thermique, Coefficient de convection, Rugosité, Fluide interstitiel.

---

## **Etude numérique de l'écoulement dans un élargissement brusque d'un fluide newtonien**

**A. Nekrouf<sup>1</sup>, S. Youcefi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Département de Génie Mécanique-Université des Sciences et de la Technologie d'Oran-  
Mohamed.Boudiaf.

**Corresponding Author Email:** [nekrouf.abderrahim18@gmail.com](mailto:nekrouf.abderrahim18@gmail.com)

---

**Résumé :** L'élargissement est un phénomène courant dans l'ingénierie et les secteurs industriels. Il se produit lorsqu'un fluide, tel que l'eau ou l'air, passe d'une section étroite à une section plus large. Durant ce processus, le fluide s'accélère tout en subissant une réduction de pression. Cette dynamique est le résultat du principe de conservation de la quantité de mouvement, selon lequel, dans un système fermé, la quantité de mouvement reste invariable. L'écoulement dans un élargissement trouve des applications diverses, que ce soit dans la propulsion aéronautique et maritime, le refroidissement de machines ou la filtration de fluides. Notre étude, conduite à l'aide d'un logiciel CFD, a permis d'analyser les profils de vitesse, les lignes de courant et les contours de vitesse. Après avoir comparé nos résultats numériques aux résultats expérimentaux référencés dans la littérature, une nette concordance s'est dégagée. Dans le cadre de ce travail, nous avons étudié un élargissement standard ainsi qu'un élargissement muni d'un obstacle rotatif. Pour le cas standard, une vaste zone de recirculation est identifiable. Toutefois, cette zone est nettement réduite lors de l'introduction d'un obstacle rotatif au sein de l'écoulement au point d'élargissement.

**Mots-clés :** Élargissement, Profil de vitesse, Obstacle, Simulation numérique.

---

## **Etude numérique de l'influence de la géométrie sur le transfert de chaleur dans les tubes à faisceau fendu**

**Mohammed foual<sup>1</sup>, Khaled Chaib<sup>1</sup>, Nordeddine Sad Chemloul<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie Electrique et des Plasmas LGEP, Ibn Khaldoun, University of Tiaret 14000, Algeria.

**Corresponding Author Email:** [mohammed.foual@univ-tiaret.dz](mailto:mohammed.foual@univ-tiaret.dz)

---

**Résumé :** L'objectif de cette recherche est d'analyser les propriétés de flux de fluide et de transfert de chaleur des échangeurs tubulaires lisses avec des conceptions de tubes novatrices en utilisant des simulations de dynamique des fluides computationnelles (CFD). Le modèle de turbulence de transport de stress k-omega a été utilisé pour effectuer des simulations numériques bidimensionnelles en utilisant le programme commercial CFD ANSYS FLUENT. Les corrélations de transfert de chaleur proposées par Zukauskas ont été employées pour calculer le nombre de Nusselt (Nu). Deux géométries différentes de la banque de tubes ont été évaluées dans cette étude : un paquet de tube lisse en fente (SSTB) et un paquet de tube en fibre ondulée (SWTB). Les domaines de calcul ont été générés à l'aide du programme ANSYS ICEM. Les principaux objectifs de cette enquête étaient d'évaluer l'impact des différentes géométries de tubes sur le transfert de chaleur et la dynamique des fluides, ainsi que d'établir le modèle le plus favorable de l'inclinaison des tubes qui maximise les taux de transfert thermique tout en réduisant les pénalités de chute de pression associées. Les résultats indiquent que, en moyenne, l'échangeur de chaleur SWTB a montré une amélioration du transfert de chaleur allant de 26,6% à 74,29% par rapport à un échangeur standard de tubes lisses (case A). Le SSTB (cas B) a produit une augmentation allant de 11 % à 28 %. Les deux modèles uniques, dénommés exemples B et C, ont démontré des critères d'évaluation des performances supérieurs par rapport au cas de référence A. En résumé, cette étude numérique a simulé avec succès plusieurs configurations de bancs de tubes lisses et a donné des informations précieuses sur leurs performances thermo-hydrauliques par rapport aux systèmes conventionnels.

