

**Proceeding of Fourth International Conference  
on Material and Structural Mechanics (MSM)**



**May 24-26, 2023**

**Marrakech, MOROCCO**

<https://msm2022.sciencesconf.org>

ISBN: 978-9938-XXXX-X-X

## ADVANCES IN MATERIAL AND STRUCTURAL MECHANICS

**MSM is a leading International Conference in all areas of Material and Structural Mechanics.**

**The subject areas include, but are not limited to the following fields:**

**Session MET. Mechanical Engineering and Technology:**

- Mechanical engineering and mechanics
- Fatigue and creep behavior of the advanced materials
- Mechanical behavior and failure mechanics
- Advanced material characterization
- Materials processes and applications for high-performance composites
- Engineering design methodology and design
- Vibration and control of mechanical systems
- Friction and wear mechanism
- Nontraditional manufacturing
- Severe plastic deformation
- High-strength polymers
- Welding and joining processes
- Hot corrosion, oxidation, wear and erosion
- Analysis and simulation of manufacturing processes

**Session CGE. Civil and Geotechnical Engineering:**

- Concrete structural engineering
- Steel structural engineering
- Wood structural engineering
- Earthquake engineering
- Geotechnical engineering
- Infrastructure engineering
- Hydraulic engineering
- Wind, fire & blast resistant design of structures
- Advancements in construction practices
- Structural rehabilitation & retrofitting of structures.

**Session MEM. Multiphysics Engineering and Mathematics:**

- Computational methods
- Computational techniques
- Engineering modeling, simulation including pre- and post-processing
- Engineering design, optimization and manufacture
- Engineering applications of computational technology
- Software development and maintenance for engineering applications
- Computational fluid dynamics
- Heat transfer in energy systems
- Advances in aerodynamics
- Computational engineering: education and training.



## TABLE OF CONTENTS

Editorial .....	3
Organizing Committee .....	4
Scientific Committee .....	5
Workshop .....	6
List of keynotes .....	8
List of abstracts .....	10
Keynotes.....	14
Abstracts .....	22
Civil and Geotechnical Engineering.....	23
Mechanical Engineering and Technology.....	38
Multiphysics Engineering and Mathematics.....	50
Publication.....	60
Journal Publication.....	61
Technical Program.....	62

## EDITORIAL

On behalf of all members of the Organizing and Scientific Committees of Fourth International Conference on Material and Structural Mechanics (MSM), it is an honor for us to welcome all of you in Marrakech - Morocco.

MSM is a leading international Conference in all areas of Material and Structural Mechanics. This conference has been organized by the Association Atlas of Sciences and Technologies of Mechanical, which has set up a goal since its creation to contribute to the welfare of technology exchange and to create a fruitful environment between researchers of developing countries in the mainland and a broad other scientists from the international community to create the closer contacts and sharing experience in various sectors, preparation and implementation of experiments, processing of results and numerical simulations.

The International Conference on of Material and Structural Mechanics is aimed to concretize these objectives and intended to attract the interest of specialists, academicians and researchers from the international community working in areas related to mechanics, physics and structure.

The conference will to bring together innovative academics and industrial experts in the fields of mechanical and energy engineering to a common forum and to cater sessions on these fields, thus enabling even greater interdisciplinary knowledge sharing.

It is devoted to all innovative aspects and experimental methods used in the fields of mechanics and energy. Its aim is to bring together leading researchers who are interested in experimental and theoretical work in these fields to initiate more careful consideration of these issues and to meet the share cutting-edge development in these areas.

Finally, we wish to express our gratitude for all your help in the results of the Conference.

A sincere thankfulness should be addressed to all sponsoring institutions who have actively, financially and morally contributed to the organization of the conference among academic, scientific and industrial communities.

And last, but not least, the Organizing Committee of the Conference is very recognized to all of you, members of the International and Moroccans Committees, contributors, speakers, chairpersons and all of our local assistants, for giving an international prestige to the Conference, as well as for the good work accomplished.

We hope that you all find an enjoyable environment for exchange of ideas and satisfying conditions to follow all the sessions of the conference that of interest to you. As you were informed in the site web of the conference, the selected papers will be presented to publish in different international journals and Books covering the general areas of material and structural mechanics.

General Chair of MSM

## **ORGANIZING COMMITTEE**

**L. BOUSSHINE**, ENSEM, Casablanca, Morocco

**E. BOUDAIA**, EST, Casablanca, Morocco

**Z. EI MASKAOUI**, ENSEM, Casa, Morocco

**E. AZELMAD**, ENSEM, Casablanca, Morocco

**E. BOUDI**, EMI, Rabat, Morocco

**M. BIDEQ**, ENSA, Safi, Morocco

**A. CHAABA**, ENSAM, Meknès, Morocco

**A. RIAD**, ENSEM, Casablanca, Morocco

**S. E. JALAL**, ENSEM, Casablanca, Morocco

**H. DARNIF**, ENSEM, Casablanca, Morocco

**A. SALMI**, ENSEM, Casablanca, Morocco

**T. TOUGUI**, ENSEM, Casablanca, Morocco

**M. ESSKELY**, ENSEM, Casablanca, Morocco

**M. HESAYN**, ENSEM, Casablanca, Morocco

## SCIENTIFIC COMMITTEE

- A. BERDAI**, ENSEM, UHIIC, Casablanca, Morocco
- A. CHAABA**, ENSAM, Meknès, Morocco
- A. CHOUAF**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- A. EL KAABOUCI**, ENA, Rabat, Morocco
- A. EL MALIKI**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- A. DAYA**, FST, Errachidia, Morocco
- A. HADDOUT**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- A. MAZIRI**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- A. NIAZI**, EHTP, Casablanca, Morocco
- A. OUESLATI**, LML, USTL, Lille, France
- A. RIAD**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- A. SAOUAB**, Université de Rouen, France
- D. SI BACHIR**, UST Houari boumediene, Algeria
- D. ZIED**, ENIS,Sfax, Tunisia
- E. BOUDAIA**, EST, Casablanca, Morocco
- E. BOUDI**, EMI, Rabat, Morocco
- E. AZELMAD**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- E. FILIPPI**, FPMS, UMONs,Mons, Belgium
- E. LAABID**, ENS, UQA, Marakech, Morocco
- E. MALLIL**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- E. SKALLI**, ENSEM, UHIIC, Casablanca, Morocco
- F. GHANAMI**, UIR, Rabat, Morocco
- G. DE SAXCE**, LaMcube, University of Lille, France
- G. GUERLEMENT**, FPMS, Mons, Belgium
- H. EJJAOUANI**, LPEE, Casablanca, Morocco
- H. EL OUARDI**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- H. MOUNIR**, EMI, UMV, Rabat, Morocco
- J. ECHAABI**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- J.P. TSHIBANGU**, FPMS, UMONs, Mons, Belgium
- K. LAHLOU**, EHTP, Morocco
- K. EL HARROUNI**, ENA, Rabat, Morocco
- K. ZARBANE**, EST, Casablanca, Morocco
- L. A. BRAHIM**, FSA, UMV, Rabat, Morocco
- L. BOUSSHINE**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- M. BIDEQ**, ENSA, Safi, Morocco
- M. CHAGDALI**, FFS Ben M'Sik, Casa, Morocco
- M. ERROUAITI**, LPEE, Casablanca, Morocco
- M. L. ABIDI**, EMI, UMV, Rabat, Morocco
- M. HJIAJ**, INSA Rennes,UEB, Renne, France
- M. NASSRAOUI**, EST, Casablanca, Morocco
- M. MAZOUZI**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- M. SEAID**, DURHAM Univesity, UK
- N. DAMIL**, FS Ben M'Sik, Casablanca, Morocco
- N. ABRIAK**, École des Mines de Douai, France
- P. BOUILLARD**, ULB, Bruxcel, Belgium
- P. DEHOMBREUX**, FPMS, Mons, Belgium
- P. MANACH**, UBS, IRDL, France
- R. BOUSSEHAIN**, INSA-STRASBOURG, France
- R. OHAYON**, CNAM, Paris, France
- S. BELHOUIDEG**, FPBM,Beni Mellal, Morocco
- S. DATOUSSAID**, FPMS, UMONs, Mons, Belgium
- S. E. JALAL**, ENSEM, Casablanca, Morocco
- Y. GHABBAR**, EHTP, Casablanca, Morocco
- Z. BEIDOURI**, EST, Casablanca, Morocco
- Z. EI MASKAOUI**, ENSEM, Casablanca, Morocco

# **Workshop**

# WORKSHOP

---

**Theme:**      **Advanced course in Fracture Mechanics**

Prof. G. De Saxce, University of Lille, France

---

**Part 1:**      **Fundamentals:**

- Short historical overview
  - Characters of the brittle fracture
  - Fatigue, damage, fracture
  - Griffith stability criterion of the crack
  - Singularity at the crack tip and stress intensity factors
  - The directions of development of the fracture mechanics
  - Epilogue: some applications
- 

**Part 2:**      **Research:**

- Singular Finite Elements, application to the anisotropic materials
- Variational theory of fracture
- Phase field approaches



