

Sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi MohammedVI



La Société Marocaine des Sciences
Mécaniques



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat
المدرسة العليا للمهندسين التقني
Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique

École Normale Supérieure
de l'Enseignement Technique

ème **14** CONGRÈS DE MÉCANIQUE

Avril 16–19, 2019, Rabat

Booklet of Abstracts

Édition : SMSM
Conception et Mise en page : M. Houssni

⊕

⊕—

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕



Imprimé au Maroc.

Booklet of Abstracts



Lieu

ENSET – Université Mohammed V
Avenue de l'Armée royale Madinat Al Irfane, Rabat, Maroc

Secrétariat et informations

Secrétariat du 14^{ème} Congrès
de Mécanique

ENSET – Université Mohamed V
Avenue de l'Armée royale Madinat Al Irfane
Rabat, Maroc

Tél : +212 (0) 537 56 40 62
Fax : +212 (0) 537 56 40 74

Contact : +212 (0) 6 62 88 71 48 / +212 (0) 6 66 04 99 23
+212 (0) 6 68 68 19 70 / +212 (0) 6 63 61 72 25

Email : congresmecanique2019@um5s.net.ma
<https://cmm2019.sciencesconf.org>

Contents

Comité d'Honneur	VIII
Comité d'Organisation	IX
Comité Scientifique	X
Organisateurs	XII
Planning Général	XV
Abstracts	1
Conférences Plénières	3
Communications Orales	9
Session 1 T5 : Rupture et fatigue des matériaux	13
Session 2 T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures	17
Session 3 T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie	21
Session 4 T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement	24
Session 5 T3 : Matériaux solides et composites	28
Session 6 T1 : Dynamique et vibrations	32

Session 7	T1 : Dynamique et vibrations	39
Session 8	T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures	43
Session 9	T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement	46
Session 10	T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie	49
Session 11	T1 : Dynamique et vibrations	52
Session 12	T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures	56
Session 13	T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement	60
Session 14	T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie	63
Session 15	T4 : Procédés de mise en forme et de fabrication & T5 : Rupture et fatigue des matériaux	66
Session 16	T3 : Matériaux solides et composites	69
Session 17	T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement	73
Session 18	T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie	76
Session 19	T3 : Matériaux solides et composites	83
Session 20	T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures	86
Session 21	T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement	89
Session 22	T10 : Interaction fluide-structure	92
Session 23	T6 : Milieux poreux	99
Session 24	T3 : Matériaux solides et composites	102
Session 25	T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement	105



Session 26	T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie	108
Session 27	T4 : Procédés de mise en forme et de fabrication	111
Session 28	T9 : Biomécanique	114
Session 29	T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie	117
Session 30	T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures	120
Communications Poster		123
Session Posters	Mécanique des Solides	125
Session Posters	Mécanique des Fluides	139
Session Posters	Mécanique des Solides	152
Index of Authors		167



Comité d’Honneur

Saaïd AMZAZI	Ministre de l’Éducation Nationale, de la Formation Professionnelle, de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Khalid SAMADI	Secrétaire d’État, Chargé de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Omar FASSI FIHRI	Secrétaire Perpétuel de l’Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Président Fondateur de la Société Marocaine des Sciences Mécaniques
Mohamed YACOUBI	Wali de la Région de Rabat-Salé-Kenitra et Gouverneur de la Préfecture de Rabat
Mohammed RHACHI	Président de l’Université Mohammed V
Mohamed KHALFAOUI	Directeur du CNRST
Khalid EL BIKRI	Directeur de l’École Normale Supérieure de L’Enseignement Technique de Rabat (ENSET)
Jaâfar KHALID NACIRI	Ex Président de la Société Marocaine des Sciences Mécaniques
Noureddine DAMIL	Ex Président de la Société Marocaine des Sciences Mécaniques
Abdellatif MASLOUHI	Ex Président de la Société Marocaine des Sciences Mécaniques

Comité d’Organisation

**Présidents : L. AZRAR, ENSET, RABAT
M. RAHMOUNE, EST, MEKNES**

ABDOUN F.	ENSET, Rabat
AGOUZOUL M.	EMI, Rabat
AIT ALI M.E.	EMI, Rabat
ANISS S.	FSAC, Casablanca
ASSILA L	FMD, Rabat
AZIM A.	ENSA, El Jadida
BENSALAH M.O.	FS, Rabat
BOUCHGL J.	ISPM, Agadir
CHERKAOUI M.	ENSMR,Rabat
EL HAD K.	ISEM, Casablanca
LABJAR N.	ENSET, Rabat
MORDANE S.	FSB, Casablanca
MOUCHTACHI A.	ENSAM, Casablanca
OUNBREK M.	ENSET, Rabat
OUSSOUADDI O.	FS, Meknès
TRI A.	ISEM, Casablanca
TRICHA M.	CNRNS, Rabat
ZENASNI M.	ENSA, Oujda

Comité Scientifique

**Présidents : S. ANISS, FSAC, CASABLANCA, MAROC
M. TAHA JANAN, ENSET, RABAT, MAROC**

ABBADI M.	Oujda	Maroc
ABDELBKI A.	Marrakech	Maroc
ABED MERAIM F.	Metz	France
AGOUZOUL M.	Rabat	Maroc
ASBIK M.	Rabat	Maroc
ASSARAR M.	Troyes	France
AZARI Z.	Metz	France
AZIM A.	EL Jadida	Maroc
AZRAR L.	Rabat	Maroc
BAH A.	Rabat	Maroc
BEJI H.	Amiens	France
BENAMAR R.	Rabat	Maroc
BENSALAH M.O.	Rabat	Maroc
BOU-ALI M.	Mon Dragon	Espagne
BOULMANE L.	Meknès	Maroc
CHARIF D'OEZZANE S.	Rabat	Maroc
CHEDDADI A.	Rabat	Maroc
CORDIER L.	Poitiers	France
DAMIL N.	Casablanca	Maroc
DRAOUI A.	Tanger	Maroc
EL BAKKALI L.	Tétouan	Maroc
EL BIKRI K.	Rabat	Maroc
EL HAD K.	Casablanca	Maroc
EL HAMI A.	Rouen	France
EL KHLIFI M.	Mohammedia	Maroc
EL KISSI N.	Grenoble	France
EL MAHI A.	Le Mans	France
EL YAMANI A.	Rabat	Maroc
ERCHIQUI F.	Québec	Canada
GHORBEL E.	Paris	France
HAMMADICHE M.	Lyon	France
HAMIDI Y.K.	Houston	États-Unis
HARIRI S.	Douai	France
HASNAOUI M.	Marrakech	Maroc
HIFDI A.	Casablanca	Maroc
ICHCHOU M.N.	Lyon	France



IMAD A.	Lille	France
KARAMA M.	Tarbes	France
KOURTA A.	Orléans	France
LAKSIMI A.	Compiègne	France
LIMAM A.	Lyon	France
MASLOUHI Ab.	Kenitra	Maroc
MASLOUHI Ah.	Québec	Canada
MOJTABI K.	Toulouse	France
MORDANE S.	Casablanca	Maroc
NACIRI J.K.	Casablanca	Maroc
NOUARI M.	Nancy	France
NTAMACK G.E.	N'Gaoundéré	Cameroun
OUAZZANI M.T.	Casablanca	Maroc
OUNBARRA A.	Casablanca	Maroc
OUSSOUADDI O.	Meknès	Maroc
PANFILOV M.	Nancy	France
RACHIK M.	Compiègne	France
RAHMOUNE M.	Meknès	Maroc
SARSRI D.	Tanger	Maroc
SIMOES F.M.F.	Lisbonne	Portugal
SKALI LAMI S.	Nancy	France
SOUHAR M.	Nancy	France
TARFAOUI M.	Bretagne	France
TRICHA M.	Rabat	Maroc
ZAGZOULE M.	Toulouse	France
ZAHROUNI H.	Metz	France
ZENASNI M.	Oujda	Maroc
ZRIKEM Z.	Marrakech	Maroc



Organisateurs

La Société Marocaine des Sciences Mécaniques (SMSM) et L’École Normale Supérieure de l’Enseignement Technique (ENSET) de l’Université Mohamed V (Rabat) organisent la **14^{ème} édition du congrès de mécanique (CMM2019) du 16 au 19 Avril 2019**.

Cette édition est organisée en collaboration avec l’association franco-maghrébine de mécanique et des matériaux (AF3M).

Ce congrès se propose de réunir la communauté scientifique et industrielle, marocaine ou étrangère, qui s’intéresse aux sciences mécaniques.

L’objectif principal de la rencontre est de faire l’état de l’art des recherches et avancées dans le domaine d’une part et des problématiques à traiter d’autre part. Ceci permet de renforcer les relations interuniversitaires existantes et de favoriser la collaboration entre les différents laboratoires concernés par la recherche en sciences mécaniques.

SMSM

La Société Marocaine des Sciences Mécaniques (SMSM), fondée en 1992, est une association à but non lucratif qui vise à regrouper toutes les personnes physiques ou morales dont l’activité est en relation avec les sciences mécaniques notamment les universitaires et les industriels. Les objectifs de l’association sont :

- Formation et information par l’organisation de conférences, congrès, séminaires... ;
- Promotion et développement de l’enseignement et de la recherche dans le domaine des sciences mécaniques ;
- Renforcement de la collaboration entre l’université et l’industrie ;
- Édition d’un bulletin interne d’information relatant les différentes manifestations organisées dans le domaine ;
- Valorisation et diffusion des travaux dans le domaine de la mécanique par l’édition d’une revue périodique ;
- Établissement de contacts et de relations avec d’autres associations aussi bien nationales qu’internationales.

ENSET

L’École Normale Supérieure de l’Enseignement Technique (ENSET) de Rabat a été créée en 1980 en ayant pour vocation le développement de l’enseignement technique au Maroc. En partenariat avec l’ENS de Cachan, le cycle de préparation à l’agrégation a été mis en place à l’ENSET depuis 1986. En 2009, l’ENSET a été transférée à l’Université Mohammed V pour faire partie des trois écoles d’ingénieur de l’université. En recherche scientifique, le centre de recherche en Sciences et Technologies de l’Ingénieur et de la Santé (STIS), accrédité par l’Université Mohammed V, est domicilié à l’ENSET et abrite sept équipes de recherche.

AF3M

L’association Franco-Maghrébine de Mécanique et des Matériaux (AF3M), fondée en 1998 en France, a pour objectif de promouvoir les sciences mécaniques et regrouper les personnes ou collectivités en particulier les universitaires, les chercheurs et les industriels français et maghrébins, favoriser et encourager la coopération et les échanges entre la France et le Maghreb.