**Mots-clés :** Géométrie des tubes en faisceau, Corrélation des nombres de Nusselt, transfert de chaleur, tubes fendus.

---

## **Strategic energy optimization in a hybrid power system with photovoltaic, wind, and battery integration using a three-level converter**

**Mostefa KOULALI<sup>1</sup>, Karim Negadi<sup>1</sup>, Abderrahmane BERKANI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>L2GEGI Laboratory, University of Tiaret, 14000 Tiaret, Algeria  
**Corresponding Author Email:** [mostefa.koulali@univ-tiaret.dz](mailto:mostefa.koulali@univ-tiaret.dz)

---

**Abstract:** On a global scale, this work presents an extensive examination of a hybrid energy system encompassing three distinct energy sources: wind energy, photovoltaic power (PV), and battery storage. Each energy source is governed by precise control strategies to ensure the efficient delivery of energy. The integration of a sophisticated multi-level inverter enhances the quality of energy injected into the AC load. Fuzzy logic control techniques are employed for the optimization of power transfer to the DC bus voltage. Furthermore, a meticulously devised management system facilitates the coordination of power flow among the system components to meet specific load requirements. This system was globally implemented using Matlab / Simulink, and the results unequivocally demonstrate the efficacy of the proposed approach, which has been validated through extensive global experimentation.

**Keywords:** Wind power, Photovoltaic energy, Energy storage, Hybrid energy system, Maximum Power Point Tracking (MPPT), Three-level inverter, Fuzzy Logic Control (FLC)

---

## **Prédiction de puissance du rotor éolien tandem : Appliquée à différentes zones climatiques**

**Akermi. Nasreddine <sup>1</sup>, Khorsi. Azzeddine <sup>2</sup>, Benouar. Ali <sup>2</sup> et Ahmed Bacha Mohamed Reda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Département de génie mécanique, Faculté des Sciences Appliquées, Université Ibn Khaldoun, BP 78 Zaaroura 14000, Tiaret, Algérie

<sup>2</sup> Laboratoire des systèmes complexes (LSC), Ecole supérieure en génie électrique et énergétique ESGEE, Oran, Algérie

**Corresponding Author Email:** nasreddine\_akermi@yahoo.fr

---

**Résumé :** La présente étude met en évidence une simulation numérique comparative de deux configurations géométriques d'un rotor éolien à trois pales à axe vertical. La simulation a été réalisée pour différentes vitesses de vent de l'année 2021 et appliquée sur différentes zones climatiques, Tiaret d'Algérie et Nouadhibou de Mauritanie. Cette simulation est utile pour estimer la puissance aérodynamique d'une nouvelle géométrie tandem (biplan) tripale. L'objectif de cette étude est de prédire la portance et les coefficients de puissance afin d'estimer le rendement, en fonction des surfaces actives des pales des deux conceptions, monoplan tripale et tripale en configuration tandem. Les résultats obtenus par la simulation montrent un accord relativement significatif avec les expériences et l'approche 6DOF publiées précédemment. Le rendement du rotor tandem est supérieur à celui du rotor monoplan tripale ( $C_p \text{ max} = 0,46$ ). La zone climatique de Nouadhibou (Mauritanie) est la plus venteuse au cours de l'année 2021 se référant à la variation des vitesses moyennes du vent, mesurées par rapport à la zone de Tiaret. L'installation de ce nouveau type de conception dans la zone de Nouadhibou est préférable en termes de puissance aérodynamique produite la plus élevée.