# **List of Keynotes**

## LIST OF KEYNOTES

---

<b>Keynote 1:</b>	<b>Numerical simulation of standard machining operations</b>	<b>15</b>
	Prof. El Hassan Boudaia, University Hassan II, Casablanca, Morocco	
<hr/>		
<b>Keynote 2:</b>	<b>Introduction to the theoretical foundations of the XFEM</b>	<b>16</b>
	Prof. Lahbib Bousshine, University Hassan II, Casablanca, Morocco	
<hr/>		
<b>Keynote 3:</b>	<b>Développement d'un modèle numérique universelle pour la simulation dynamique de l'embarquement des navires commerciaux au niveau des quais commerciaux</b>	<b>17</b>
	Prof. El Mostapha BOUDI, University Mohamed V, Rabat, Morocco	
<hr/>		
<b>Keynote 4:</b>	<b>Des procédés du calcul d'approximation à l'émergence de l'analyse numérique</b>	<b>18</b>
	Prof. Ezzaim Laabid University QA, Marakech, Morocco	
<hr/>		
<b>Keynote 5:</b>	<b>Limit analysis of multisection cylindrical shells</b>	<b>19</b>
	Prof. Mustapha Bideq, University Cadi Ayyad, Safi, Morocco	
<hr/>		
<b>Keynote 6:</b>	<b>Finite Element Analysis Structural in Java</b>	<b>20</b>
	Prof. El Hassan Boudaia, University Hassan II, Casablanca, Morocco	
<hr/>		
<b>Keynote 7:</b>	<b>Pathologies Géotechniques au Maroc entre théorie et pratique</b>	
	Prof. Houssine EJJAOUANI, LPEE, Casablanca, Morocco	

# **List of Abstracts**

## LIST OF ABSTRACTS

<b>Session CGE. Civil and Geotechnical Engineering</b>	23
<b>Analyse et réduction de la vulnérabilité sismique des structures en béton armé.</b>	24
Author(s): Adil Ziraoui , Benaïssa Kissi , Hassan Aaya	
<b>Simulation numérique d'un plafond rafraichissant rayonnant à eau.</b>	25
Author(s): Amani AMAMOU, Rim BEN KHALIFA, Nejla MAHJOUB SAÏD	
<b>L'effet de la berme sur la réponse sismique d'une digue à talus en enrochement.</b>	26
Author(s): Abdelmajid MORABIT, Abdelouafi EL GHOULBZOURI	
<b>L'étude de la vulnérabilité sismique des structures en considérant l'interaction sol-structure.</b>	27
Author(s): Soumaya EL JANOUS, Abdelouafi El Ghoulbzouri	
<b>La consolidation unidimensionnelle des différents types des sols.</b>	28
Author(s): Hajar AZOUAGH, Abdelouafi EL GHOULBZOURI, Zakaria TAHRI	
<b>Phase-field modeling for fracture in steel fiber reinforced high performance concrete during low-cycle fatigue.</b>	29
Author(s): Mangesh PISE, Jörg SCHRÖDER, Dominik BRANDS, Gregor GEBUHR, Steffen ANDERS	
<b>Seismic design of reinforced concrete buildings with masonry infill.</b>	30
Author(s): Miloud MOUZZOUN	
<b>Pushover analysis of regular reinforced concrete buildings with different column section designs.</b>	31
Author(s): Mounia ESKALI, Lahbib BOUSSHINE	
<b>Modélisation du comportement mécanique d'un bâtiment réacteur d'un SMR sous séisme.</b>	32
Author(s): Abdallah ELORF, Alan JEAN-MARIE	
<b>Effect of clay concentration on soil erosion.</b>	33
Author(s): Kissi BENAÏSSA, Haimoud ASSIA, El Karma ASMAE	
<b>Étude de la contrainte de cisaillement dans la connexion par adhérence acier-béton.</b>	34
Author(s): Ilhame AZDINE, Benaïssa KISSI, Hamza KHATIB	
<b>Numerical modeling of the mechanical behavior of cellular concrete.</b>	35
Author(s): ABOU-NOUH Fatima, LAHLOU Khaled, JAAFRI Reda	

<b>Seismic fragility of fiber reinforced concrete using incremental dynamic analysis.</b>	36
Author(s): Soufiane El Yassari, Abdelouafi El Ghoulbzoui	
<b>Comportement à la flexion des poutres en béton armé renforcées par des treillis avec des erreurs d'assemblage.</b>	37
Author(s): Hicham Darnif, Lahbib BOUSSHINE	
<b>Session MET. Mechanical Engineering and Technology</b>	38
<b>Experimental study of stiffeners effect on mechanical behavior of a bolted semi-rigid endplate beam-to-column joint.</b>	39
Author(s): Tougui TARIK, Hicham Darnif, Essaadia AZELMAD, Zakaria El MASKAOUI, Lahbib BOUSSHINE	
<b>Prédiction de l'effet de l'angle de trame sur le comportement élastique du matériau PLA par homogénéisation microstructurale.</b>	40
Author(s): Hamza AIT BENAÏSSA, Hamid ZAGHAR, Nabil MOUJIBI	
<b>The Nonlinear Dynamic Response of a Rotor System Supported by Hydrodynamic Journal Bearings.</b>	41
Author(s): Amira AMAMOU	
<b>Calcul élastique linéaire d'un ressort conique par la méthode des éléments finis.</b>	42
Author(s): Ayoub TAKI, Abdellah HAMD AOUI, Hassane LAHMAM, Fatima BOUSSAOUI	
<b>Parametric Study of Insulated Portal frame Under Fire Using Finite Element Method.</b>	43
Author(s): Mohamed HESAYN, Lahbib BOUSSHINE	
<b>Inverse problem applied to the heat treatment of steels.</b>	44
Author(s): Mohamed MANIANA, Azzeddine AZIM, Said BENKACHCHA, Fouad ERCHIKI, Abdelali TAJAMOUDI	
<b>Evaluation de la distance effective d'élaboration de la rupture en mode II par le paramètre de la triaxialité des contraintes.</b>	45
Author(s): B. El Hadim, H. El Minor, S. HOUMAIRI	
<b>Numerical analysis on how different cooling routes effect residual stresses in hot bulk formed parts.</b>	46
Author(s): Sonja Hellebrand, Dominik Brands, Jörg Schröder	
<b>Limit analysis of axisymmetric thin shells - kinematical approach.</b>	47
Author(s): Achraf DARDAR, Lahbib BOUSSHINE, El Hassan BOUDAIA, Mustapha BIDEQ	
<b>Effet de la dégradation dimensionnelle sur les ondes ultrasonores guidées dans le système osseux.</b>	48
Author(s): Azdine Drissi, Mhamed Elallami, Abdelali Tajmouati	

<b>Dynamic analysis of a multi degree of freedom structure by analytical and numerical methods.</b>	49
Author(s): Yousra El Hankouri, Abdelouafi El Ghoulbzoui	
<b>Session MEM. Multiphysics Engineering and Mathematics</b>	50
<b>Economic and energy study of a mechanical vapor compression desalination unit.</b>	51
Author(s): Mouhsine IBRAHIMI, Dris BAHIA, Ahmed MERROUNI Ahmed	
<b>Numerical modeling of cavitation induced by water hammer in elastic pipe.</b>	52
Author(s): Abdellah TAHROUCH, El Hassan ACHOUYAB, Bennasser BAHRAR	
<b>Numerical simulation of tire pavement contact under dynamic traffic loads.</b>	53
Author(s): Aziza EL GHOULBZOURI; Abdelouafi EL GHOULBZOURI	
<b>On the analysis method for pressure tubes failure produced by environmental conditions.</b>	54
Author(s): Lulia-Mădălina DUMITRU, Florina BUCUR, Amado ȘTEFAN	
<b>The influence of the elastic modulus on the simulation results of the polyurethane foam samples dynamic crush.</b>	55
Author(s): Adrian ROTARIU, Liviu MATAACHE, Florina BUCUR, Florin DIRLOMAN	
<b>Thermal transfer analysis in classical weapon systems.</b>	56
Author(s): Liviu MATAACHE, Adrian ROTARIU, Florina BUCUR, Eugen TRANĂ, Bogdan PULPEA, Raluca BORSȘ	
<b>Analyse limite d'un derrick métallique pour les essais de flexion plastique sur un pylône d'arrêt d'une ligne électrique.</b>	57
Author(s): Fatima Zahra MOURADE, Lahbib BOUSSHINE, Zakaria EL MASKAOUI, El Hassan BOUDAIA	
<b>Instabilité inertio-élastique dans un écoulement de Taylor-Couette modulé.</b>	58
Author(s): Mohamed Hayani Choujaa, Mehdi Riahi, Saïd Aniss	
<b>Instabilité thermo-convective d'une couche fluide Newtonienne horizontale sous l'effet d'une modulation périodique dans le temps.</b>	59
Author(s): Mohamed Sakine, Mehdi Riahi, Mohamed Hayani choujaa, Abdelmajid Daya, Saïd Aniss	

# **Keynotes**

El Hassan BOUDAIA <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> LMII, ENSEM – Hassan II  
University, Casablanca,  
Morocco

\* [Boudelhassan@yahoo.fr](mailto:Boudelhassan@yahoo.fr)