Thèmes du congrès

1. Dynamique, vibrations et acoustique
2. Modélisation en mécanique des solides et des structures
3. Matériaux solides et composites
4. Conception et production intégrées, procédés de fabrication
5. Rupture et fatigue des matériaux
6. Milieux poreux et milieux granulaires
7. Mécanique des fluides, rhéologie, modélisation, instabilités et transition
8. Transferts thermiques, transferts de masse, énergies renouvelables et environnement
9. Biomécanique
10. Interaction fluide-structure

Prix de Thèse

À l’occasion du congrès, trois jeunes chercheurs seront primés pour leurs travaux de recherche. Les candidats concernés sont ceux ayant soutenu leur thèse entre le 02 janvier 2017 et le 31 décembre 2018. Le fichier PDF de la thèse et une fiche personnelle (disponible sur le site du congrès) doivent parvenir au secrétariat du congrès avant le 01 février 2019 (dernier délai de rigueur). Seuls les candidats dont la communication est acceptée peuvent concourir. Les prix sont décernés dans chacun des domaines suivants : Fluide/Thermique, Mécanique du solide et Recherche et développement.

Frais d’inscription

Les Frais de participation au congrès constituent un forfait payable au plus tard durant le congrès. Ces frais couvrent l’accès aux conférences, la documentation, les déjeuners et les pauses café.

	Avant le 15/03/2019	Après le 15/03/2019
Étudiants	2000 Dh (200 euros)	2300 Dh (230 euros)
Universitaires	3200 Dh (320 euros)	4000 Dh (400 euros)
Membres SMSM	3000 Dh (300 euros)	3500 Dh (350 euros)
Industriels	5000 Dh (500 euros)	6000 Dh (600 euros)

Informations Générales

Le comité scientifique sera logé à : **L'hôtel Ibis Rabat Agdal.**

L'ibis Rabat Agdal est situé à Rabat, à 3,3 km de la bibliothèque nationale du Royaume du Maroc.

L'ibis Rabat Agdal se trouve à 6 km de la tour Hassan et à 14 km de l'aéroport international de Rabat-Salé.

Adresse : Avenue Haj Ahmed Charkaoui, Place De La Gare Rabat-Agdal,
10000 Rabat, Maroc

Tél : +212 (0) 537 774926

Planning Général

Lundi 15 Avril 2019						
19h00 à 21h30	Séance d'inscription à l'hôtel du comité scientifique					
Mardi 16 Avril 2019						
Lieu : ENSET (Grand Amphi)						
08h00 à 09h30	Accueil des participants et inscriptions					
09h30 à 11h00	Séance d'ouverture					
11h00 à 11h30	Pause-café					
11h30 à 12h30	Conférence plénière n° 1 : Pr. Jean Salençon Chairman : Pr. S. Charif D'ouezzane					
12h30 à 14h00	Déjeuner					
14h30 à 16h30	Session 1 : T5 : Rupture et fatigue des matériaux Chairman : Pr. S. Hariri	Session 2 : T2 : Modélisation en mécanique des solides et des structures Chairman : Pr. N. Damil	Session 3 : T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie Chairman : Pr. J.K. Naciri			
16h30 à 17h00	Pause-café					
17h00 à 19h00	Session 4 : T8 : Transferts thermiques, transferts de masse, Energies renouvelables et environnement Chairman : Pr. M. Agouzoul	Session 5 : T3 : Matériaux solides et composites Chairman : Pr. A. Limam	Session 6 : T1 : Dynamique et vibrations Chairman : Pr. L. Azrar			

XVI Planning Général

Mercredi 17 Avril 2019 Lieu: hôtel du comité scientifique				
08h30 à 10h30	Session 7 : T1: Dynamique et vibrations Chairman : Pr. M. N. Ichchou	Session 8 : T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures Chairman : Pr. A. El Mahi	Session 9 : T8: Transferts thermiques, transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement Chairman : Pr. Z. Zrikem	Session 10 : T7: Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie Chairman : Pr. L. Cordier
10h30 à 11h30	Pause-café Session Posters : Mécanique des Solides (T02 & T04) Chairmen : Pr. M. Abbadi, Pr. A. Imad, Pr. A. Limam, Pr. O. Oussouaddi			
11h30 à 12h30	Conférence n° 2 : Pr. Jean-François Joanny Chairman : Pr. K. Mojtabi			
12h30 à 14h30	Déjeuner			
14h30 à 16h30	Session 11 : T1: Dynamique et vibrations Chairman : Pr. G.E. Ntamack	Session 12 : T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures Chairman : Pr. D. Sarsri	Session 13 : T8: Transferts thermiques, transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement Chairman : Pr. A. Draoui	Session 14 : T7: Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie Chairman : Pr. A. Kourta
16h30 à 17h00	Pause-café			
17h00 à 19h00	Session 15 : T5: Rupture et fatigue des matériaux composites & T4 : Conception et production intégrée, procédés de fabrication Chairman : Pr. M. Nouari	Session 16 : T3: Matériaux solides et composites Chairman : Pr. F. Erchiqui	Session 17 : T8: Transferts thermiques, transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement Chairman : Pr. M. Hasnaoui	Session 18 : T7: Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie Chairman : Pr. M. Hammadiche



Jeudi 18 Avril 2019 Lieu: hôtel du comité scientifique				
08h30 à 10h30	Session 19 : T3: Matériaux solides et composites Chairman : Pr. A. Imad	Session 20 : T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures Chairman : Pr. F. Abed Meraim	Session 21 : T8: Transferts thermiques, transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement Chairman : Pr. A. Cheddadi	Session 22 : T10: Interaction fluide-structure Chairman : Pr. M. Tarfaoui
10h30 à 11h30	Pause-café Session Posters : Mécanique des Fluides (T6, T7, T8, & T10) Chairmen : Pr. A. Abdelbaki, Pr. S. Aniss, Pr. M. Asbik, Pr. A. Bah, Pr. S. Mordane, Pr. A. Oubarra			
11h30 à 13h	Conférences n° 3 Pr. Elhem Ghorbel Chairman : Pr. M. Touhami Ouazzani et n° 4: Dr. Ingénieur Antonio Verga Président : Pr. M. Bou-Ali			
13h à 14h30	Déjeuner			
Après midi	Libre			
Soirée	Dîner de Gala			



XVIII Planning Général

Vendredi 19 Avril 2019 Lieu: hôtel du comité scientifique				
8h30 à 10h30	Session 23 : T6: Milieux poreux Chairman : Pr. Ab. Maslouhi	Session 24 : T3: Matériaux solides et composites Chairman : Pr. E. Ghorbel	Session 25 : T8: Transferts thermiques, transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement Chairman : Pr. M. Bou-Ali	Session 26 : T7: Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie Chairman : Pr. N. El Kissi
10h30 à 11h30	Pause-café Session Posters : Mécanique des Solides (T1, T3 & T05) Chairmen : Pr. K. El Had, Pr. M. Nouari, Pr. M. Rahmoune, Pr. M. Zenasni			
11h30 à 12h30	Conférences n° 5 Pr. Fouad Erchiqui Chairman : Pr. Z. Azari			
12h30 à 14h30	Déjeuner			
14h30 à 16h00	Session 27 : T4 : Conception et production intégrée, procédés de fabrication Chairman : Pr. A. Laksimi	Session 28 : T9 : Biomécanique Chairman : Pr. M.T. Ouazzani	Session 29 : T7: Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie Chairman : Pr. S. Skali Lami	Session 30 : T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures Chairman : Pr. L. El Bakkali
16h00 à 17h00	Pause-café Clôture (Grand Amphi)			

Abstracts

⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 2 — #20

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕

Conférences Plénières

Conférence n° 1

Chairman: S. Charif D'Ouezzane **Maroc**

Mardi 11h30–12h30 ENSET Rabat **Grand Amphi**

Équilibre et forces : d'Aristote à Lagrange

Pr. Jean Salençon

*Membre de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies, Paris
Senior Fellow of the Hong Kong Institute for Advanced Study*

Mardi
11h30–12h30
Grand Amphi

Short-bio

- Membre de l'Académie des sciences.
- Président de l'Académie des sciences (2009-2010).
- Membre (émérite) de l'Académie des technologies à Paris.
- Membre étranger de l'Académie des sciences de Lisbonne.
- Membre honoraire de l'Académie hongroise des sciences.
- Membre de l'Academia Europaea.
- Membre étranger de l'Istituto Lombardo (Milan).
- Professeur honoraire à l'École Polytechnique et à l'École Nationale des Ponts et chaussées
- Senior Fellow of the Hong Kong Institute for Advanced Study.
- **Page Web :**
<https://www.ias.cityu.edu.hk/en/profile/jean-salencon>



Le chemin historique qui a mené à la formulation par Lagrange du concept de force et à l'énoncé du principe des vitesses virtuelles posé comme fondement de la Statique a duré quelque deux millénaires. Il illustre le célèbre apophtegme de Bernard de Chartres « N a n i g i g a n t u m h u m e r i s i n c i d e n t e s » [Nains sur les épaules de géants] et témoigne du patient labeur par lequel le concept de force, que l'on aurait souvent tendance de nos jours à considérer comme compréhensible par les étudiants dès sa première rencontre, a été progressivement dégagé. Il fut initialement associé à la pesanteur et, pendant longtemps, la question fondamentale de la théorie de la statique a été de comprendre et expliquer les propriétés des “ machines simples ”, pour reprendre

la définition des savants de la Renaissance, c'est-à-dire les levier, plan incliné, vis, poulie, palan... qui permettaient de démultiplier les efforts. On peut considérer que ce long processus de construction a commencé avec les approches d'Aristote et d'Archimède initiatrices de deux trajectoires philosophiques qui allaient être suivies tout au long de l'histoire de la mécanique. Le paradoxe qui consiste à se référer au mouvement pour analyser l'équilibre, présent dès l'origine de ce processus, ne commença à être circonvenu qu'avec les travaux de Descartes et Bernoulli (Johann) jusqu'à être complètement clarifié et levé par l'énoncé de Lagrange. C'est l'ouverture sur les approches duales, les méthodes variationnelles analytiques et surtout désormais numériques. Les possibilités ainsi offertes maintenant au mécanicien ne doivent pas lui faire perdre de vue que la validité des résultats qu'il obtient repose avant tout sur la pertinence physique de ses modèles mathématiques

Conférence n° 2

Chairman: Pr. K. Mojtabi France

Mercredi 11h30–12h30 ENSET Rabat **Grand Amphi**

Hydrodynamique active des tissus biologiques

Pr. Jean-François Joanny

Collège de France, Paris, France

Mercredi
11h30–12h30
Grand Amphi

Short-bio

- Professeur des Universités
- Directeur Général de l'École Supérieure de Physique et Chimie Industrielles de la ville de Paris (2014–2018).
- Directeur du laboratoire de physique de l'Institut Curie.
- Médailles d'argent et de bronze du CNRS.
- Prix Ampère de l'académie des sciences.
- Membre junior et senior de l'IUF.
- **Page Web :**
<https://www.college-de-france.fr/site/jean-francois-joanny>



Dans la première partie de l'exposé nous donnons une introduction à la matière active et aux descriptions hydrodynamiques de la matière active. Nous discutons en particulier l'apparition spontanée d'écoulements dans un film mince actif et la turbulence active qui

est un exemple nouveau de turbulence à faible nombre de Reynolds. Nous montrons ensuite qu'un tissu peut être considéré comme un matériau actif mais dans lequel la matière n'est pas conservée à cause de la division et de la mort cellulaire. Enfin, nous présentons des expériences effectuées dans l'équipe de Pascal Silberzan à l'Institut Curie sur une monocouche de cellules allongées qui ont un ordre orientationnel nématique. Nous discutons la structure des défauts de l'ordre nématique et l'instabilité d'écoulement des cellules qui pourrait être importante pour certains tissus cancéreux

Conférence n° 3

Chairman: Pr. M. Touhami Ouazzani **Maroc**

Jeudi 11h30–12h15 ENSET Rabat **Grand Amphi**

Design codes and modeling for FRP recycled aggregates concrete

Pr. Elhem Ghorbel

*Université de Cergy-Pontoise,
Laboratoire de Mécanique et Matériaux du Génie Civil, Cergy-Pontoise cedex, France*

Jeudi
11h30–12h15
Grand Amphi



Short-bio

- Professeur des Universités
- **Page Web:**
<https://www.u-cergy.fr>

This research investigates the performance of recycled aggregates concrete confined using either commercially Unidirectional Carbone Fiber Reinforced Epoxy Polymer or Unidirectional Flax Fibers Reinforced Bio-resourced Polymer. The concretes under study are C35/45 resistance class and are elaborated by incorporating recycled aggregates provided from demolition wastes.