**Mots-Clés :** Performance ; H-Darrieus; puissance; tripales; tandem; portance; couple.

---

## **Étude numérique de l'effet des chicanes sur l'amélioration de l'échange thermique dans un échangeur tubulaire**

**KAMLA Youcef<sup>1</sup>, BENABDELLAZIZ Ourdia<sup>1</sup>, BRAHIM MAZARI Ahlam<sup>1</sup>,  
BOURICHA Nihad<sup>1</sup>, CHACHI Mohamed<sup>2</sup>, TITRI asma<sup>3</sup>, KARAS Abdelkader<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Faculté de Technologie, Université Hassiba Ben Bouali de Chlef; Laboratoire de Physique  
Théorique et de Physique des Matériaux LPTPM

<sup>4</sup> Université IBN KHALDOUN Tiaret, Faculté de la technologie

<sup>5,6</sup> Faculté de Génie Mécanique. Faculté de Génie Mécanique USTO-MB;  
BP 1505 El Mnaouar Oran Algérie;

**Corresponding Author Email:** y.kamla@univ-chlef.dz

---

**Résumé :** Le transfert thermique dans un échangeur tubulaire, repose principalement sur la conduction thermique, tandis que dans un tube avec chicanes, le transfert de chaleur est amélioré par la création de turbulences et une meilleure convection forcée. Les chicanes permettent d'augmenter le coefficient de transfert de chaleur global. Le présent travail représente l'effet d'une nouvelle conception d'un tube munis des obstacles de formes hélicoïdales sur l'amélioration de transfert thermique. Les résultats obtenus numériquement validés par des données expérimentales tirées de la littérature et montrent que les tubes à hélicoïdales améliorent considérablement le taux de transfert de chaleur par rapport aux tubes lisses.

**Mots-Clés :** Echangeur, Nusselt, chicanes, Efficacité

---

## **Contribution à la caractérisation thermo-physique de biocarburants de deuxième génération**

**BELALIA Azeddine<sup>1</sup>, HADJ MELIANI Mohamed<sup>2</sup>, KAMLA Youcef<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Faculté de Technologie, Université Hassiba Ben Bouali de Chlef; Laboratoire de Physique  
Laboratoire de mécanique et énergie

<sup>2,3</sup> Laboratoire de Théorique et de Physique des Matériaux LPTPM  
Auteur correspondant: a.belalia@univ-chlef.dz

---

**Résumé :** L'amélioration du rendement de moteur à combustion interne a toujours constitué un grand défi pour les chercheurs et les ingénieurs dans ce domaine. Ils ont entrepris de nombreuses études et expériences visant à trouver des solutions pour réduire l'impact environnemental. Ce travail expérimental démontre que les biocarburants (Huile de Coloquinte/diesel, Glycérole/diesel) présentent des performances comparables à celles du gazole, tout en entraînant une réduction significative des émissions d'hydrocarbures (les émissions polluantes (CO<sub>2</sub>, CO et HC))

**Mots-Clés :** **Combustion, Echappement, Bio-carburant, Pollution, Emission**

---

## **Contribution to the Advanced Control of a Two-Wheel Drive Electric Vehicle**

**Rabah ARARIA<sup>1</sup>, Ahmed Zakria CHEDJARA<sup>2</sup>, Mohamed BEY<sup>3</sup>, Lazreg HADJI<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>L2GEGI Laboratory, Science and Technology Department, University of Tiaret, 14000, Algeria.

<sup>3</sup>L2GEGI Laboratory, Mechanical Engineering Department, University of Tiaret, 14000, Algeria.

<sup>4</sup>Civil Engineering Department, University of Tiaret, 14000, Algeria.

---

**Abstract:** In this study, we will address an intermediate solution, motivated by imperatives of space reduction and robustness in speed control. This solution integrates two direct current motors, each independently connected to one of the rear wheels. This configuration allows the elimination of the gearbox, mechanical differentials, and steering column. Furthermore, we will work with a specific control device for electric motors, essential for vehicle operation and the creation of a speed differential between the wheels during directional changes. It is in this context that we will examine control techniques for direct current motors. We will start by using a classic PI controller and then explore an Advance Backstepping control approach. This approach will allow us to highlight the advantages of these techniques, compare their robustness, and select the most suitable for our system. We will also study lateral control, ultimately proposing a Backstepping control approach to make our vehicle autonomous, with special attention to safety performance.