## NUMERICAL SIMULATION OF STANDARD MACHINING OPERATIONS

**Abstract:** *Machining operations by material removal, using a machine tool, are generally classified into three main processes: Turning, milling and drilling.*

*In order to reduce the costs concerning the machining tests which include the cost of the material and the cost of use of the machines and to optimize the conditions of the cut. We have adopted a finite element-machining model with the Abaqus software whose material behavior laws are of the Johnson Cook type, taking into account work hardening, strain rate and thermal softening.*

**Keywords:** *numerical simulation, machining operations, Johnson Cook mode, strain hardening, strain rate, thermal softening.*



Lahbib Bousshine <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> LMII, ENSEM – Hassan II  
University, Casablanca,  
Morocco

\* [lbousshine@yahoo.fr](mailto:lbousshine@yahoo.fr)

## INTRODUCTION TO THE THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE EXTENDED FINITE ELEMENT METHOD

**Abstract:** *The concept of Extended Finite Elements (XFEM) was introduced to take into account the problems of convergence of finite elements near possible singularities of the domain. The presence of singularities (cracks, perforations, etc.) strongly degrades the convergence of the finite element method (FEM). It is therefore not sufficient to simply refine the mesh near the singularities to obtain a good solution. In this context, different approaches have been proposed to overcome this problem, most of them relying on the introduction of functions capable of representing the behavior in the neighborhood of singularities. However, they frequently imply a less good consideration of the boundary conditions.*

**Keywords:** *extended finite element method, singularities, boundary conditions.*

El Mostapha BOUDI<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> QSM Laboratory, Mohamedia  
School of Engineers, Mohamed  
V University, Rabat, Morocco

\*

elmostaphaboudi7@gmail.com

## DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE NUMÉRIQUE UNIVERSELLE POUR LA SIMULATION DYNAMIQUE DE L'EMBARQUEMENT DES NAVIRES COMMERCIAUX AU NIVEAU DES QUAIS COMMERCIAUX

**Abstract:** *Les navires commerciaux dont la capacité de transport dépasse souvent des centaines de millions de tonnes présentent une composante économique très importante.*

*Leur trafic maritime est une organisation très complexe et professionnelle nécessitant une formation et une longue expérience.*

*Notre étude, développée en collaboration avec les professionnels du métier, consiste en le développement d'un outil de simulation informatique graphique, avec une interface rendue réaliste, de l'embarquement des navires de transport marchandises au niveau des ports principaux du Maroc en se basant sur les données physiques environnementales et théoriques afin d'éviter tout accident éventuel ou blocage lors de l'embarquement.*

*L'objectif de l'outil est la formation des pilotes des navires, la mise à disposition d'un outil de préparation à la certification des pilotes ainsi que la simulation dynamique avant embarquement. L'outil sert aussi au dimensionnement des ports lors de la conception en phase d'étude.*

**Keywords:** *modèle numérique universelle, navires commerciaux.*

Ezzaim LAABID<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>ENS, UQA, Marrakech,  
Morocco

\*ezzaimlaabid@hotmail.com

## DES PROCÉDÉS DU CALCUL D'APPROXIMATION À L'ÉMERGENCE DE L'ANALYSE NUMÉRIQUE

**Résumé :** *Il est généralement admis que l'analyse numérique a pour but essentiel de chercher des méthodes permettant d'approcher la solution d'un problème mathématique pour lequel une solution exacte n'est pas accessible ou du moins n'est pas facile. A l'instar de toutes les branches mathématiques, l'analyse numérique est le résultat d'un processus lent et complexe qui a duré plusieurs siècles. Toutefois, elle a connu un essor considérable depuis la deuxième moitié du 20<sup>e</sup> siècle suite à l'apparition et au développement de l'informatique. Dès lors, elle fait partie de la formation mathématique de base des étudiants en science et en ingénierie.*

*Dans cet exposé nous tenterons de jeter quelque lumière sur les étapes de l'évolution de l'analyse numérique, les domaines qui ont suscité l'utilisation de ses méthodes et les principaux mathématiciens qui ont contribué à son développement.*

**Mots clés :** *Analyse numérique, domaines d'utilisation, étapes du développement.*

**Mustapha Bideq** <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> LMPEQ laboratory, National  
School of Applied Sciences -  
Safi, Cadi Ayyad University,  
Morocco

\* [m.bideq@uca.ma](mailto:m.bideq@uca.ma)

## LIMIT ANALYSIS OF MULTISECTION CYLINDRICAL SHELLS

**Abstract:** *Cylindrical shells are widely used in the industrial landscape. They are mainly used as storage tanks for hydrocarbons and chemical products. In order to reduce the weight of these tanks, cylinders of varying thickness per section are used. The loading considered is in the form of a uniform internal pressure or hydrostatic internal pressure. The limit analysis of cylindrical shells allows evaluating the limit load which this type of structures can support and the failure mechanism at the onset of the plastic flow. These calculations allow the determination of the safety coefficient of such tanks against failure. Two approaches were used in this study: the kinematic approach and the static approach. In the first approach, a kinematically admissible cylindrical finite element was used. In the second approach, a cylindrical finite element of equilibrium was adopted. By applying the lower bound and upper bound theorems of the limit analysis, both formulations lead to linear and nonlinear mathematical programming problems. The study attempts, through many examples, to evaluate the effect of the shell geometry, the applied loading, the plasticity condition used and the boundary conditions on the value of the limit load and the failure mechanism.*

**Keywords:** *Cylindrical shells, limit analysis, safety coefficient, kinematic approach and the static approach.*

El Hassan BOUDAIA <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> LMII, ENSEM – Hassan II  
University, Casablanca,  
Morocco

\* [Boudelhassan@yahoo.fr](mailto:Boudelhassan@yahoo.fr)

## FINITE ELEMENT ANALYSIS STRUCTURAL IN JAVA

**Abstract:** *The importance of numerical simulation justifies a work that uses of computational possibilities to develop a software solution that implements the Finite Element Method (FEM) to solve various problems in the field of structural engineering. In this study, the focus is on one-dimensional, two-dimensional and three-dimensional finite elements, such as Euler-Bernoulli and Timoshenko beams and Kirchhoff and Reissner-Mindlin slabs. In order to demonstrate the operation of the program, all the steps from the structure modeling to the graphic display of the results are detailed.*

**Keywords:** *Finite Element Method, Beams, Slabs, Software Development, Structure modeling, Graphic display.*



# Abstracts

# **Civil and Geotechnical Engineering**



Adil Ziraoui <sup>1\*</sup>  
Benaissa Kissi <sup>1</sup>  
Hassan Aaya <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université Hassan II, Ensam,  
LISPSII, Maroc

<sup>2</sup> Université Internationale de  
Casablanca, Casablanca,  
Maroc

\* [adil\\_ziraoui@hotmail.com](mailto:adil_ziraoui@hotmail.com)

## ANALYSE ET RÉDUCTION DE LA VULNÉRABILITÉ SISMIQUE DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

**Résumé :** La réduction de la vulnérabilité sismique des structures existantes est un enjeu majeur, Le renforcement d'éléments offre une réponse intéressante à cette problématique pour cela notre objectif consiste à vérifier à la lumière l'efficacité d'améliorer notre structure par un mur de cisaillement et par des fibres de carbone, cette étude est basé sur l'application de la méthode d'analyse statique non-linéaire dans le but de valider la conception et évaluer la performance sismique d'une structure R+5 en 2D conformément au règlement de construction parasismique R.P.S 2000.

D'après l'étude, il convient de conclure que la technique de modification la plus appropriée est d'utiliser des fibres de carbone. En plus de réduire considérablement la ductilité, la capacité de charge et le déplacement, ce type de fibres possède une excellente propriété pour les éléments structurels, comme une résistance élevée, un module d'élasticité élevé, une grande durabilité et un poids léger. Contrairement au renforcement par mur de cisaillement, il ajoute considérablement au poids de la structure, prend du temps à mettre en œuvre et très coûteux.

**Mots clés :** Pushover, Renforcement parasismique, RPS200, Performance sismique, Les fibres de carbone.

Abdelmajid Morabit <sup>1</sup>  
Abdelouafi EL Ghoulbzouri <sup>1</sup>

<sup>1</sup> GEGC,LSA,ENSA d'Al  
Hoceima. Université  
Abdelmalek Essaadi.  
[morabitabdelmajid95@gmail.com](mailto:morabitabdelmajid95@gmail.com)  
[e.abdelouafi@hotmail.fr](mailto:e.abdelouafi@hotmail.fr)

## L'EFFET DE LA BERME SUR LA RÉPONSE SISMIQUE D'UNE DIGUE À TALUS EN ENROCHEMENT

**Résumé** : Nombreuses sont les variantes qui affectent la stabilité des ouvrages maritimes vis-à-vis le séisme.

L'objectif de ce travail est de montrer l'influence de la berme du talus côté mer de la digue à talus en enrochement soumis au séisme pour des différentes valeurs d'amplitudes et fréquences caractérisant l'onde sismique.

Pour cela, nous allons modéliser le schéma représentatif de la digue à talus en enrochement sur Plaxis 2D qui est basé sur la méthode des éléments finis. Ensuite, une étude comparative sera réalisée afin de constater l'effet de cette variante sur la stabilité de la structure soumis au séisme.