The main objective is to discuss than to propose design codes for recycled aggregates concretes and to evaluate the effectiveness of confining them using bio-resourced composite by comparison to traditional ones. To hit this target, the developed approaches are both experimental and analytical. The first part is experimental and aimed to characterize the mechanical behavior of the materials: the resins, the unidirectional composites used in the confining process the unconfined concretes (effect of incorporating recycled

6 Conférences Plénières

aggregates on the overall mechanical characteristics) and the confined ones. The second part is devoted to the establishment of design codes dedicated to the prediction of the mechanical properties of recycled aggregates concretes by the mean of the compressive mean strength. The third part of this work is dedicated to analytical modeling of mechanical behavior of confined concrete with composite under compression in one hand.

This work outlines that EC2 should be revised and propose other relationships between the mechanical characteristics and the mean compressive strength. The incorporation of recycled aggregates from demolition wastes at ratios higher than 33% leads to a decrease of the mechanical properties of the concretes and requires taking it into account in the design codes. Confining recycled aggregate concrete by bio-resourced composite seems to be efficiency by comparison to carbon epoxy ones encouraging its application for concrete structures in civil engineering. Analytical models from the literature are discussed. A modified one based on the established design codes is proposed and applied for the prediction of the compressive behavior of confined recycled aggregates concretes.

Conférence n° 4

Chairman: Pr. M. Bou-Ali **Espagne**

Jeudi 12h15–13h ENSET Rabat **Grand Amphi**

**Mesure du coefficient de Soret d'alcanes en apesanteur:
Points saillants du projet SCCO et de son vol spatial**

Dr. Ingénieur Antonio Verga

*European Space Agency, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands /
Agence Spatiale Européenne (ESA-ESTEC), Noordwijk, Pays-Bas*

Jeudi
12h15–13h
Grand Amphi

Short-bio

- Docteur Ingénieur.
- Chef du bureau des plateformes de microgravité sans équipage à l'ESTEC (Centre Européen de Recherche et de Technologies Spatiales) à Noordwijk, Pays-Bas.
- **Page web :**
<https://www.esa.int>



La connaissance précise du profil de composition des fluides avant l'exploitation est l'un des préalables indispensables à la réussite de la mise en place d'un plan de gestion du

gisement de pétrole par l'industrie pétrolière et gazière. La thermodiffusion, qui conduit à une séparation par diffusion partielle des alcanes dans un mélange soumis à un gradient thermique, est censée jouer un rôle important dans les gisements de pétrole et de gaz en raison du gradient géothermique. Bien que la mesure, la simulation et la modélisation des coefficients de thermodiffusion aient considérablement progressé au cours des dernières décennies, ces améliorations se limitent essentiellement aux mélanges liquides binaires à la pression atmosphérique. Ainsi, le besoin de mesures précises que pouvant servir de référence, a été l'un des principaux moteurs du projet « Mesure du coefficient Sore dans le pétrole » (SCCO), qui utilise une configuration expérimentale mise en œuvre dans le satellite SJ-10. Ce projet unique, issu d'un partenariat entre l'Agence Spatiale Européenne et le Centre National des Sciences Spatiales Chinois, renforcé par une collaboration entre des universitaires français, espagnols, britanniques et chinois et des industries pétrolières françaises et chinoises, visait à mesurer les coefficients de thermodiffusion du pétrole multicomposant et mélanges de gaz sous haute pression. Ces données s'avéreraient très utiles pour la validation des modèles et des simulations. Dans ce cadre, certains résultats concernant la thermodiffusion d'un mélange d'huile ternaire et d'un condensat de gaz quaternaire ont été obtenus en apesanteur et comparés qualitativement aux simulations moléculaires. Plus précisément, ces résultats en microgravité ont confirmé que, dans les mélanges multicomposants d' alcanes, la thermodiffusion conduit à une migration relative vers la région chaude de l'hydrocarbure le plus léger. Ces résultats confortent l'idée selon laquelle, dans les gisements de pétrole et de gaz, la thermodiffusion n'est pas négligeable et tend à contrecarrer l'influence de la ségrégation liée à la gravité sur la répartition souterraine des espèces

Conférence n° 5

Chairman: Pr. Z. Azari **France**

Vendredi 11h30–12h30 ENSET Rabat **Grand Amphi**

Modélisation de la Conduction Thermique Anisotrope et Multi-Coordonnées dans les Solides : Application au Traitement Phytosanitaire des Bio-composites par Microondes

Vendredi
11h30–12h30
Grand Amphi

Pr. Fouad Erchiqui

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Laboratoire de bioplasturgie et nanotechnologie, Canada

Short-bio

- Professeur titulaire.
- Directeur du Laboratoire de bioplasturgie et nanotechnologie.
- **Page web :**
<https://www.uqac.ca>



Le problème de la conduction thermique anisotrope dans un solide est généralement traité dans un système de coordonnées de référence qui décrit adéquatement l'orientation du tenseur de la conductivité thermique. Lorsqu'il s'agit d'un solide composé de plusieurs matériaux dont l'orientation des conductivités thermiques sont de natures différentes (cartésien, cylindrique, sphérique), le traitement numérique est difficile, surtout si les propriétés physiques sont non linéaires et le milieu subit un changement de phase. C'est dans ce cadre que la présentation s'inscrit et propose une nouvelle approche utilisant un système de référence cartésien pour traiter, en terme d'enthalpie dite « hybride », la conduction thermique anisotrope dans un solide composé de multi-matériaux avec multi-orientations, thermique et diélectrique. Le problème de la conduction thermique est résolu à l'aide de la méthode des éléments finis. Des validations analytiques (conductions thermiques anisotropes : cylindriques et sphériques à transfert convectif et à circonférence variable) et expérimentales (chauffage anisotrope du bois congelé) sont effectuées. À titre d'application, dans le cadre la norme « ISPM 15 », de la Convention Internationale pour la Protection des Végétaux (CIPV) sur l'utilisation des micro-ondes pour le traitement phytosanitaire des produits en bois, nous avons caractérisé le temps minimal requis pour le traitement par micro-ondes de quelques produits en bois. Les propriétés thermo-physiques du bois sont fonction de la température, de la teneur en humidité et de l'orientation structurale des fibres.



Communications Orales



⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 10 — #28

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕



Mardi 16 Avril 2019



⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 12 — #30

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕

Session 1 T5 : Rupture et fatigue des matériaux

Chairman: Pr. S. Hariri **France**

Mardi 14h30–16h30 ENSET Rabat **Amphi 1**

Simulation par éléments finis de l'endommagement des rails par fatigue contact

262852
Amphi 1

R. Kabiri¹, M. Sallaou², M. Rahmoune³

¹ *Equipe Métallurgie, Matériaux et Procédés de Fabrication, ENSAM-Meknès*
r.kabiri@ensam-umi.ac.ma

² *Equipe Mécanique et Ingénierie Intégrée, ENSAM, Meknès*

³ *Laboratoire des études des matériaux avancées et applications, EST-Meknès*

Les problèmes de fatigue se sont accentués dans le transport ferroviaire surtout avec l'augmentation des vitesses et des chargements. Afin d'éviter les ruptures par fatigue qui sont de natures brutales et souvent très coûteuses ce qui peut causer des dommages humains et/ou matériels importants, on se propose d'étudier, par simulation numérique, le comportement en fatigue des éléments les plus sensibles, à savoir les rails, les roues et les essieux des trains à grande vitesse. On va faire une modélisation par éléments finis de la répartition des contraintes dans le cas d'un contact entre deux cylindres et dans le cas du contact entre la roue et le rail. Cette étude est réalisée en tenant compte de la géométrie du contact, du chargement, de la nature du matériau et éventuellement de la présence des défauts dans les rails.

Mots-Clés : rail, fatigue, contact, simulation numérique

Simulation numérique du comportement de fissures dans un outil de coupe revêtu en diamant lors du procédé d'usinage

241933
Amphi 1

K. Bounif^{1,*}, M. Abbadi¹, S. Atlati², M. Nouari³, R. Selvam⁴

¹ *EMCS, ENSAO, BP 696, Oujda, Maroc*

² *EMCS, ESTO, Oujda, Maroc*

³ *LEMTA, Mines Nancy & Albi, GIP-InSIC*

⁴ *Manipal Academy of Higher Education Dubai, U.A.E*

* Khaledbounif100@gmail.com

Dans le présent travail, un code de calcul par éléments finis « ABAQUS/STANDARD » a été utilisé pour étudier et analyser la fissuration d'un outil de coupe revêtu en diamant. Pendant l'opération d'usinage à sec, l'outil de coupe est sollicité par conséquent sujet à des conditions extrêmes en termes des contraintes thermiques et mécaniques à l'interface outil-copeau. A l'interface outil-copeau En effet, la haute température et la grande déformation plastique affectent et accélèrent particulièrement la dégradation d'un de l'état du revêtement de l'outil de coupe.outil de coupe revêtu et particulièrement l'état du revêtement. Donc Ainsi, il est très important devient primordial de prédire l'amorçage

14 Session 1. T5 : Rupture et fatigue des matériaux

et la propagation d'une fissure dans un outil revêtu. Ceci permet d'optimiser les conditions de coupe et de chargements afin d'améliorer l'efficacité du revêtement utilisé et par conséquent la durée de vie des outils de coupe.

Dans le présent travail, un code de calcul par éléments finis « ABAQUS/STANDARD » a été utilisé pour étudier et analyser la fissuration d'un outil de coupe revêtu en diamant. Dans ce travail, En ce sens, nous avons proposé de combiner deux méthodes souvent utilisées pour étudier la discontinuité au niveau de l'interface outil-copeau et revêtement-substrat. Il s'agit respectivement de la méthode XFEM et de la méthode des éléments cohésifs. De plus, une étude paramétrique sur l'impact de rayon de bec sur la fissuration a été réalisée afin d'optimiser ce paramètre.