**Keywords:** Electric Vehicle (EV), Modeling, Direct Current Motor (DCM), PI (Proportional-Integral) Control, Backstepping, Lateral Control.

---

## **Étude numérique de l'effet des chicanes sur l'amélioration de l'échange thermique dans un échangeur tubulaire**

**KAMLA Youcef<sup>1</sup>, BENABDELLAZIZ Ourdia<sup>1</sup>, BRAHIM MAZARI Ahlam<sup>1</sup>,  
BOURICHA Nihad<sup>1</sup>, CHACHI Mohamed<sup>2</sup>, TITRI asma<sup>3</sup>, KARAS Abdelkader<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Faculté de Technologie, Université Hassiba Ben Bouali de Chlef, Laboratoire de Physique  
Théorique et de Physique des Matériaux LPTPM.

<sup>4</sup> Université IBN KHALDOUN Tiaret, Faculté de la technologie

<sup>5,6</sup> Faculté de Génie Mécanique. Faculté de Génie Mécanique USTO-MB, BP 1505 El Mnaouar Oran,  
Algérie.

**Corresponding Author Email:** y.kamla@univ-chlef.dz

---

**Résumé:** Le transfert thermique dans un échangeur tubulaire, repose principalement sur la conduction thermique, tandis que dans un tube avec chicanes, le transfert de chaleur est amélioré par la création de turbulences et une meilleure convection forcée. Les chicanes permettent d'augmenter le coefficient de transfert de chaleur global. Le présent travail représente l'effet d'une nouvelle conception d'un tube munis des obstacles de formes hélicoïdales sur l'amélioration de transfert thermique. Les résultats obtenus numériquement validés par des données expérimentales tirées de la littérature et montrent que les tubes à hélicoïdales améliorent considérablement le taux de transfert de chaleur par rapport aux tubes lisses.

**Mots-Clés :** Echangeur, Nusselt, chicanes, Efficacité

---

## **Synchronization Innovations in Power Electronics Design**

**Bachir BOUMEDIENE<sup>1</sup>, Zakaria CHEDJARA<sup>2</sup>, Lazreg HADJI<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Laboratory of L2GEGI, Department of Electrical Engineering, University of Tiaret, Algeria.

<sup>2</sup> Department of Science and Technology, University of Tiaret, 14000, Algeria.

<sup>3</sup> Civil Engineering Department, University of Tiaret, 14000, Algeria.

---

**Abstract:** This paper focuses on enhancing synchronization techniques in electrical systems. By delving into the challenges posed by increasing disturbances in power quality, such as harmonics and voltage imbalances attributed to the rise of distributed generation systems and nonlinear electronic loads, this study aims to propose innovative solutions. Covering the realms of Phase-Locked Loops (PLLs), Frequency-Locked Loops (FLLs), and open-loop techniques, this research introduces significant advancements. Major contributions include the modeling of advanced PLLs and FLLs, offering improved stability and enhanced performance, as well as the development of open-loop synchronization techniques without feedback for swift responsiveness and high adaptability to diverse network scenarios. This paved the way for more efficient solutions to tackle the current challenges of modern electrical systems.