Par la suite, les résultats caractérisant les différentes déformations nous permettront de conclure l'influence de la berme sur la résistance de la digue au séisme.

**Mots clés** : Digue à talus en enrochement, Séisme, Stabilité, Amplitudes, Fréquences, Berme, PLAXIS 2D, Eléments finis.

Samira KHOUMARI <sup>1</sup>  
Abdelouahab ROUABHI <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université M'Hamed  
Bouguera, avenue de  
l'indépendance, 35000  
Boumerdès, Algérie

\* **Auteur correspondant**  
[khoumarisamira@yahoo.com](mailto:khoumarisamira@yahoo.com)

## MODELISATION MATHÉMATIQUE DU COMPORTEMENT MÉCANIQUE DES TUNNELS HORIZONTAUX ET LEUR INTERACTION AVEC LE SOL

**Résumé :** Ce travail consiste à étudier analytiquement le comportement mécanique d'un tunnel cylindrique sous-terrain en interaction avec le sol sous l'action dynamique d'une charge mobile. La modélisation mathématique du comportement mécanique du tunnel et son interaction avec le sol est fondée dans notre travail, sur les théories des poutres de Timoshenko et d'Euler Bernoulli associées au modèle de sol de Winkler. L'équation aux dérivées partielles, modélisant mathématiquement ce problème, est soumise à une transformation de Fourier (directe et inverse). Les calculs des intégrales généralisées dérivant des transformées de Fourier sont effectués en se servant des propriétés des fonctions à variable complexe, de la fonction généralisée de Dirac, et du théorème des résidus de Cauchy. Les résultats analytiques obtenus peuvent être utilisés pour déterminer l'état de contrainte et de déformation relatifs à des cas pratiques concrets et d'effectuer des calculs de rigidité et de résistance en se servant de l'une ou l'autre des théories de résistance.

**Mots clés :** Comportement mécanique, tunnel, poutre de Timoshenko, modèle de Winkler, transformation de Fourier, intégrale généralisée, variable complexe, résidu, fonction de Dirac.

Soumaya EL JANOUS <sup>1</sup>  
Abdelouafi El Ghoulbzouri <sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Equipe de Recherche  
MODSGC, ENSA-H, université  
Abdelmalek Essaadi

\*

[soumaya.eljanous@gmail.com](mailto:soumaya.eljanous@gmail.com)

\*e.abdelouafi@hotmail.fr

## L'ÉTUDE DE LA VULNÉRABILITÉ SISMIQUE DES STRUCTURES EN CONSIDÉRANT L'INTERACTION SOL-STRUCTURE

**Abstract:** L'objectif de cette contribution est d'étudier l'effet de l'interaction sol structure (ISS) sur la réponse sismique d'une structure en béton armé en considérant quatre vitesses des ondes selon les types de sol citées dans l'EUROCODE 8.

En effet cette prise en compte de l'interaction (sol-fondation) est traduite à partir des fonctions d'impédance associées à un système ressort-amortisseur, intégrant ainsi la flexibilité du sol.

En analysant premièrement l'effet de l'interaction sol et structure (ISS) sur la période de la structure, deuxièmement sur l'amortissement total de structure et finalement sur le déplacement de point de performance de la structure après une analyse statique non linéaire PUSH-OVER.

**Keywords:** ISS, la réponse sismique, point de performance, Eurocode 8, sol.

Hajar AZOUAGH <sup>1</sup>  
Abdelouafi EL  
GHOULBZOURI<sup>1</sup>  
Zakaria TAHRI <sup>1</sup>

<sup>1</sup> laboratoire des Sciences  
Appliquées (LSA), Abdelmalek  
Essaâdi, Al Hoceima, Maroc

\* *Auteur correspondant*  
(hajarazouagh20@gmail.com)

## LA CONSOLIDATION UNIDIMENSIONNELLE DES DIFFERENTS TYPES DES SOLS

**Résumé :** Ce rapport présente des solutions analytiques existantes de l'équation de la consolidation unidimensionnelle et non-linéaire de Terzaghi d'un sol multicouche saturé sous l'effet d'un chargement qui dépend du temps. Le comportement de la consolidation unidimensionnelle et non-linéaire de différents types des sols monocouche saturé est étudié en se basant sur ces solutions proposées.

**Mots clés :** Consolidation ; Contrainte effective ; pression interstitielle ; Terzaghi.

Mangesh PISE<sup>1</sup>  
Jörg SCHRÖDER<sup>1</sup>  
Dominik BRANDS<sup>1</sup>  
Gregor GEBUHR<sup>2</sup>  
Steffen ANDERS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Mechanics,  
Department Civil Engineering,  
Faculty of Engineering,  
University of Duisburg-Essen,  
(Essen, Germany)

<sup>2</sup> Chair for Construction  
Materials, Faculty of  
Architecture and Civil  
Engineering,  
Bergische Universität  
Wuppertal, (Wuppertal,  
Germany)

\* [mangesh.pise@uni-due.de](mailto:mangesh.pise@uni-due.de)

## PHASE FIELD MODELING FOR FRACTURE IN STEEL FIBER REINFORCED HIGH PERFORMANCE CONCRETE DURING LOW- CYCLE FATIGUE

**Abstract** *The fiber reinforced high performance concrete (HPC) shows the pseudo-ductile material behavior during failure, which is mainly characterized by the complex fiber-matrix interactions. To understand the influence of reinforced fibers on failure process of HPC, a phenomenological material model is developed. Therein, an additive type macroscopic energy function is formulated combining the superposed models of transversal isotropic elasto-plasticity and an elasto-plastic phase-field model of fracture in concrete material. Two different continuous stepwise linearly approximated degradation functions for the modeling of unique behaviour of HPC in tension and compression are implemented. Three-point bending beam test at low cycle for reinforced HPCs with different fiber contents and orientations are simulated. Orientation distribution functions (ODF) are constructed and implemented to incorporate the different distributions and orientations of reinforced fibers. The numerical model is validated by comparing the numerical results to experimental data. The accuracy of the proposed numerical model is verified by comparing the degradation of stiffness in numerical and experimental results.*

**Keywords:** *elasto-plastic phase-field model, steel fiber reinforcement, high performance concrete, three-point bending beam test, fiber orientation distribution function, transversal isotropic elasto-plasticity.*

Miloud MOUZZOUN <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of civil engineering, Hassania School of Public Works, Casablanca, Morocco

\* [mouzzoun.mouloud@gmail.com](mailto:mouzzoun.mouloud@gmail.com)

## **SEISMIC DESIGN OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS WITH MASONRY INFILL**

**Abstract:** *In the most countries situated in seismic regions especially in Morocco, reinforced concrete frame buildings are infilled by brick masonry walls. In Moroccan seismic code RPS2000, infill walls are considered as non-structural elements and their contribution and influence on the seismic response are ignored in the design. In the present study, the seismic behavior of multistory reinforced concrete frame with masonry infill is investigated using the strut model to capture the global effects of the infill. Nonlinear pushover analysis has been used to evaluate to seismic response. An equivalent strut model has been used for masonry infill. Numerical simulations are conducted using SAP2000 in which the behavior law of the strut was implemented. The results of numerical simulations show that the infill walls have a strong influence on the seismic response and ignoring their effects is not on the safe side.*

**Keywords:** *seismic-design-infill-SAP2000-strut-reinforced concrete.*

Mounia ESSKELY <sup>1</sup>  
Lahbib BOUSSHINE <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mechanical laboratory of engineering and innovation (LMII), ENSEM – Hassan II University, Casablanca, Morocco)

\*

[mounia.esskely@ensem.ac.ma](mailto:mounia.esskely@ensem.ac.ma)

## **PUSHOVER ANALYSIS OF REGULAR REINFORCED CONCRETE BUILDINGS WITH DIFFERENT COLUMN SECTION DESIGNS**

**Abstract:** *Seismic engineers are increasingly turning to non-linear methods of analysis which predict the structural behavior of buildings subjected to lateral efforts. This is in many ways a more satisfactory procedure than relying on elastic analysis reduced by a ductility factor. Pushover analysis is a commonly used technique to which, seismic codes increasingly refer, as Eurocode 8 and FEMA 356. The purpose of this paper is to compare the seismic behavior of four reinforced concrete building design, under three different ground accelerations. This article examines the influence of columns reinforcement rate on the seismic behavior of moment structures. Four models were studied using the nonlinear static method to deduce and compare their behavior with respect to seismic excitation. Comparing the performance points demonstrated a large increase in the seismic vulnerability of structure with the decrease of column reinforcement rate.*

**Keywords:** *Capacity curve, Performance point, Pushover analysis, Reinforced concrete building, Seismic vulnerability.*



Abdallah ELORF <sup>1\*</sup>  
Frédéric GERARDIN <sup>1</sup>  
Alan JEAN-MARIE <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Capgemini Engineering  
(EILIS, Paris, France)

<sup>2</sup> Capgemini Engineering  
(WELAB, Paris, France)

\* Abdallah ELORF  
(elorf.abdel@gmail.com)

## MODÉLISATION DU COMPORTEMENT MÉCANIQUE D'UN BÂTIMENT RÉACTEUR D'UN SMR SOUS SÉISME

**Résumé :** Le projet PHYSOR au sein de département R&I de Capgemini Engineering est un projet multidisciplinaire qui fait appel à plusieurs compétences techniques dans le domaine de nucléaire. Une des particularités de ce projet est l'étude des petits réacteurs nucléaires modulaires (SMR) présentant des avantages significatifs à l'exploitation. Ce travail, présente l'ensemble de processus de calcul basés sur une veille technologique afin de mieux comprendre le comportement structurel des réacteurs nucléaires de types SMR. Une étude sur le comportement mécanique dans le cas d'un séisme d'un bâtiment réacteur type APR1400 mis à l'échelle a été réalisée à l'aide de l'outil de calcul ANSYS Mechanical. L'ensemble des analyses effectuées telles que l'analyse statique, analyse modale et spectrale ont permis de récolter les réponses de la structure à savoir contraintes et déplacements associés ainsi que les modes propres de structures représentant une sollicitation donnée.