Mots-Clés : usinage, fissuration, abaqus/standard, XFEM, méthode des cohésifs

Consideration of the reconfigurable aspect in evaluating predictive reliability of mechatronic system

240597

Amphi 1

N.B. Amrani^{1,2}, D. Sarsri¹, M. Barreau², L. Saintis²

¹ *LTI, National school of applied sciences, ENSA-Tangier, UAE, Morocco*

² *LARIS, Engineering School ISTIA, University of Angers, France*

More than a multi-technology fusion, mechatronic systems are becoming more and more complex, these systems can be reconfigured with changes in the environment and states of the functional units. evaluating and improving the reliability of a mechatronic system by taking into account this reconfigurable aspect has become a major challenge during the design phase for reliability engineers. Therefore their dysfunctional modeling is very difficult. The work presented in this paper aims to propose an original methodology for evaluating the reliability of reconfigurable mechatronic system. This reliability model integrates the change of the configuration related to the external and internal conditions.

Keywords: predictive reliability, mechatronics, modeling, reconfiguration, functional analysis, dysfunctional analysis, petri networks

Évaluation de la résistance à la rupture par fatigue d'un rail de profil UIC54 E1

238111

Amphi 1

A. Belalia¹, Z. Azari²

¹ *LME, Université Hassiba Benbouali – Chlef, Algérie*

a.belalia@univ-chlef.dz

² *LEM3, Ecole Nationale des Ingénieurs de Metz, France*

azari@univ-metz.fr

De toute évidence, les chemins de fer sont importants pour le développement économique et social. Cependant, la simplicité du concept cache des phénomènes tribologiques complexes traduits généralement par l'apparition et le développement de dommages du rail et, conséquemment un risque de sécurité et de qualité du système ferroviaire. Dans cette étude, des essais de fatigue ont été effectués sur le rail de pro-

file UIC54 pour évaluer sa durée de vie nécessaire pour l’élaboration d’une stratégie de maintenance par l’entreprise ferroviaire SNTF.

Mots-Clés : UIC 54, rail, fatigue, endurance limitée, Goodman-Smith

Prédiction de la durée de vie résiduelle des tubes en Polypropylène (PPR)

237989

Amphi 1

A. Ouardi¹, N. Mouhib², M. Elghorba¹

*Laboratoire De Contrôle Et Caractérisation Mécanique Des Matériaux Et Des Structures (LCCMMS) – ENSEM, Université Hassan 2 de Casablanca, Casablanca, Maroc
Institut supérieur d'études maritimes, Km 7 Route d'El Jadida, Casablanca, Maroc*

Le copolymère statistique de Polypropylène(PPR) est un matériau thermoplastique généralement destiné au transport des eaux chaudes et froides sous pression. Au cours de leurs cycle de vie, ces tubes sont souvent soumis aux agressions diverses pouvant détériorer potentiellement leurs caractéristiques mécaniques. L’objectif du présent travail est analyser la nocivité de défaut sur les tubes en PPR et pouvoir, par la suite, de prédire sa durée de vie résiduelle. Dans ce contexte, des essais d’éclatement ont été réalisés sur des tubes vierges et autres endommagés artificiellement, par des rainures longitudinales externes et par des gorges, à différentes profondeurs. Les modèles de dommage et de fiabilité, utilisés à partir des résultats expérimentaux obtenus, nous ont permis de montrer que les défauts longitudinaux sont plus critiques que les gorges.

Mots-Clés : tubes en PPR ; essai d’éclatement ; dommage expérimental statique ; rainure longitudinale externe, gorge

Analytical estimation of the reliability of wire rope based on cumulative damage

237827

Amphi 1

A. Wahid^{1,2*}, N. Mouhib², F. Sabah¹, H. Chakir¹, M. El Ghorba²

¹ Faculté des Sciences Ben M'sik Avenu Driss El harti, B.P. 7955, Sidi Othmane Casablanca, Maroc

² Laboratoire de Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des structures, B.P 8118, Oasis-Route El Jadida, ENSEM / Casablanca, Maroc

The main objective of this manuscript is the elaboration of a behavior model of the cable system, designed to the prediction of its damage from the behavior of its components (wires, strands). This multi-faceted scale is based primarily on the results experiments of the central core and helical strands components. At first, a resolution numerical probabilistic equation for the different configurations was established by the programming the system resolution scheme obtained, Subsequently, each damage curves obtained, corresponding to a particular configuration has been interpreted independently.

Keywords: Damage, reliabilityn, analytical model, strand, cable

16 Session 1. T5 : Rupture et fatigue des matériaux

Effect of surface roughness on fatigue life of parts obtained by turning process

237793
Amphi 1

Kh. Kimakh¹, A. Chouaf¹, O. El Bouazzaoui¹, A. Saoud¹, S. Aghzer^{1,2}, E. Mallil¹

¹ LCCMMS, ENSEM, Université Hassan II, Casablanca

² EST, Université Hassan II, Casablanca

La tenue en fatigue des composants et des structures est considérablement affectée par les procédés de fabrication. L’usinage est l’un des procédés qui a beaucoup d’influence sur les pièces usinées. En effet, l’enlèvement de la matière au niveau de la zone de coupe crée une surface irrégulière comportant des sites de concentration de contrainte. Ce sont ces sites singuliers qui favorisent tout éventuel endommagement des pièces, notamment en fatigue.

Dans l’objectif de maîtriser l’influence de l’état de surface sur la durée de vie en fatigue, des essais de fatigue sur des éprouvettes avec différents états de surface ont été réalisés. Les résultats obtenus sont présentés sous forme de courbes de Wöhler pour lier la durée de vie à la rugosité des surfaces et par la suite une étude numérique a été mener pour mettre en évidence les concentrations de contraintes responsables en partie de la limitation de la durée de vie.

Mots-Clés : etat de surface, rugosité, fatigue, modélisation, concentration des contraintes

Session 2 T2 : Modélisation en mécanique des solides et des structures

Chairman: Pr. N. Damil Maroc

Mardi 14h30–16h30 ENSET Rabat Amphi 2

Analyse du comportement d'une structure assemblée boulonnée non-linéaire

263804
Amphi 2

M. Haiek, D. Sarsri

LTI, ENSA de Tanger Adresse: BP 1818 Tanger Principal Tanger, Maroc

Dans ce travail, nous avons Analysé le comportement d'une structure assemblée boulonnée avec et sans joint élastique sous l'action des charges mécaniques. Pour ce faire, l'utilisation de calcul numérique reste précieuse afin d'avoir des simulations bien approchées au comportement de la structure proposée. Ce calcul est basé sur la méthode des éléments finis qui a une grande aptitude à la simulation des structures complexes soit de nature linéaire ou non linéaire. La qualité des résultats de simulation dépend du paramétrage de la pièce, du choix des conditions aux limites et de la qualité de maillage. Le mauvais choix de certains paramètres parmi ceux-ci peut causer une divergence des résultats ou donner des résultats non approchés. Dans notre cas nous avons utilisé des éléments de maillage solides 3D et des éléments contact surface à surface entre toutes les pièces de chaque structure. Ensuite, nous avons réalisé deux types d'essais, un essai de traction et l'autre de compression afin de comparer le comportement des deux structures par la répartition des contraintes Von mises.

Mots-Clés : analyse statique, joint boulonné, MEF, contrainte vonmises

Influence du paramètre viscoplastique sur le nombre de systèmes du glissement cristallographique activés par grain des matériaux métalliques polycristallins sous chargement de traction compression

263167
Amphi 2

A. Kerkour-El Miad^{1,2}, S. Mouzori², Ai. Kerkour-El Miad³, M. Lahlou²

¹ EST, BP 03, Université Mohamed Premier, B.P. 524, 60000, Oujda, Maroc

² LDOM, Faculté des Sciences, Université Mohamed Premier, B.P. 524, 60000, Oujda, Maroc

³ LaRI, FSO, Mohamed Premier, B.P. 524, 60000, Oujda, Maroc

L'objectif principale de ce travail consiste à étudier l'effet du paramètre viscoplastique g , sur l'évolution du nombre de systèmes du glissement activés cristallographique (SGAs) des matériaux métalliques de type CFC, sous chargements cycliques de traction compression. Le model utilisé est exprimé dans le cadre de l'approche auto-cohérente et de la plasticité dépendante du temps. En se basant sur le tenseur d'Eshelby, ce modèle

18 Session 2. T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures

considère que le comportement élastique est compressible Pour une structure polycristalline, les grains se déforment par glissements cristallographique situé dans les systèmes les plus favorablement orientés et qui supportent une forte contrainte résolue.ts

Mots-Clés : évolution des système de glissement cristallographique, effet du paramètre viscoplastique γ , modèle auto-cohérent, comportement élasto-inélastique, chargement cyclique de traction-compression

Localisation des zones de concentration de contraintes dans les jonctions tubulaires soudées de forme T sous chargement de flexion déviée

262666

Amphi 2

E. Chouha¹, S.E. Jalal^{1,2}, Z. El Maskoui^{1,2}, A. Chouaf¹

¹ Laboratoire de Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des Structures, ENSEM, Université Hassan II

² Equipe de Mécanique des Matériaux et des Structures, ENSEM, Université Hassan II

Les jonctions tubulaires soudées trouvent leurs applications dans plusieurs secteurs industriels dont on peut citer, entre autres, les ponts métalliques, les tripodes des télécommunications, les supports de plateformes pétrolières, les pipelines, etc... Ces structures peuvent être endommagées à cause du développement des contraintes concentrées au voisinage des cordons de soudure. Les formules semi-paramétriques, disponibles actuellement dans la littérature, peuvent nous informer sur la valeur du facteur de concentration de contrainte, mais pas sur la localisation des points chauds. Dans ce travail, une modélisation par MEF a été effectuée pour une jonction tubulaire de forme T, ceci dans l'objectif de prélever la valeur de la contrainte concentrée autour du pied de cordon de soudure pour une série de chargements de flexion déviée.

Mots-Clés : jonction tubulaire soudée, méthode des éléments finis, facteur de concentration de contrainte, point chaud, méthode de l'extrapolation linéaire

Une procédure numérique pour l'analyse limite et élastique des arcs en maçonnerie

262358

Amphi 2

G. Tempesta

Dept. of Architecture, Section of Materials and Structures, University of Florence, Florence, Italy
giacomo.tempesta@unifi.it

Cet article présente une procédure numérique pour l'analyse limite et l'analyse élastique des arcs en maçonnerie. La procédure numérique est itérative et l'analyse est non linéaire. Les trois conditionnes du comportement mécanique de la maçonnerie formulé par Heyman sont utilisées pour définir des contraintes en inégalité sur la force axiale, qui doit être uniquement de compression.

Mots-Clés : arcs en maçonnerie, rigide voussoir, analyse limite et élastique, procédure numérique



Analyse des arcs en maçonnerie par la méthode de la ligne de pression

262318

Amphi 2

S. Galassi, G. Tempesta

*Dept. of Architecture, Section of Materials and Structures, University of Florence, Florence, Italy
stefano.galassi@unifi.it, giacomo.tempesta@unifi.it*

Avec cette contribution au Congrès de Mécanique à Rabat, on va présenter au public pour la première fois la procédure numérique pour calculer la ligne de pression la plus proche de l'axe géométrique d'un arc visant à calculer le coefficient de sécurité, décrit en détail dans un article complet publié en février 2019 dans l'International Journal of Mechanical Sciences. Donc l'article résume les principaux aspects de la méthode et il renvoie le lecteur intéressé à la consultation de l'article principal.