**Keywords:** frequency estimation, frequency locking, grid connected converters.

---

## **Influence du diamètre de l'obstacle sur les caractéristiques d'écoulement dans un élargissement brusque d'un fluide newtonien**

**A. Nekrouf<sup>1</sup> \*, S. Youcefi<sup>1</sup>**

Département de Génie Mécanique-Université des Sciences et de la Technologie d'Oran-  
Mohamed.Boudiaf  
[nekrouf.abderrahim18@gmail.com](mailto:nekrouf.abderrahim18@gmail.com)

---

**Résumé :** L'élargissement est un phénomène fréquent dans les domaines de l'ingénierie et de l'industrie, se produisant lorsque des fluides tels que l'eau ou l'air passent d'une section étroite à une section plus large. Au cours de ce processus, le fluide s'accélère tout en subissant une réduction de pression. Cette dynamique résulte du principe de conservation de la quantité de mouvement, où, dans un système fermé, la quantité de mouvement reste constante. L'écoulement à travers un élargissement présente des applications variées, que ce soit dans le domaine de la propulsion aéronautique et maritime, le refroidissement de machines ou la filtration des fluides. Notre étude, réalisée au moyen d'une simulation numérique par dynamique des fluides (CFD), a permis d'analyser les profils de vitesse, les lignes de courant et les contours de vitesse. Une comparaison entre nos résultats numériques et les données expérimentales référencées dans la littérature a révélé une concordance significative. Au cours de cette recherche, nous avons examiné un élargissement avec obstacle de divers diamètres. Après plusieurs essais visant à optimiser le positionnement de l'obstacle et déterminer la configuration la plus efficace pour appliquer nos effets, nous avons constaté qu'à mesure que la taille de l'obstacle augmente, le vortex a tendance à disparaître. Lorsque le diamètre atteint une valeur plus importante, cette amélioration conduit à la formation d'un petit vortex en aval du cylindre.

**Mots-Clés :** élargissement, écoulement, obstacle, modélisation numérique.

---

## **ÉTUDE PARAMETRIQUE DE L'EFFET DE L'ALLONGEMENT DU CROISEMENT SUR L'EFFICACITE DE MELANGE D'UN SYSTEME MICROFLUIDIQUE COMPACT**

**Embarek DOUROUM<sup>1,2</sup>, Amar KOUADRI<sup>1</sup>, Mokhtar ZAITRI<sup>1\*</sup>, Samir LAOUEDJ<sup>2</sup>,  
Abdelylah BANAZZA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire d'Applications des Systèmes à Energie Renouvelable (LASER), Université de Djelfa  
17000, Algérie

<sup>2</sup>Laboratoire des matériaux et systèmes réactifs, LMSR, Université de Sidi Bel Abbès 22000, Algérie  
\*e-mail de l'auteur principal : meba22gm@gmail.com

---

**Résumé :** Dans cette étude, nous étudions les performances hydrodynamiques de mélange d'un système microfluidique compact représenté par un micromélangeur passif de type TLCCM et qui offre des performances de mélange élevées comparées à celles d'autres micromélangeurs étudiés récemment, notre idée propose une modification dans la zone de croisement afin de réduire le nombre d'unités de mélange. Les simulations numériques ont été réalisées à de faibles nombres de Reynolds en utilisant le code CFD Fluent. L'allongement de la zone de croisement est défini par un paramètre appelé rapport d'aspect ( $l/W$ ). Une étude paramétrique a été réalisée en utilisant cinq valeurs de rapport d'aspect ( $l/W$ ) de 0 à 1 dans une large gamme de nombres de Reynolds : de 0,2 à 80. Pour analyser les résultats obtenus à travers les simulations numériques, les contours de fraction massique, les vecteurs de vitesse, les profils de vitesse et les pertes de pression ont été présentés dans différents plans et positions. Le micromélangeur choisi (avec  $l/W = 1$ ) présente d'excellentes performances de mélange où l'indice de mélange obtenu dépasse 85,67 % pour  $Re = 0,2$  et atteint 99,22 % pour  $Re = 50$ , elle présente également une perte de charge plus faible par rapport aux autres micromélangeurs étudiés récemment. Par conséquent, le micromélangeur sélectionné présente des performances de mélange élevées à de faibles nombres de Reynolds, de sorte qu'il peut être utilisé pour améliorer le mélange dans divers systèmes microfluidiques passifs.

**Mots-Clés :** Efficacité de mélange, Micromélangeur, CFD, Advection chaotique, Pertes de charge.

---