**Mots clés :** APR1400, SMR, comportement structurel, Analyse modale, Analyse spectrale, ISS.

Kissi BENAÏSSA <sup>1</sup>  
Haimoud ASSIA <sup>1</sup>  
El Karma ASMAE <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Hassan II, ISPS2I,  
ENSAM Casablanca, Maroc

\* [benaissa.kissi@gmail.com](mailto:benaissa.kissi@gmail.com)

## EFFECT OF CLAY CONCENTRATION ON SOIL EROSION

**Abstract:** Soil erosion is a complex phenomenon which yields at its final stage to insidious fluid leakages under the hydraulic infrastructures known as piping and which are the main cause of their rupture. The Hole Erosion Test is commonly used to quantify the rate of piping erosion. In this work, The Hole Erosion Test is modelled by using Fluent software package. The aim is to predict the erosion rate of soil during the hole erosion test. The renormalization group theory - based  $k - \varepsilon$  turbulence model equations are used. This modelling makes it possible describing the effect of the clay concentration in flowing water on erosion. Unlike the usual one dimensional models, the proposed modelling shows that erosion is not uniform erosion along the hole length. In particular, the concentration of clay is found to increase noticeably the erosion rate.

**Keywords:** External erosion, tube erosion test, clay concentration, wall roughness, wall laws, turbulence.

**Ilhame AZDINE** <sup>1\*</sup>  
**Benaissa KISSI** <sup>1</sup>  
**Hamza KHATIB** <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Ingénierie des structures, procédés, systèmes intelligents et informatique (ISPSII), Ecole nationale supérieure d'arts et métiers, université Hassan 2, Casablanca, Maroc.

\* [Ilhame.azdine@gmail.com](mailto:Ilhame.azdine@gmail.com)

## **ETUDE DE LA CONTRAINTE DE CISAILLEMENT DANS LA CONNEXION PAR ADHERENCE ACIER-BETON**

**Résumé :** Parmi les critères de choix de type de structure des ponts (béton, acier ou composite) est le coût de la construction plus la durée des travaux sur chantiers, Il est donc important d'utiliser des matériaux qui permettent une construction le plus rapidement possible notamment les ponts mixtes à dalles préfabriquées. Les connexions utilisées actuellement ne sont pas adaptées à une construction rapide avec les tabliers préfabriqués, les constructeurs généralement utilisent des poches ou des fenêtres menées des goujons, à couler sur place un par un, avec son grand nombre, les travaux sur chantiers prennent une longue durée.

Un nouveau type de connexion par adhérence, constitue un concept structurel qui vise à créer une liaison durable entre la poutre en acier et la dalle de béton préfabriquée. La résistance est basée sur le développement de contraintes de cisaillement longitudinales dans les interfaces qui forment la connexion.

L'objectif de ce travail est d'étudier le comportement de l'interface acier-coulis de ciment, par rapport à l'effort de cisaillement. Pour ce faire une analyse numérique a été établie. Dans cet article nous avons présenté la répartition de la contrainte de cisaillement et la contrainte normale dans un élément de petite taille de l'interface évaluée.

**Mots clés :** Ponts ; dalle préfabriquée ; connexion ; adhérence ; interface ; contrainte.

ABOU-NOUH Fatima <sup>1\*</sup>  
LAHLOU Khaled<sup>1</sup>  
JAAFRI Reda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ERIC-(LAGCET), Hassania School  
of Public Works, Casablanca BP  
8108, Morocco

\* **Corresponding author**  
abounouhfatima@gmail.com

## NUMERICAL MODELING OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF CELLULAR CONCRETE

**Abstract:** Cellular concrete, also known as aerated concrete, is a lightweight building material made from cement, water, and a foaming agent to create a micro/macrosopic discrete air cells uniformly distributed throughout the mixture. Unlike traditional concrete, cellular concrete contains gas bubbles, giving it a lower density and better insulation properties. This paper describes the discrete element method (DEM) application to cellular concrete. A compressive strength test of cellular concrete was conducted numerically to investigate the behavior of cellular concrete. We define the principle of the contact model and the parameters used in the simulation.

**Keywords:** discrete element method (DEM), cellular concrete.

Soufiane El Yassari<sup>1</sup>  
Abdelouafi El  
Ghoulbzouri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MODSGC unit, laboratory of  
applied sciences, National  
school of applied sciences Al  
Hoceima, University  
Abdelmalek Essaadi, Tangiers,  
Morocco

\* **Corresponding author**  
[soufiane.elyassari1@etu.uae.ac.  
ma](mailto:soufiane.elyassari1@etu.uae.ac.ma)

## SEISMIC FRAGILITY OF FIBER REINFORCED CONCRETE USING INCREMENTAL DYNAMIC ANALYSIS

**Abstract:** Different fibre-reinforced concrete (FRC) has been widely used in recent decades, improving the mechanical behaviour and dynamic performance of reinforced concrete (R.C.) columns remarkably. This paper aims to compare the seismic behaviour of columns constructed with different FRC materials, namely steel fibres reinforced concrete (SFRC), polypropylene fibres reinforced concrete (PFRC), and steel-polypropylene hybrid fibre reinforced concrete (HyFRC).

This paper presents a crack model that combines the advantages of damage mechanics and the extended finite element method (XFEM). The crack path is predicted using tensile stress, and it is corrected using continuum damage mechanics. Several test cases demonstrate that the model is mesh-independent and eliminates the spurious stress transfer seen in continuum damage models.

3-D nonlinear finite element models have been built to represent the seismic behaviour of different FRC columns. Incremental dynamic analyses (IDA) are conducted using the selected suite of 10 near-fault as-recorded ground motions to evaluate the inelastic seismic responses of different bridge columns.

IDA curves are generated based on the intensity measure, namely peak ground acceleration (PGA) in this paper and seismic demands through nonlinear dynamic time history analysis.

**Keywords:** Incremental dynamic analyses; extended finite element method; fibres reinforced concrete;

Darnif Hicham<sup>1,\*</sup>  
Bousshine Lahbine<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ENSEM (laboratoire  
mécanique d'ingénierie et  
d'innovation)

\*

[hicham.darnif@gmail.com](mailto:hicham.darnif@gmail.com)

## COMPORTEMENT À LA FLEXION DES POUTRES EN BÉTON ARMÉ RENFORCÉES PAR DES TREILLIS AVEC DES ERREURS D'ASSEMBLAGE

**Résumé** : Cet article scientifique présente les résultats d'essai de flexion à quatre points sur des poutres en béton armé (BTS). Ce modèle a une section transversale 170\*170 mm, et il est renforcé par des armatures transversales sous forme de treillis raidisseurs en acier laminé à chaud. L'objectif de cette étude expérimentale était de vérifier l'impact de la qualité de point d'attachement entre les barres longitudinales et les renforts transversaux. Ces défauts d'attachement sont dus aux erreurs humaines au moment de pose sur chantier ou des défauts de contrôle pendant fabrication.

Les résultats des essais ont indiqué que les erreurs d'assemblage peuvent provoquer une dégradation importante de la résistance à la flexion des poutres en béton armé. Dans notre cas, la limite ultime perd plus de 16% de sa valeur de référence pour les poutres (BTS).

Un modèle numérique a été développé sur Abaqus par le module (CDP) a été présenté. Une comparaison a été menée entre les résultats expérimentaux et numériques.