Mots-Clés : ligne de pression, arcs en maçonnerie, évaluation de la sécurité

Modeling and simulation of an underactuated system

259249

Amphi 2

K. Nader, D. Sarsri

ENSA-Tanger, BP 1818 Tanger, Maroc

One of the most active research areas in mechatronic systems is the control of mechanical systems controlled by electronic systems using computer programs. These programs execute algorithms called control laws.

Our study focuses on the control of underactuated mechanical systems: Case of a reversed two-wheeled pendulum. It consists of developing a control law to stabilize this system. This class of system is rich in practical as well as theoretical applications (SEGWAY, Acrobot robots ...) and this is why the control synthesis for underactuated mechanical systems constitutes a very active research axis and still constitutes an open domain for technological research.

Keywords: mechatronics, underactuated, nonlinear, modeling, simulation

2D mesh-free modeling for elasto-plastic problems in large deformation based on power law behavior

243164

Amphi 2

R. Elkadmiri, A. Timesli

¹ National Higher School of Arts and Crafts / Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSA), 150 Avenue Nile Sidi Othman, Dar-el-Beida 20670

² Laboratory of Applied Sciences, National School of Applied Sciences / Laboratoire des Sciences Appliquées (LSA) Ecole Nationale des Sciences appliquées (ENSA) d'Al Hoceima, BP 03, Ajdir Al Hoceima, Maroc

In the present work, a meshless approach is developed for numerical modeling of 2D elasto-plastic structures with large deformations. This numerical mesh-free model is based on the Asymptotic Numerical Method (ANM) which is used in the meshless collocation framework to extend its application field to elasto-plastic problems. The proposed



20 **Session 2.** T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures

model is based on strong formulation to avoid the problem of mesh distortion. The discontinuity of the plastic behaviour is regularized by a power law. The performance of the proposed approach is tested on several elasto-plastic bi-dimensional examples.

Keywords: elasto-plasticity, strong form, large deformations, meshless method

Session 3 T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

Chairman: Pr. J.K. Naciri **Maroc**

Mardi 14h30–16h30 ENSET Rabat **Amphi 3**

Simulation d’écoulements mono-espèces en présence de choc

H. Benakrach, M. Taha-Janan

263158
Amphi 3

Laboratory of Applied Mechanics and Technologies Industrial and Health Science and Technology Research Center (STIS) ENSET, Mohammed V University in RABAT Avenue des Forces Armées, B.P 6207 Rabat-Instituts, MOROCCO

Le but de ce travail est d’utiliser une méthode aux volumes finis pour la résolution des équations d’Euler, en présence de chocs et de discontinuités, avec une équation d’état généralisée. Ce dernier choix permet de traiter aussi bien les fluides compressibles qu’incompressibles. Nous présentons les premiers résultats du travail qui consiste en une simulation d’écoulements bidimensionnels mono-espèces en présence de chocs. Les résultats obtenus sont comparés aux résultats analytiques considérés comme des références dans le domaine.

Mots-Clés : équations d’Euler, chocs, discontinuités, équation d’état généralisée

Simulation numérique de l’interaction de deux jets opposés turbulents

A. Ouda, F. Zair, E. Chatri, M. Mouqallid, R. Elmaani

262495
Amphi 3

*Faculté des sciences, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc
asmae.ouda@gmail.com
ENSAM Meknès, Marjane 2, Almansour, Meknès, Maroc*

Ce papier présente une étude numérique de l’interaction de deux jets opposés turbulents. Elle est réalisée au moyen du code CFD Fluent (code basé sur la méthode des volumes finis). Nous avons considéré deux jets opposés isothermes séparés par une distance H l’un de l’autre, et nous avons adopté comme modèle de turbulence le modèle k- ε RNG. Cette étude a pour objectif spécifique de présenter quelques résultats relatifs au champ de vitesses et de les comparer à ceux expérimentaux disponibles dans la littérature. Les résultats obtenus, confirment que lorsque le jet entre en interaction avec l’autre jet opposé, cette interaction provoque deux jets l’un dirigé vers le haut, et l’autre vers le bas. De plus, elle provoque la chute rapide de la vitesse moyenne axiale.

Mots-Clés : interaction, jets opposés, code CFD fluent, régime turbulent, zone de stagnation

22 Session 3. T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

Numerical study of an impeller design for a new ventricular assist device

249103
Amphi 3

M. Bounouib*, M.Z. Es-Sadek, M. Taha-Janan, W. Maazouzi

Laboratory of Applied Mechanics and Technologies Industrial and Health Science and Technology Research Center (STIS) ENSET, Mohammed V University in RABAT Royal Army Avenue, PO Box 62 Rabat-Institute, MOROCCO

* mohamed.bounouib@gmail.com

This work presents a numerical study of two new designs of an axial ventricular assist device (VAD). The aim of study will be to choose the better of the two designs in terms of hemolysis and thrombosis. For this purpose, an analysis of the flow generated by the rotors is carried out in order to identify the critical zones for the two major problems cited above.

Keywords: ventricular assist device (VAD), computational fluid dynamics (CFD), thrombosis, hemolysis

A compressible pressure strain model for turbulent homogeneous shear flow

246604
Amphi 3

K. Hechmi¹, B. Adnene²

¹ *Structure aéronautique contrôle des écoulements des systèmes SACES khliifihachmi@yahoo.fr*

² *Structure aéronautique contrôle des écoulements des systèmes SACES. Ecole de l'aviation Borj El Amri*

The model developed by Speziale Sarkar and Gatski (SSG) for the pressure strain correlation are examined to be extended to compressible turbulent flows. A compressibility corrections of this model using the turbulent Mach number and the gradient Mach number are proposed. The calculations have been performed for the compressible homogeneous shear flow show that predictions of turbulence characteristic variables are in acceptable agreement with the DNS results.

Keywords: turbulence, compressible, homogeneous, pressure-strain

Effect of rigidity of materials on cavitation – polyethylene

244662
Amphi 3

M. Tamani¹, B. Bahrar²

¹ *Advanced Materials and Energy Systems (MASEN), High school of technology, Moulay Ismaïl university, Meknes, Morocco*

m_tamani@hotmail.fr

² *Signals, Distributed Systems and Artificial Intelligence (SSDIA) ENSET Mohammedia, Hassan II University, Morocco*

bahrarb@yahoo.fr

Cavitation is a vaporization process that occurs when the liquid pressure drops below a certain critical value, called vapor pressure. It is a phenomenon which is accompanied by the breaking of the continuous state of the liquid as a result of excessive stress.



Cavitation is a phenomenon whose degree of appearance depends also on the rigidity of the material of the pipe flow.

The used numerical method of resolution is the characteristics method which allows the passage of the hyperbolic partial differential equations, to the ordinary differential equations which will be solved by finite difference.

The shear stress is introduced according to the Zielke model applied according to the two regimes, laminar and turbulent flow. A comparison between different pipe materials according to their rigidity is made.

Keywords: column separation model, method of characteristics, polyethylene, unsteady friction model, vaporous cavitation

Transport mechanisms inside turbulent wake of bluff body

E. Varon, N. Mazellier, A. Kourta

243846

Amphi 3

Univ. Orleans, INSA-CVL, PRISME 8 rue Léonard de Vinci 45072 Orléans, France

Based on the recent work of Stella et al. on the bidimensional (2D) flow behind a ramp [10,11], the present paper aims at analysing the entrainment phenomenon in a three-dimensional (3D) turbulent wake downstream of a bluff-body. Numerical and experimental data of different configurations of the Ahmed body are investigated. This study is part of a framework on the aerodynamic drag reduction for ground vehicles by defining proper and realistic control laws targeting pertinent values of the flow.

Keywords: turbulent shear flow, aerodynamics, bluff body, experiment, flow control



Session 4 T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

Chairman: Pr. M. Agouzoul Maroc

Mardi 17h00–19h00 ENSET Rabat Amphi 1

Natural convection heat transfer for second-grade fluids confined in a square cavity subjected to horizontal heat flux

262899
Amphi 1

H. Daghab¹, M. Kaddiri¹, M. Naimi¹, M. Lamsaadi¹, H. Elharfi², S. Raghay

¹ Laboratoire de Modélisation des Ecoulements et des Transferts(LAMET), Faculté des sciences et techniques (FST), Université Sultan Moulay Slimane(USMS), Beni-Mellal, Morocco
H.daghab@gmail.com

² Laboratoire de Mathématiques appliquées et Informatique (LAMAI), Faculté des sciences et techniques (FST), Université Cadi Ayyad(UCA), Marrakech, Morocco

In this paper, numerical study on natural convection heat transfer for confined viscoelastic fluids is conducted. To describe the rheological behavior a Second grade model is adopted, which includes both the elasticity and shear thinning effects. The geometry of interest is a fluid-filled square cavity subjected at its vertical walls to a uniform density of heat flux, while the horizontal ones are insulated, without slipping conditions at all the solid boundaries. The governing partial differential equations written in terms of non-dimensional velocities, pressure and temperature formulation with the corresponding boundary conditions are discretized using a finite volume method in a collocated uniform grid system. Coupled equations of conservation are solved through iterative Semi Implicit Method for Pressure Linked Equation (SIMPLE) algorithm. The main purpose of the present study is to examine the effects of elastic property on the fluid flow and the resulting heat transfer.

Keywords: viscoelastic fluid, natural convection, second grade fluid, finite volume, simple algorithm

Natural convection heat transfer for second-grade fluids confined in a square cavity subjected to horizontal heat flux

262261
Amphi 1

H. Daghab¹, M. Kaddiri¹, M. Naimi¹, M. Lamsaadi¹, H. Elharfi¹, S. Raghay²

¹ Laboratoire de Modélisation des Ecoulements et des Transferts(LAMET), Faculté des sciences et techniques (FST), Université Sultan Moulay Slimane(USMS), Beni-Mellal, Morocco
H.daghab@gmail.com

² Laboratoire de Mathématiques appliquées et Informatique (LAMAI), Faculté des sciences et techniques (FST), Université Cadi Ayyad(UCA), Marrakech, Morocco

In this paper, numerical study on natural convection heat transfer for confined viscoelastic fluids is conducted. To describe the behavior of the Second grade model, which includes both the elasticity and shear thinning effects, is adopted. The geometry of interest is a fluid-filled square cavity subjected at its vertical walls to a uniform density of heat flux,



while the horizontal ones are insulated, without slipping conditions at all the solid boundaries. The governing partial differential equations written in terms of non-dimensional velocities, pressure and temperature formulation with the corresponding boundary conditions are discretized using a finite volume method in a collocated uniform grid system. Coupled equations of conservation are solved through iterative Semi Implicit Method for Pressure Linked Equation (SIMPLE) algorithm. The main purpose of the present study is to examine the effects of elastic property on the fluid flow and the resulting heat transfer.

Keywords: viscoelastic fluid, natural convection, second grade fluid, finite volume, simple algorithm

Ground measurements of DCMIX 4 project fullerene based nanofluid

247058
Amphi 1

M. Mounir Bou-Ali¹, A. Errarte¹, A. Mialdun², V. Shevtsova², M. Schraml³, W. Köhler³

¹ Mechanical and Industrial Manufacturing Department, MGEP Mondragon Goi Eskola Politeknikoa, Loramendi 4 Apdo. 23, 20500 Mondragon, Spain

² MRC, CP165/62, Université Libre de Bruxelles, Ave. F.D. Roosevelt, 50, B-1050 Brussels, Belgium

³ Physikalisches Institut, Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth, Germany
mbouali@mondragon.edu

This work presents first on ground measurements of DCMIX 4 project ternary nanofluid Fullerene, 1,2,3,4-tetrahydronaphthalene and Toluene. Transport properties have been measured by Thermogravitational, Optical Digital Interferometry and Optical Beam Deflection techniques for concentration analysed in DCMIX 4 project, which refers to 0.0007 – 0.60 – 0.3993 and other fullerene concentrations around this value. Various thermophysical and optical properties which are necessary to determine thermodiffusion coefficients have been also measured.

Keywords: nanofluid, fullerene, ternary mixture, DCMIX project, thermophysical properties, transport properties

Étude du microclimat dans serre tunnel sous des conditions réalistes

242961
Amphi 1

S. Bougoul¹, S. Zeroual²

¹ Faculté des Sciences de la matière, Université de Batna1, Batna, Algérie, Laboratoire de recherche de Physique Energétique Appliquée (LPEA) Rue Chahid Mohammed El Hadi Boukhlof, 05000, Batna, Algérie

² Laboratoire de recherche de Physique Energétique Appliquée (LPEA), Université de Batna1 Rue Chahid Mohammed El Hadi Boukhlof, 05000, Batna, Algérie, Algérie

Une étude du mouvement d'air et de la variation de température dans une serre maquette chauffée en présence d'une rangée de plants de tomates a été réalisée à l'aide du logiciel Fluent. Le mouvement d'air dans la serre qui est dû aux forces de flottabilité est totalement turbulent et la turbulence a été modélisée en utilisant le modèle k-e. Le



26 Session 4. T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

transfert de chaleur par rayonnement est pris en compte en utilisant le modèle des données discrètes. Deux types de conditions aux limites au niveau de la couverture de la serre sont traités. Dans le deuxième type de conditions aux limites qui est réaliste, la structure des lignes de courant et des isothermes change et des gradients de température plus importants apparaissent. Les isothermes montrent l'effet du transfert de chaleur radiatif sur leur structure et cet effet devient important lorsque la puissance de chauffage augmente. Ces résultats peuvent aider à améliorer le système de chauffage de la serre.

Mots-Clés : mouvement d'air, température, rayonnement thermique, CFD, serre

Agglomération sous taux de cisaillement simple de particules de latex en suspension

242745
Amphi 1

S. Skali-Lami¹, P. Funschilling², B. Lartiges³, M. Souhar¹

¹ LEMTA –CNRS/UMR 7563

salaheddine.skali-lami@univ-lorraine.fr

² Institute Clement Ader INSA de Toulouse

pascale.magaud@unilim.fr

³ GET-OMP, CNRS/UT3 - Paul Sabatier/IRD/CNES

Bruno.LARTIGES@Get.omp.eu

La floculation de particules en suspension dépend de plusieurs paramètres (concentration, taille et forme des particules, physico-chimie de l'interface, l'hydrodynamiques...). La croissance des flocons, formés à partir des particules dispersées, dépend des conditions hydrodynamiques (gradient de vitesse et turbulence).

L'investigation d'un écoulement de suspensions de particules de latex est réalisée dans un dispositif de Couette qui présente l'avantage d'imposer un gradient de vitesse constant à toute la suspension. Nous montrons, que le gradient de vitesses impose un équilibre dynamique entre la formation et la fragmentation des flocons. Au bout d'un temps suffisamment long, nous montrons les flocons atteignent une taille d'équilibre constante. Ce résultat est important pour des applications industrielles cherchant à faire floculer des particules comme le traitement des eaux usées.

Mots-Clés : suspension de particules, floculation, taux de cisaillement, taille des flocons

Onset of convection due to Dufour and Soret effects within a horizontal enclosure heated and massed from below

242541
Amphi 1

A. Lagra¹, I. Filahi¹, M. Bourich², M. Hasnaoui¹, A. Amahmid¹,
A. Mansour¹

¹ FSSM, LMFE, Unit affiliated to CNRST (URA 27), University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco

² National School of Applied Sciences, University Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco

Combined effects of thermo-diffusion (Soret effect) and diffusion-thermo (Dufour effect) on the onset of stationary convection in a horizontal layer filled with a binary fluid and subject to constant heat and mass fluxes are studied analytically and numerically. The analytical solution based on the parallel flow assumption is found to be in good



agreement with the numerical solution based on a finite difference method used to solve the full governing equations in their transient forms. The importance of Soret and Dufour effects on flow intensity, and heat and mass transfer is well established.

Keywords: binary mixture, soret effect, Dufour effect, parallel flow assumption, stationary and finite amplitude convection



Session 5 T3 : Matériaux solides et composites

Chairman: Pr. A. Limam France

Mardi 17h00–19h00 ENSET Rabat Amphi 2

Nouvelle méthode d'estimation du défaut de forme de surface par couplage de l'algorithme génétique et la méthode des points intérieurs: Cas d'une planéité

253992
Amphi 2

M.Z. Es-Sadek, A. JALID

¹ Research Center STIS, M2CS, ENSET, Mohammed V University in Rabat, Morocco
essadekzeriab@gmail.com

² Research Center STIS, PCMT, ENSET, Mohammed V University in Rabat, Morocco
a.jalid@um5s.net.ma

La fonction d'une pièce dans un mécanisme dépend de sa qualité dimensionnelle et géométrique. Sur une machine à mesurer tridimensionnelle, on prélève un nuage de points sur la surface à contrôler et le défaut de forme est estimé après un calcul d'optimisation, on présente dans cet article une nouvelle méthode basée sur le couplage entre un algorithme génétique et la méthode des points intérieurs, après une comparaison avec NIST la démarche proposé donne des résultats meilleurs.

Mots-Clés : planéité, algorithme génétique

Caractérisation d'un matériau agro-sourcé pour la construction : cas du chanvre et du colza

251552
Amphi 2

S. Daher, R. Zerrouki, M. Hamadou-Ali, A. Benazzouk*, H. Beji

Laboratoire des Technologies Innovantes (EA 3899) / Université de Picardie Jules Verne, Amiens, France
suzie.daher@yahoo.fr, amar.benazzouk@u-picardie.fr, Hassen.beji@u-picardie.fr

Le présent travail est basé sur une approche globale des propriétés physico-mécaniques et hydriques d'un matériau de construction, à base de particules végétales comme granulats de substitution au sable, dans le but de développer un matériau de type « béton léger ». Il s'agit de comparer les performances de deux matériaux élaborés à base de particules de chanvre « chènevotte » et de paille de colza, respectivement. Ces derniers ont été formulés à partir d'un mortier dans lequel, le sable a été totalement substitué par ces particules végétales. Le liant cimentaire a été partiellement substitué par du Radical PF70, dans une proportion massique de 25%. Les performances des matériaux élaborés ont été étudiées expérimentalement suivant des tests mécaniques, en compression et en flexion, mais aussi leur comportement au contact de l'eau. Ce dernier a été caractérisé



par la détermination du coefficient de transport capillaire (sorptivité), selon un test d'imbibition capillaire.

Mots-Clés : matériaux agro-sorcés, chanvre, paille de colza, propriétés physico-mécaniques, déformabilité, absorption capillaire

Performances d'un mortier de ciment, à base de particules de caoutchouc, en milieu agressif

251551
Amphi 2

A. Benazzouk¹, M. Merzoud², H. Beji¹

¹ Laboratoire des Technologies Innovantes (EA 3899) / Université de Picardie Jules Verne, Amiens, France
amar.benazzouk@u-picardie.fr, assen.beji@u-picardie.fr

² Laboratoire de Génie Civil / Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie
merzoud.mouloud@gmail.com

L'objectif de cette étude consiste à examiner les potentialités d'un mortier de ciment, contenant des particules de caoutchouc, au contact d'un milieu acide. Le matériau a été élaboré par substitution du sable, contenu dans un mortier ordinaire, par des particules de caoutchouc à des teneurs volumiques de 0, 25, 50, 75 et 100%. La durabilité des composites a été étudiée par immersion des matériaux dans une solution d'acide sulfurique à 5%. Les résultats ont mis en évidence le rôle des particules de caoutchouc dans la résistance aux dégradations causées par cet environnement. Cette résistance serait liée à la réduction de la sensibilité à la reprise d'eau par les matériaux élaborés.

Mots-Clés : composite, particules de caoutchouc, propriétés physico-mécaniques, durabilité, attaques acide

Mathematical modeling of nonlinear thermoelastic behavior of composite materials

251401
Amphi 2

N. Tassi^{1,2}, L. Azrar³, N. Fakri¹, A. Aljinaidi²

¹ Research Center STIS, M2CS, Applied Mathematics and Informatics department, ENSET, Mohammed V University in Rabat, Morocco
1.azrar@um5s.net.ma

² Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

³ Faculty of Sciences and Techniques of Tangier, Abdelmalek Essaadi University, MMC, Tangier, Morocco
nfakri@yahoo.fr

In the present paper, a mathematical modeling of the nonlinear thermoelastic behavior domains. The partial differential equations governing the equilibrium associated are coupled and nonlinear. Based on Green's function and interaction tensor a mathematical



30 Session 5. T3 : Matériaux solides et composites

modeling is derived by the elliptic integrals. Numerical results of effective properties are given for several inclusions with various shapes using micromechanical methods.

Keywords: mathematical modeling, integral equations, nonlinear behavior, effective properties, elliptic integrals, green's functions, interaction tensor, iterative scheme

Thermal conductivity of Al 2017 alloy matrix composites prepared by stir casting

246437
Amphi 2

M. Bhouri, F. Mzali

Laboratory of Thermal and Energy Systems Studies Rue Ibn El Jazar, National Engineering School of Monastir (ENIM), Tunisia, Monastir University, 5019 Monastir, Tunisie

In this present work, an attempt has been made to produce metal matrix composite using Al 2017 alloy as matrix material reinforced with graphite particles using stir casting technique. Initially, Al 2017 alloy charged into a crucible was superheated in the furnace. Besides, preheated graphite particles were dispersed into the vortex of molten 2017A alloy. The mechanical stirring was carried out to improve wettability and distribution. The composite mixture was poured into a non-permanent mold with including the form of normalized specimens tensile. Different Microstructures of Al 2017 alloy matrix composites showed more porosity. Thermal conductivity of the prepared composite was determined before and after the addition of graphite particles to note the extent of improvement.

Keywords: stir casting, non, permanent mold, aluminium matrix composites, thermal conductivity

Modelisation de la conductivite thermique d'assemblage d'ellipsoïdes composites avec des interfaces imparfaites

243345
Amphi 2

N. Bonfoh¹, F. Dinzart², H. Sabar³

Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3) UMR CNRS 7239 Université de Lorraine, 1 route d'Ars Laquenexy, 57078 Metz, France

¹ napo.bonfoh@univ-lorraine.fr, ² florence.dinzart@univ-lorraine.fr,

³ hafid.sabar@univ-lorraine.fr

Nous proposons une formulation pour la modélisation de la conductivité thermique d'assemblage d'ellipsoïdes composites avec des interfaces imparfaites. Basé sur la technique de la fonction de Green et le concept de tenseur d'Eshelby pour un point intérieur et extérieur, nous avons développé une équation intégrale pour un milieu fini avec une conductivité thermique anisotrope par phase. L'interface entre l'inclusion et la matrice environnante est supposée imparfaite et faiblement conductrice. La comparaison avec des résultats de méthodes numériques ont établi la précision des prédictions du modèle proposé pour des composites, y compris pour de fortes concentrations d'inclusions.