**Mots clés** : Erreurs d'attachement, Raidisseur treillis, Renfort transversal, CDP, poutre BA.

# **Mechanical Engineering and Technology**

Tariq TOUGUI <sup>1</sup>  
Hicham DARNIF <sup>1</sup>  
Essaadia AZELMAD <sup>1</sup>  
Zakaria EI MASKAOUI <sup>1</sup>  
Lahbib BOUSSHINE <sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Mechanical laboratory of  
engineering and innovation  
(LMII), ENSEM, Hassan II  
University, Casablanca,  
Morocco  
\* t.tougui@ensem.ac.ma

## EXPERIMENTAL STUDY OF STIFFENERS EFFECT ON MECHANICAL BEHAVIOR OF A BOLTED SEMI-RIGID ENDPLATE BEAM-TO- COLUMN JOINT

**Abstract:** *This article examines the mechanical behavior of steel endplate beam-to-column joints with different stiffeners under bending moment. This type of junctions is commonly used in steel frameworks and is considered either pinned or rigid. This study aims to show the semi-rigid behavior of this bolted junction based on an experimental investigation with the use of stiffeners in different positions. The results showed that using stiffeners in the column web or on the endplate increases the rigidity and strength of the connection.*

**Keywords:** *Beam-to-Column, Bolt, Joint, Semi-Rigid, Stiffener*



Hamza Ait Benaissa <sup>1\*</sup>  
Hamid Zaghar <sup>1</sup>  
Nabil Moujibi <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Génie Mécanique  
FST, université Sidi Mohamed  
Ben Abdellah, Fès, Maroc

\*[Hamza.aitbenaissa@usmba.ac.ma](mailto:Hamza.aitbenaissa@usmba.ac.ma)

## PRÉDICTION DE L'EFFET DE L'ANGLE DE TRAME SUR LE COMPORTEMENT ÉLASTIQUE DU MATÉRIAU PLA PAR HOMOGENÉISATION MICROSTRUCTURALE

**Résumé :** L'accent a été mis sur l'utilisation de modèles de calcul pour anticiper les propriétés mécaniques de ces composants, une technique d'homogénéisation numérique est créée dans l'étude actuelle qui prend compte des défauts de fabrication lors du processus d'extrusion et de solidification des couches pour prévoir comment l'angle de trame du processus d'impression affecterait la réponse élastique des composants imprimés en 3D. Les grandeurs orthotropes effectives sont initialement déterminées au niveau de la micro-échelle par l'examen de modèles micromécaniques d'un élément de volume représentatif (RVE). D'abord afin de valider les résultats numériques on commence par trois angles de trame à savoir (0°, 45° et 90°) tout en conservant la zone de liaison entre les fibres et les couches adjacentes, ensuite simuler le comportement mécanique des matériaux imprimés soumis à des charges de flexion, de cisaillement et de traction. Ainsi, des mesures expérimentales sont utilisées pour valider les résultats de la technique d'homogénéisation. Les résultats montrent que la technique d'homogénéisation peut caractériser avec précision les paramètres à introduire dans le modèle à l'échelle macro, ce qui en fait un outil fiable pour prédire la réponse élastique des objets imprimés en 3D. Enfin, et après la validation du modèle RVE choisi, une loi cubique de prédiction du comportement du matériau est construite en fonction de la variation de l'angle de trame.

La méthode décrite ici permet de concevoir plus rapidement des objets imprimés en 3D de manière itérative, ce qui réduit le nombre de duplications expérimentales et diminue le coût de fabrication.

**Mots clés :** Impression 3D FFF, Homogénéisation par élément finis, élément de volume représentatif (RVE), modules élastiques, macro et micro structures.

Amira AMAMOU <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Mechanical Engineering, National Engineering School of Monastir, University of Monastir, Avenue Ibn Eljazzar, 5019 Monastir, Tunisia

\* amira.amamou@yahoo.fr

## THE NONLINEAR DYNAMIC RESPONSE OF A ROTOR SYSTEM SUPPORTED BY HYDRODYNAMIC JOURNAL BEARINGS

**Abstract:** This paper investigates the bifurcation and nonlinear behavior of a two degrees of freedom model of a symmetrical balanced rigid rotor supported by two identical journal bearings. The fluid film hydrodynamic reactions are modelled by applying both the short and the long bearing approximations and using half Sommerfeld solutions. A continuation method based on the predictor-corrector technique is used to predict the presence and the size of stable or unstable limit cycles in the neighborhood of the stability threshold speed to predict the stability margins. The numerical results show that stability and bifurcation behaviors of periodic motions depend strongly on bearing parameters and the rotor dynamic characteristics. A numerical integration of the equations of motion of the journal center is then carried out to prove the accuracy of the results found by the numerical continuation method.

**Keywords:** Nonlinear stability, Rotor bearing system, Hopf bifurcation, Numerical integration, Numerical continuation, Limit cycles

Ayoub TAKI\*  
Fatima BOUSSAOUI\*  
Abdellah HAMD AOUI\*  
Hassane LAHMAM\*

Laboratoire d'Ingénierie et  
Matériaux (LIMAT), Faculté des  
Sciences Ben M'Sik, Hassan II  
University of Casablanca B.P  
7955, Sidi Othman,  
Casablanca, Maroc.

\* [ayoubtaki225@gmail.com](mailto:ayoubtaki225@gmail.com)

\* [fatima.boussaoui1@gmail.com](mailto:fatima.boussaoui1@gmail.com)

\*

[hamdaoui.abdellah@gmail.com](mailto:hamdaoui.abdellah@gmail.com)

\* [lahmam.hassane@gmail.com](mailto:lahmam.hassane@gmail.com)

## CALCUL ÉLASTIQUE LINÉAIRE D'UN RESSORT CONIQUE PAR LA MÉTHODE DES ÉLÉMENTS FINIS

**Résumé :** Dans ce travail, on propose un modèle numérique pour le calcul élastique linéaire d'un ressort conique à l'aide de la Méthode des Éléments Finis (MEF). L'élément fini utilisé dans cette approche numérique est défini sur la ligne moyenne de la structure étudiée et caractérisé par douze degrés de liberté. La modélisation théorique du champ de déplacement s'appuie sur la cinématique de Timoshenko. Dans une première partie, on s'intéresse, via un exemple simple, à la simulation de la variation des différents déplacements et rotations le long de la ligne moyenne du ressort choisi et ce en utilisant l'algorithme basé sur la modélisation numérique proposée et une méthode semi-analytique combinant la Méthode des Différences Finies (MDF) et la méthode des sections. Dans la seconde partie, on présente une étude comparative concernant le calcul des efforts intérieurs dans la structure considérée par notre approche numérique et la méthode des sections.

**Mots clés :** Ressort conique, Calcul élastique linéaire, Cinématique de Timochenko, Méthode des Éléments Finis (MEF).

Mohamed HESAYN<sup>1</sup>  
Lahbibe Bousshine<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Mechanics,  
Engineering and innovation,  
High National School of  
Mechanics and Electricity  
(ENSEM), Hassan II University  
of Casablanca, Morocco

\* Corresponding author  
mohamed.hesayn@ensem.ac.  
ma

## PARAMETRIC STUDY OF INSULATED PORTAL FRAME UNDER FIRE USING FINITE ELEMENT METHOD

**Abstract:** This paper presents a parametric analysis of a steel portal frame using the finite element method and data from the literature. The unprotected portal frame was examined in the first section of this investigation to verify the accuracy of the finite element model. Then, in the second section, a parametric study was conducted to determine the impact of various parameters (insulation thickness, steel grade, and load variation) on the thermo-mechanical behavior of the portal frame. The column of the portal frame was protected by concrete insulation during this phase. The results of the first section demonstrate that the finite element model used accurately predicts the thermo-mechanical behavior of the portal frame; in fact, the obtained results are very comparable to those reported in the literature. In the second section, it is noted that as insulation thickness increases, the structure's temperature reduces and, as a result, so does displacement. The findings for the steel grade indicate that S235 is more ductile than S355 at 500°C, and as a result, displacement values using S235 are lower than those obtained using S355 at high temperature. It should be noted that, the displacement at different positions of portal frame increases with the load until a specific value at which it remains constant and it decreases when the pinned bases are converted to fixed ones.

**Keywords:** Finite element method, Portal frame, Insulation thickness, Steel grade, Thermo-mechanical behavior, Fire.

Mohamed MANIANA<sup>1</sup>

Azzeddine AZIM<sup>2</sup>

Said BENKACHCHA<sup>3</sup>

Fouad ERCHIKI<sup>4</sup>

Abdelali TAJAMOUATI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MEET, Hassan<sup>1st</sup>,  
Settat, Morocco

<sup>2</sup>LME, Chouaib Doukkali,  
El Jadida, Morocco.

<sup>3</sup>LGI, USMS, Beni Mellal,  
Morocco.

<sup>4</sup>CAMEL, UQAT, Rouyn-Noranda,  
Canada.