L'approche développée est généralisable à l'étude d'autres phénomènes de transfert tels que la conduction électrique ou magnétique.

Mots-Clés : assemblage d'ellipsoïdes composites, interface imparfaite, tenseur d'eshelby, conductivité thermique, micromécanique

New composite material, white ceramic waste, elaboration and study of mechanical behavior

242420

Amphi 2

M. El kenzaoui¹, A. Hajjaji², A. Guenbour¹, R. Boussen¹

¹ Université Mohamed V Rabat, Faculté des Sciences, Rabat, Maroc

² Université Chouaib Doukkali, École Nationale des Sciences Appliquées, El Jadida, Maroc
mustapha_elkanz@yahoo.fr, ratiba20@gmail.com

Composite materials are used in many industrial applications for their excellent mechanical and electrical properties and their low density relative to metal structures. Most countries are extremely rich waste, such as broken white ceramic, which represents a potential to develop. Composite materials reinforced by construction materials, such as ceramic breakage, offer significant advantages and properties of increased strength and stiffness. This paper discusses the advantages of fractures as a ceramic filler used for composite reinforcement, as well as to improve the mechanical response of these structural elements.

Keywords: composite material, raw white ceramic waste, compression test, and young's modulus



Session 6 T1 : Dynamique et vibrations

Chairman: Pr. K. El Bikri **Maroc**

Mardi 17h00–19h00 ENSET Rabat **Amphi 3**

Prediction of blast-induced ground vibrations and their effect on the structures and environment: case study

262074

Amphi 3

Y. Tahir¹, I. Kadiri¹, R. Agounoun¹, S. Ed-Din Fertahi², O. Iken¹, M. Rahmoune¹

¹ *Laboratory of Advanced Materials Studies and Applications, École Supérieure de Technologie Meknès, Morocco*

² *University Sidi Mohamed Ben Abdellah*

Extractive industries use explosives to fragment rock. These blasts induce vibrations, which could have a potential damage on the surrounding structures. In order to ensure their safety, these vibrations and the design of the blasts have to be predicted accordingly. However, this investigation involves several variables that are difficult to predict. Therefore, the use of statistical methods is necessary for developing site-specific attenuation relation, estimating safe charges for different distances and designing blasting pattern. The paper describes the details of the experimental studies conducted on the site of *Sococim cement factory*, which is located on Senegal, some thirty kilometers from Dakar.

Keywords: blast, induced, ground vibrations (BIGVs), peak particle velocity (PPV)

Flutter and parametric stability analysis of axially moving composite graphene sheets

251111

Amphi 3

A. Azrar¹, N. Fakri², A. Ali Aljinaidi³, L. Azrar⁴

¹ *Mathematical Modeling and Control, Faculty of Sciences and Techniques of Tangier Abdelmalek Essaadi University*

² *Mathematical Modeling and Control, Faculty of Sciences and Techniques of Tangier University Abdelmalek Essaadi, BP 416, Tangier, Morocco*

³ *Departement of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia*

⁴ *Research Center STIS, Team M2CS, ENSET, Mohammed V University, Rabat, Morocco*

The dynamic analysis instability of axially moving rectangular composite graphene sheets with visco elastic foundation is modeled and numerically simulated for various boundary conditions based on the differential quadrature method (DQM). The partial differential equation of motion based on the nonlocal elasticity and the Kirchhoff plate theories is given. The Galerkin and harmonic balance methods are used for the linear and parametric vibration analysis. The influences of nonlocal parameter, the fibers orientation



and the viscoelastic foundation effects on the dynamic behaviors of the rectangular graphene sheet as well as the instabilities induced by the time dependent axial speed and its excitation frequency are investigated.

Keywords: dynamic analysis, instability composite graphene sheets, differential quadrature, nonlocal elasticity

Vibration of composite thin-walled beams with variable open cross section by a high order implicit algorithm

249223

Amphi 3

A. EL Kaimbillah¹, O. Bourihane^{1,2}, M. Jamal¹, B. Braikat¹, F. Mohri³, N. Damil¹

¹ Laboratoire d'Ingénierie et Matériaux (LIMAT), Faculté des Sciences Ben M'Sik, Hassan II University of Casablanca, Avenue Cdt Driss El Harti B.P. 7955, Sidi Othman, Casablanca, Maroc
a.elkaimbillah@gmail.com, jamalmoham@gmail.com, b.braikat@gmail.com, noureddine.damil@gmail.com

² Laboratoire de Génie Mécanique (LGM), Faculté des Sciences et Techniques, Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Route d'Imouzzer B.P. 2202, Fès, Maroc
o.bourihane@gmail.com

³ Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3), Université de Lorraine Metz, CNRS UMR 7239, Ile du Saulcy, 57057, France
foudil.mohri@univ-lorraine.fr

In this work, we study the forced nonlinear vibrations with large amplitude and large torsion of composite thinwalled beams with open variable cross sections under external dynamic loads using a high order implicit algorithm.

The used algorithm is based on the temporal and spatial discretizations, the homotopy transformation, Taylor series expansion and the continuation technique. A 3D beam element with two nodes and seven degrees of freedom per node is adopted. The obtained results are compared with those computed by the industriel Abaqus code.

Keywords: composite thin-walled beam, open variable cross section, large displacement, large torsion, forced nonlinear vibrations, newmark implicit scheme, taylor series, homotopy transformation

Non-linear forced vibration of fully clamped FGM skew plates using homogenization technique

246614

Amphi 3

H. Moulay Abdelali¹, R. Benamar²

Université Mohammed V, Ecole Mohammadia D'ingénieurs, Avenue Ibn Sina, B.P.765, Agdal, Rabat, Morocco

h.moulay1983@gmail.com Université Mohammed V, Ecole Mohammadia D'ingénieurs, Avenue Ibn Sina, B.P.765, Agdal, Rabat, Morocco
rhalil.benamar@gmail.com

The present work concerns the geometrically non-linear forced vibration of fully clamped functionally graded skew plates (FGSP). The theoretical model based on Hamilton's



34 Session 6. T1 : Dynamique et vibrations

principle and spectral analysis previously applied to obtain the non-linear mode shapes of thin straight structures is used. A homogenization technique is developed to reduce the FGSP problem under consideration to that of an equivalent isotropic homogeneous skew plate. Results are given for the linear and non-linear fundamental frequency of fully clamped FGSP, considering different parameters, such as the skew angle, the excitation force level. The results show a non linearity of the hardening type with a shift to the right of the bent non linear frequency response function, in the neighbourhood of the fundamental mode.

Keywords: linear vibrations, FGM skew plate, homogenization technique, forced vibration

The possibility of using a smartphone in a single plane rotor balancing

242514

Amphi 3

A. Ait Ben Ahmed, A. Touache, A. El Hakimi, A. Chamat

Laboratory of Mechanical Engineering, FST Fez

This paper aims to investigate and to describe the possibility of using the smartphones in the rotors balancing. It shows in the beginning a method to extract the necessary parameters for implementing the field balancing operation. An Android app was developed in order to record the smartphone sensors data of unbalanced rotors. The recorded data is then processed and used to identify the quantity of mass necessary and its position via a Matlab app. At the end, the smartphone results were compared by the exact results.

Keywords: smartphone, balancing roto, signal processing, vibration monitoring

Effect of thermal convection on the propagation of acoustic waves using lattice Boltzmann simulations

242509

Amphi 3

J. Behamou¹, A. Mezrhab¹, V. Botton², M. Jami¹

¹ Laboratoire de mécanique et énergétique Laboratoire de mécanique et énergétique, Faculté des Sciences d'Oujda, université Mohammed premier, Maroc

² Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique (LMFA) CNRS : UMR5509, Université Claude Bernard, Lyon I, Ecole Centrale de Lyon, Institut National des Sciences Appliquées (INSA), Lyon, Université de Lyon ECL, 36 Av Guy de Collongue 69134 ECULLY CEDEX, France

The Lattice Boltzmann Method (LBM) is used to simulate the effect of thermal convection on the propagation of acoustic waves generated by a point acoustic source localized in the center of a square differentially heated cavity. Results were validated with those obtained in the literature and show that the effect of natural convection on the propagation of acoustic wave is almost neglected for low Rayleigh numbers ($Ra \leq 104$) and considerable for large Rayleigh numbers ($Ra \geq 105$).

Keywords: lattice Boltzmann method, thermal convection, propagation, acoustic waves



Seismic response assessment of pre-code reinforced steel

A. El Haouzi¹, B. Kissi², A. Timesli³, A. El Ghoulabzouri⁴

241975

Amphi 3

¹ ENSAM CASA, University Hassan II Casablanca, Morocco
elhaouzi4@gmail.com

² ENSAM CASA, University Hassan II Casablanca, Morocco
benaissa.kissi@gmail.com

³ ENSAH Al Hoceima, University Abdelmalek Essaadi, Tetouan, Morocco

⁴ ENSAH Al Hoceima, University Abdelmalek Essaadi, Tetouan, Morocco

In this study, nonlinear static analysis is performed to compare the structural response of two types of moment-resisting steel frames buildings: a) flexible Frame b) Rigid Frame with concentric diagonal braces under lateral loading. For this purpose, the existing moment-resisting frames designed according to two different stiffness levels were used as case studies. The buildings having 5 storey's consist of the same plan and three bays on both directions. Then, concentric steel braces were inserted in the middle bay of each frame. For the braced frame structures, diagonal type X configuration was utilized. Capacity curve, inter-storey drift index, global damage index, Pushover curve (variation of storey displacements with height, roof displacement time history, and plastification in the frame members were evaluated for all frame systems. finally results of performance point will be discussed.

Keywords: performance-based engineering, RPS2000, finite element, nonlinear static analysis, seismic design



⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 36 — #54

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕



Mercredi 17 Avril 2019



⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 38 — #56

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕

Session 7 T1 : Dynamique et vibrations

Chairman: Pr. M.N. Ichchou France

Mercredi 8h30–10h30 ENSET Rabat **Amphi 1**

The experimental validation of a numerical model for the receptance prediction

241411

Amphi 1

A. Zougari, J. Martínez

Mechanical Engineering Department, Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Diagonal 647, 08028 Barcelona, Spain
ayoub.zougari@gmail.com, jmartinez.miralles@upc.edu

The traditional ballasted track with wooden sleepers covers today most railway lines constructions, including the tracks of tram and metro or the industrial railway branching. In this work, we present an experimental methodology to validate a numerical model based on finite element method, the model was previously well defined using the ANSYS Parametric Design Language (APDL) and adapted to represent a classical ballasted track. The obtained result of the analysis is expressed as a frequency response of the track and it is compared to the experimental result from measurements made on the metropolitan classical railway track of Barcelona.