\*mohamedmaniana@hotmail.com

## INVERSE PROBLEM APPLIED TO THE HEAT TREATMENT OF STEELS

**Abstract:** *The aim of this work is the development of an inverse numerical method for determining the thermal energy required for successful surface treatment of steel metal parts. To achieve adequate results from the metallurgical and mechanical point of view, the heat treatment of metal parts requires knowledge of the energy and its distribution in the treated surface. The application of the inverse problem to predict the density of the energy applied in the field of heat treatment allows manufacturers to save material and time in sample development and experimentation.*

**Keywords:** *inverse problem, heat flux, numerical simulation, heat treatment*

**B. El Hadim<sup>1</sup>,**  
**H. El Minor<sup>2</sup>**  
**S. HOUMAIRI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Mechanics /  
CRMEF, Settat, Morocco

<sup>2</sup>Research Team MMS / ENSA,  
Agadir, Morocco

\*[elhadim\\_br@yahoo.fr](mailto:elhadim_br@yahoo.fr)

## **EVALUATION DE LA DISTANCE EFFECTIVE D'ÉLABORATION DE LA RUPTURE EN MODE II PAR LE PARAMÈTRE DE LA TRIAXIALITÉ DES CONTRAINTES**

**Abstract:** *La distribution de la triaxialité des contraintes est déterminée au voisinage du fond d'entaille réalisé dans une éprouvette soumise à une charge de compression. Les calculs sont effectués en utilisant une analyse par éléments finis 3D et des tests expérimentaux. L'évaluation du facteur d'intensité de contrainte d'entaille est faite en utilisant l'approche volumétrique. En mode II de la mécanique de la rupture, une nouvelle méthode d'évaluation de la distance effective dans cette approche est proposée.*

**Keywords:** *Triaxialité de contrainte, effet d'entaille, facteur d'intensité de contrainte, mode de II, approche volumétrique et distance effective.*

Sonja HELLEBRAND<sup>1</sup>  
Dominik BRANDS<sup>1</sup>  
Jörg SCHRÖDER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of Duisburg-Essen,  
Faculty of Engineering,  
Institute of Mechanics  
(Essen, Germany)  
\* [sonja.hellebrand@uni-due.de](mailto:sonja.hellebrand@uni-due.de)

## NUMERICAL ANALYSIS ON HOW DIFFERENT COOLING ROUTES EFFECT RESIDUAL STRESSES IN HOT BULK FORMED PARTS

**Abstract:** *Hot bulk forming processes offer great opportunity to adjust the component's properties in preferred manner. The set degree of deformation during the forming step but especially the cooling step have substantial influence on properties such as life time, strength or wear resistance. Main focus lies on the evocation of "favorable" residual stress states in the material, which arise particularly due to phase transformation in consequence of cooling. Numerical simulations offer a time- and cost efficient possibility to investigate different cooling routes and their effect the resulting stress evolution in order to obtain a targeted final residual stress distribution.*

**Keywords:** *residual stresses, phase transformation, thermo-mechanical coupling, finite element simulation*

DARDAR Achraf <sup>1</sup>  
BOUSSHINE Lahbib <sup>1</sup>  
BOUDAIA EI Hassan <sup>2</sup>  
BIDEQ Mustapha <sup>3</sup>

<sup>1</sup> LMII, ENSEM, Casablanca,  
Morocco

<sup>2</sup> LMII,, Superior School of  
Technology, Casablanca,  
Morocco

<sup>3</sup> National school of Applied  
sciences of Safi, Morocco

**AchrafDardar1999@gmail.com**

## LIMIT ANALYSIS OF AXISYMMETRIC THIN SHELLS - KINEMATICAL APPROACH

**Abstract:** The main objective of this paper is to determine the limit load of axisymmetric thin shells, which requires taking multiple parameters into account to ensure accurate results. Mesh accuracy is one such parameter and will be the primary focus of this study. To achieve this, a commercial code is employed to perform finite element analysis on the shells, using different types of modeling and meshes. The study emphasizes the role of mesh accuracy in obtaining reliable results for the limit load of axisymmetric thin shells, which have applications in plasticity.

**Keywords:** *Axisymmetric, Thin Shells, Limit Load, Mesh Accuracy, Plasticity.*



**Azdine Drissi** <sup>1</sup>  
**Mhamed Elallami** <sup>2</sup>  
**Abdelali Tajmouati** <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire MIET,  
Département de physique  
appliqué, FST Settat, Maroc

<sup>2</sup> CRMEF Settat, Maroc

<sup>3</sup> Laboratoire MIET,  
Département de physique  
appliqué, FST Settat, Maroc

\* a.drissi@uhp.ac.ma

## **EFFET DE LA DÉGRADATION DIMENSIONNELLE SUR LES ONDES ULTRASONORES GUIDÉES DANS LE SYSTÈME OSSEUX**

**Résumé :** Ce papier explore la possibilité d'utiliser des ondes ultrasonores guidées pour évaluer les propriétés mécaniques de l'os humain de manière non invasive, sûre et économique, notamment pour détecter des conditions telles que l'ostéoporose. Les effets de la dégradation dimensionnelle, c'est-à-dire les changements d'épaisseur de l'os cortical, sur les caractéristiques des ondes guidées sont étudiés à travers des simulations et des analyses numériques. Pour ce faire, la propagation des ondes guidées dans des guides d'ondes tubulaires monocouche imitant le système osseux est examinée en utilisant la méthode de bisection pour tracer les courbes de dispersion. Le modèle consiste en de structure uniforme monocouche constituée de tubes osseux. Les résultats montrent que la condition géométrique joue un rôle crucial dans la vitesse des ondes guidées supportées par le système osseux. Ce papier aborde également l'impact des hypothèses sous-jacentes dans ce modèle et l'identification des modes d'ondes guidées appropriés pour évaluer efficacement l'état de l'os.

**Mots clés :** onde guidée, courbe de dispersion, l'os, ostéoporotique, onde longitudinal, onde de flexion

**Yousra El Hankouri**  
**M.Abdelouafi**  
**EIGHoulbzouri**  
LSA laboratory,  
National School of Applied  
Sciences of Al-Hoceima  
(ENSAH)  
Abdelmalek Essaadi University,  
Teouan, Morocco  
**yousr.elhankouri@gmail.com**

## **DYNAMIC ANALYSIS OF A MULTI DEGREE OF FREEDOM STRUCTURE BY ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS**

**Abstract:** *The dynamic analysis of structures is a very complex task that requires a very tedious or even impossible calculation. The challenge lies in determining the response of multi-degree of freedom (MDOF) structures when subjected to different types of loading like harmonic loads, earthquake loads, etc. The main purpose of this paper is to study the effect of various dynamical properties and evaluate the behavior of MDOF buildings by varying multiple parameters. Our analysis is performed in the first step using the analytical method and then using numerical methods such as Newmark- $\beta$  and Wilson- $\theta$ .*

**Keywords:** *dynamic analysis, harmonic load, Python, numerical method, MDOF, earthquake.*

# **Mechanical Engineering and Technology**

Mouhsine IBRAHIMI <sup>1\*</sup>  
Dris BAHIA <sup>1</sup>  
Ahmed MERROUNI Ahmed <sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Université Mohammed  
Premier, Oujda, Morocco  
\* Auteur correspondant  
ibra.mouhsine@gmail.com

## ECONOMIC AND ENERGY STUDY OF A MECHANICAL VAPOUR COMPRESSION DESALINATION UNIT

**Abstract:** *The mechanical steam compression technology (CVM) offers an interesting option for small -scale desalination in order to produce high quality distilled water at a competitive price. This article provides an economic and thermal investigation of an efficient mechanical steam compression plant. The objective of the study is to determine the parameters affecting the performance of the desalination plant in order to establish a knowledge of the total cost of pure water in different operating beaches. The proposed approach is based on the MVC component and the cost model. The results show that the capacity of the MVC factory and the temperature difference  $\Delta t$  between condensation vapor and boiling salum affect the total cost of desalged water: higher  $\Delta t$  values cause lower costs for the surface of Thermal exchange, but also increase the cost of electricity consumption. This study confirms that the cost of desalination MVC depends strongly on the operating parameters. By controlling these parameters well, the overall cost of demineralized water can be considerably reduced.*

**Keywords:** *Desalination; mechanical compression of steam; costs.*

Abdellah TAHROUCH<sup>1</sup>  
El Hassan ACHOUYAB<sup>1</sup>  
Bennasser BAHRAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Nanostructures et  
Matériaux Avancés, Mécanique  
et Thermofluide (LNMAMT)  
Université Hassan II,  
Mohammédia, Maroc.

\*correspondant

[tahrouchabdellah@gmail.com](mailto:tahrouchabdellah@gmail.com)

## NUMERICAL MODELING OF CAVITATION INDUCED BY WATER HAMMER IN ELASTIC PIPE

**Abstract:** *This study is devoted to numerical modeling of transient vaporous cavitation in a horizontal pipe, anchored to the upstream at a supply tank and, at downstream at an operation valve. The model approach is, essentially, based on that of the column separation model (CSM). The basic system of partial differential equations is solved by the method of characteristics. This study makes it possible to determine the average pressure, the average flow velocity and the change in volume of the vapour cavity at any point of the pipe, and at each instant. The calculation results are in good agreement with those reported in the literature.*

**Keywords:** *vapour pressure, cavitation model, separate column of vapour, method of characteristics, transient flow.*

Aziza  
EL GHOULBZOURI <sup>1</sup>  
Abdelouafi  
EL GHOULBZOURI <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Applied  
Sciences, National School of  
Applied Sciences Al Hoceima,  
University Abdelmalek Essaadi,  
Tétouan, Morocco  
\*elghoulbzouri.aziza@etu.uae  
.ac.ma

## NUMERICAL SIMULATION OF TIRE PAVEMENT CONTACT UNDER DYNAMIC TRAFFIC LOADS

**Abstract:** *In this work, the development of a 3D tire–pavement interaction model to predict the contact stress distributions for future use in the mechanistic analysis of pavement responses. The longitudinal tread tire and elastic asphalt pavement were developed based on the finite element method under the Abaqus code. The contact area and stress distribution under steady state, rolling, and braking conditions were simulated with dynamic traffic loads. The pavement roughness was studied by considering different friction coefficients. A parametrical study on tire inflation pressure was carried out. The results show that inflation pressure and friction coefficient of the tire significantly affect the 3D contact stress distribution.*

**Keywords:** *Tire-pavement contact, finite element method, dynamic responses, rolling, braking.*

Iulia-Mădălina DUMITRU <sup>1</sup>

Florina BUCUR <sup>2</sup>

Amado ȘTEFAN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Transilvania University,  
Brasov, Romania

<sup>2</sup> Military Technical Academy  
Ferdinand I, Bucharest,  
Romania

\* [florina.bucur@mta.ro](mailto:florina.bucur@mta.ro)

## ON THE ANALYSIS METHOD FOR PRESSURE TUBES FAILURE PRODUCED BY ENVIRONMENTAL CONDITIONS

**Abstract:** *This paper analyzes the conditions under which longitudinal cracks can appear and propagate due to the formation of ice plugs in the pressure tubes of aircraft exposed to low temperatures. The stress state in the area of a longitudinal crack is analyzed with the finite element method in order to understand the failure and cracking propagation mechanism.*

**Keywords:** *pressure tubes, ice plugs, longitudinal crack, numerical study.*

Adrian ROTARIU <sup>1</sup>

Liviu MATACHE <sup>1</sup>

Florina BUCUR <sup>1</sup>

Florin DIRLOMAN <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Military Technical Academy,  
Bucharest, Romania

[\\*adrian.rotariu@mta.ro](mailto:adrian.rotariu@mta.ro)

## THE INFLUENCE OF THE ELASTIC MODULUS ON THE SIMULATION RESULTS OF THE POLYURETHANE FOAM SAMPLES DYNAMIC CRUSH

**Abstract:** *The present study is concerned with the development of a material model for FEM software that can be used to describe faithfully the mechanical response of a polyurethane foam when is subjected to impulsive loadings. A 2D axial symmetric model was built in AUTODYN and for the foam the Crushable Foam specific constitutive model was defined based on experimental data. Through variation of the elastic modulus it was showed that this material parameter is decisive only for the unloading phase of the impact process and controls the amount of energy absorbed by the foam, the amount of energy returned to the impactor and also the permanent deformation of the foam.*

**Keywords:** *polyurethane, crushable foam, FEM, dynamic loadings, material model, impact.*



Liviu MATACHE <sup>1</sup>  
Adrian ROTARIU <sup>1</sup>  
Florina BUCUR <sup>1</sup>  
Eugen TRANĂ <sup>1</sup>  
Bogdan PULPEA <sup>1</sup>  
Raluca BORȘ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Military Technical Academy,  
Bucharest, Romania

<sup>2</sup> Army Proving Ground, Jegălia,  
Romania

[\\*liviu.matache@mta.ro](mailto:liviu.matache@mta.ro)

## THERMAL TRANSFER ANALYSIS IN CLASSICAL WEAPON SYSTEMS

**Abstract:** *The present paper proposes a numerical simulation approach to the heat transfer phenomenon that occurs in small calibre gun barrels, with the process being studied during the firing of the 7.62mm model 1963 submachine gun. In the proposed methodology, unlike most studies in the field, heat transfer is not treated separately but is integrated into the study of the interior ballistics of the weapon system, as it occurs in reality. An equivalent virtual model of the tube and ammunition used was constructed, which is 2D axial-symmetric, since the analyzed geometry and phenomenon permit it. For the numerical simulation, the FLUENT software was used, whose capabilities allow for the modelling of interior ballistics phenomena.*

**Keywords:** *numerical simulation, heat transfer, internal ballistic, FLUENT software, CFD, user defined functions.*

Fatima Zahra MOURADE<sup>1</sup>  
Lahbib BOUSSHINE <sup>1</sup>  
Zakaria EL MASKAOUI <sup>1</sup>  
El Hassan BOUDAIA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> LMII, ENSEM, Casablanca,  
MAROC

<sup>2</sup> LMII, EST, Casablanca,  
MAROC

\* **Fatima Zahra MOURADE**  
(fatimazahra.mourade.doc21@  
ensem.ac.ma)

## **ANALYSE LIMITE D'UN DERRICK MÉTALLIQUE POUR LES ESSAIS DE FLEXION PLASTIQUE SUR UN PYLÔNE D'ARRÊT D'UNE LIGNE ÉLECTRIQUE**

**Résumé :** Ce travail propose une approche générale à l'identification du comportement élastoplastique de cornières métalliques composantes une station d'essai mécanique polyvalent des pylônes selon l'Eurocode 3. On étudie premièrement le comportement de la station d'essai et le pylône dans le domaine élastique, deuxièmement étudié le comportement de ces structures dans le domaine plastique et finalement comparer la charge de la ruine du pylône avec celle du derrick d'essai. Cette approche se base sur une étude numérique en utilisant la méthode des éléments finis

**Mots clés :** comportement élastoplastique, station métallique, charge limite, rotule plastique.

Mohamed Hayani  
Choujaa<sup>1</sup>  
Mehdi Riahi<sup>2</sup>  
Saïd Aniss<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Mécanique,  
faculté des Sciences Aïn-  
Chock, BP 5366 Maarif,  
Casablanca, Maroc,

<sup>2</sup> Département de Mécanique,  
Ecole Royale de l'air,  
Marrakech, Maroc,

\*

[hayani.med11@gmail.com](mailto:hayani.med11@gmail.com)

## INSTABILITÉ INERTIO-ÉLASTIQUE DANS UN ÉCOULEMENT DE TAYLOR COUETTE MODULÉ

**Abstract:** Le présent travail est consacré à l'étude des effets dus à la nature non linéaire d'un fluide viscoélastique de type Maxwell convecté supérieur sur les paramètres critiques d'instabilité en écoulement pulsé de Taylor-Couette. Dans ce cadre, une étude de stabilité linéaire de l'écoulement de base a été effectuée menant à un système d'équations aux dérivées partielles qui ont été résolu par la méthode spectrale dans l'espace et par la méthode de Runge-Kutta combinée avec la théorie de Floquet dans le temps. Les résultats obtenus nous permettent de dégager un critère de stabilité de ce système toute en mettant l'accent sur l'effet du caractère rhéologique non linéaire du fluide notamment la première différence des contraintes normales sur les nombres de Taylor et d'onde critiques.

**Mots clés :** Stabilité linéaire, Ecoulement modulé de Taylor-couette, Fluide d'Oldroyd-B, Théorie de Floquet.

Mohamed Sakine<sup>1</sup>  
Mehdi Riahi<sup>2,3</sup>  
Mohamed Hayani choujaa<sup>3</sup>  
Abdelmajid Daya<sup>1</sup>  
Saïd Aniss<sup>3</sup>

<sup>1</sup> LM3ER, Université Moulay  
Ismail, FST, Errachidia, Maroc

<sup>2</sup> Départ. de Mécanique, Ecole  
Royal de l'Air, Marrakech,  
Maroc

<sup>3</sup> Laboratoire De Mécanique,  
UH2, Faculté des Sciences, Ain  
chock ,casablanca, Maroc  
(sakinemohamed@gmail.com)

## INSTABILITÉ THERMO-CONVECTIVE D'UNE COUCHE FLUIDE NEWTONIENNE HORIZONTALE SOUS L'EFFET D'UNE MODULATION PÉRIODIQUE DANS LE TEMPS

**Résumé** : Nous nous intéressons à l'analyse de stabilité linéaire d'une couche fluide Newtonienne, d'extension infinie dans les directions horizontales et confinée entre deux parois parallèles. Nous considérons une modulation de température périodique sur la frontière supérieure de la couche fluide en absence de composante stationnaire du gradient de température. La théorie de Floquet et la méthode de collocation spectrale de Chebychev ont été utilisées pour résoudre le problème de stabilité linéaire dans le cas de conditions aux limites rigide-rigide

**Mots clés** : *stabilité, convection, modulation de température.*

# Publication

## **JOURNAL PUBLICATION**

We bring to your kind knowledge that the selected and presented papers will  
be published in an international journal.

# Technical Program

Wednesday / May 24, 2023		Thursday / May 25, 2023		Friday/ May 26, 2023	
08h00 - 09h15	Reception of participants	/		/	
09h15 - 09h30	Opening word				
09h30 - 10h15	<b>Keynotes</b>	08h45 - 10h15	<b>Keynotes</b>	08h45 - 10h15	<b>Keynotes</b>
<b>10h15 - 10h30</b>	<b>COFFEE BREAK</b>	<b>10h15 - 10h30</b>	<b>COFFEE BREAK</b>	<b>10h15 - 10h30</b>	<b>COFFEE BREAK</b>
10h30 - 12h30	<b>Workshop (Continuation)</b>	10h30 - 12h30	<b>Communications</b>	10h30 - 13h00	<b>Communications</b>
<b>12h30 - 14h00</b>	<b>LUNCH</b>	<b>12h30 - 14h00</b>	<b>LUNCH</b>	<b>12h30 - 14h30</b>	<b>LUNCH</b>
14h00 - 16h15	<b>Workshop (Continuation)</b>	14h00 - 16h15	<b>Communications</b>	14h30 - 15h00	<b>CLOSING MEETING</b>
<b>16h15 - 16h30</b>	<b>COFFEE BREAK</b>	<b>16h15 - 16h30</b>	<b>COFFEE BREAK</b>	/	
16h30 - 18h30	<b>Workshop (Continuation)</b>	16h30 - 18h30	<b>Communications</b>		