Keywords: numerical model, vibration response, frequency response, experimental result

Non-linear vibrations of functionally graded non-uniform cracked beams

240684

Amphi 1

M. Chajdi¹, A. Ahmed², K. El Bikri^{1,3}, R. Benamar⁴

¹ *Mohammed V University in Rabat, ENSET Rabat, MSSM, B.P. 6207, Rabat Instituts, Rabat, Morocco ENSET, B.P. 6207 Avenue des Forces Armées Royales, Rabat 10100, Maroc*

² *Laboratoire de Mécanique Productique & Génie Industriel HassanII University in Casablanca KM 7 N1, Casablanca, Maroc*

³ *EL BIKRI Khalid B.P. 6207, Rabat Instituts, Rabat, Morocco, Maroc*

⁴ *Laboratoire des Etudes et Recherches en Simulation, Instrumentation et Mesures (LERSIM)*

This paper presents a semi-analytical approach to investigate the geometrically non-linear free vibrations of functionally graded beams with geometrical discontinuities. The theoretical model is based on the Euler-Bernoulli beam theory and the Von Karman geometrical non-linearity assumptions. The neutral surface approach is developed to reduce the problem examined to that of an equivalent isotropic homogeneous non-uniform beam. Harmonic motion is assumed in the non-linear analysis. Hamilton’s Principle is applied to the discretized expressions for the beam total strain and kinetic energies, so as to obtain a non-linear algebraic system solved using an approximate explicit method. The numerical

40 Session 7. T1 : Dynamique et vibrations

results, validated via comparisons with few available results, shows the effects of crack and the volume fraction on the dynamic behaviour.

Keywords: non-linear vibrations, crack, nonuniform beams, functionally graded beams

Gravity effect on structural stiffness and vibration of tall buildings

A. Abed¹, O. Moustachi²

240640

Amphi 1

¹ Civil Engineering Laboratory, Mohammadia School of Engineering
ahmedabed.ing@gmail.com

² Civil Engineering Laboratory, Mohammadia School of Engineering
moustachi@emi.ac.ma

A new model for studying a building's vibration was suggested. The differences between the current and new models were derived and interpreted. Finally, an analysis of the effect of gravity on natural frequencies was performed.

Keywords: model, gravity, inverted pendulum, building, vibration

Dynamic analysis of beams on fractional viscoelastic foundation subject to a variable speed moving load

A. Ouzizi¹, F. Abdoun¹, L. Azrar^{1,2}

240598

Amphi 1

¹ Centre STIS, M2CS, ENSET, Mohammed V University, Rabat, Morocco

² Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, KAU, Jeddah, Saudi Arabia

The present paper investigates the dynamic response of beams resting on fractional viscoelastic foundation subjected to a moving load with variable speeds. The Galerkin with finite difference methods are used to deal with the governing equation of motion. The effect of various parameters, like fractional order derivative, foundation stiffness and damping, speed of moving load on the response of the beam are investigated and discussed.

Keywords: moving loads, variable speed, viscoelastic foundation, vibration, fractional derivative

Geometrically non-linear vibration of fully clamped rectangular plates carrying an eccentric point mass

M. Hamdani, M. El Kadiri, R. Benamar

240559

Amphi 1

Ecole Mohamadia d'ingénieurs Ecole Mohamadia d'ingénieurs, B.P. 765, Rabat Maroc, Maroc

Plates carrying point masses (PCPM) at various locations, investigated before by M. Amabili, may be encountered in many engineering fields, making it important to know how the added masses affect the plate frequencies and mode shapes, especially at large vibration amplitudes. The non-linear formulation, based on Hamilton's principle and spectral analysis, involve a fourth order tensor due to the non-linearity. Unlike the symmetric



case examined in the CSNDD'2018, the eccentric mass induces a non symmetry requiring a change of basis, from the PFB (plate functions basis) to PMB (plate modal basis) before solving the non-linear algebraic system. The single mode approach permitted to obtain the backbone curves of (PCPM), useful for engineers wishing to shift the frequencies to avoid occurrence of undesirable resonances.

Keywords: rectangular plate, eccentric point mass non-linear vibration

Vibrations avec amortissement non linéaire approche stochastique

M. Lamrhari¹, D. Sarsri², L. Azrar³, M. Rahmoune¹

240328

Amphi 1

¹ Laboratoire d'Etude des Matériaux Avancés et Applications, FS-EST, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc

² Laboratoire des Technologies Innovantes, ENSA, Université Abdelmalek Essaadi, Tanger, Maroc

³ Département de mathématiques appliquées & info, ENSET, Université Mohammed V, Rabat, Maroc

Cet article décrit une approche stochastique du comportement vibratoire d'une structure à amortissement non linéaire. L'approche déterministe est basée sur des équations de mouvement comprenant la non-linéarité de l'amortissement. Pour le calcul stochastique, les déviations ont été affectées aux paramètres d'entrée du modèle mathématique. La distribution probabiliste de ces paramètres doit refléter des situations opérationnelles réelles. Les simulations numériques ont été effectuées avec MATLAB à l'aide de la méthode de Monte Carlo et de perturbation. Les courbes résultantes pour les paramètres étudiés peuvent trouver une application pratique dans l'optimisation des machines rotatives (machine à laver), où les paramètres de masse, de position du centre de gravité, etc. changent en cours de fonctionnement.

Mots-Clés : amortissement non linéaire, stochastique, monte carlo, perturbation

Three-dimensional modeling of the static behavior of magneto-electro-elastic multilayer plates based on an elastic support

237947

Amphi 1

M. Hamidi¹, S. Zaki^{1,2}, M. Aboussaleh¹

¹ Equipe M2I, Laboratoire des Sciences et Métiers de l'Ingénieur, Université Moulay Ismail, ENSAM Meknès, Maroc

² Equipe M2AI, Laboratoire Mécanique Mécatronique et Commande, Université Moulay Ismail, ENSAM Meknès, Maroc

In this communication, the state space method is used to analyze the static behavior of laminated magneto-electro- elastic rectangular plates with simply supported boundary conditions based on an elastic support. The mathematical formulation is elaborated in a general form and an arbitrary number of layers as well as the orthotropic behavior can be considered. The methodology is based on the mixed formulation, in which basic unknowns are formed by collecting displacements, stresses, electrical displacements,



42 Session 7. T1 : Dynamique et vibrations

electrical potential, magnetic induction and magnetic potential. As special case, multi-layered rectangular plate is analyzed under the surface loading with simply supported boundary conditions based on an elastic support. The procedure of calculation shows that the formulation presented here is simple and direct.

Keywords: *multilayer plates, magneto-electro-elastic, elastic support, state space method, static*

Session 8 T2 : Modélisation en mécanique des solides et des structures

Chairman: Pr. A. El Mahi France

Mercredi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 2

Modélisation du problème d'évolution élastoplastique et du contact par la méthode sans maillage EFG et l'approximation MLS

242991
Amphi 2

K. Elahrach, H. Fihri-Fassi, R. El Jid, R. Ourihi

Laboratoire IMII, Equipe 2EI, Université Hassan premier, FST-Settat, Maroc

Ce papier présente un modèle numérique basé sur la méthode sans maillage de Galerkin « Elément Free de Galerkin, EFG » [1–4] pour la résolution des problèmes d'évolution élastoplastique en présence d'une loi non associée de contact avec frottement [5–7]. Ce travail est une extension des travaux antérieurs publiés par H. FIHRI et al. [3,4,7]. Le problème d'évolution élastoplastique non linéaire est formulé en utilisant le schéma d'intégration implicite de J.J Moreau [2,3,8], et il est discrétisé par la méthode sans maillage Galerkin couplée avec les fonctions d'approximation obtenues par la méthode des moindres carrées mobiles MLS [9] « Moving Least Square ». Une quadrature de Gauss est adoptée pour évaluer les intégrales de la forme faible du problème et grâce aux multiplicateurs de Lagrange, les difficultés dues à l'imposition des conditions aux limites sont surmontées. La performance de l'approche est testée sur des problèmes élastoplastiques avec ou sans contact et l'efficacité de l'algorithme proposé est validée en comparant les résultats obtenus avec ceux obtenus par des algorithmes basés sur la méthode des éléments finis.

Mots-Clés : élément free de Galerkin (**EFG**), moving least square (**MLS**), bipotentiel, contact, frottement, coulomb, élastoplasticité

Development of a innovative solution for energy recovery from the flow exhaust gas on bench test facility of turbofan aircraft engine through the use of innovative design methods: definition of the process and the operating environment

241571
Amphi 2

A. Rahoui, Z. Aalaoui, M. Taha-Janan

Applied Mechanics and Technologies Research Laboratory/ ENSET University Mohammed 5 Rabat, Morocco

Currently, in the world of aviation, several research center focused on increasing the efficiency of aircraft engines, development of new more efficient engine technologies, sustainable sources of alternative fuels, improved traffic management air to ground and air, and more.

44

Session 8. T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures

In our work we will deal with a new subject of research focused on the bench test operation of the engines during these overhaul revisions in repair shops.

The objective is to define a technological solution to reduce CO₂ carbon footprint of the aircraft engine in this phase of its life cycle. To do it, we will present in this communication the definition of our case of study (aircraft engines and bench test facilities), a synthesis of innovative design methods (the choice of Axiomatic Design & Design for assembly), and the research method applied to this case; That at the end, to define the operating environment regarding to the thermodynamic state of the exhaust gases from the jet engine along and out of the bench test. These results will be used as input data in modeling of technological solution according to the levels of integration, innovation and production.

Keywords: turbofan engine, design, simulation, flow, engine test, energy, fem, bench test facility

A review and application of the failure criteria on a graphite epoxy under three-point bending test

241352

Amphi 2

Y. Benbouras, M. Bellahkim, A. Maziri, E. Mallil, J. Echaabi

Équipe de Recherche Appliquée sur les Polymères, Département de Génie Mécanique, ENSEM, Université Hassan II de Casablanca, BP 8118, Oasis, Casablanca, Maroc

The application of failure criteria are difficult partly because they are too various and must be validated by biaxial tests, which are expensive to be achieved. In this work, a software program has been elaborated for application of the most general failure criteria and prediction of successive failure. Finally, the results obtained by this analytical modeling show a good correlation with those carried out by experimental study.

Keywords: three-point bending test, failure criteria, successive failure

Microstructure effect on the mechanical properties of heterogeneous composite materials

241267

Amphi 2

A. Mikdam², A. Makradi², Y. Koutsawa², S. Belouettar¹

¹ Laboratoire de Physico-Chimie des Matériaux Appliqués, Université Hassan II de Casablanca, Maroc

² Centre de Recherche Public Henri Tudor, 29, avenue John F. Kennedy, L-1855 Luxembourg-Kirchberg, Luxembourg

Statistical continuum theory is a powerful tool for predicting effective properties of heterogeneous materials, where the shape of the fillers is random over the representative volume element (RVE). Due to this geometrical complexity of the shape of fillers, the heterogeneous material might present some anisotropy, which can be difficult to measure experimentally. In these cases the statistical continuum theory can be used as a tool to predict the degree of anisotropy. The aim of the present work is to present an implementation method based on analytical probability functions that can be easily integrated numerically to predict the effective properties of heterogeneous materials. In this

regard, the strong-contrast version of the statistical continuum theory is used to predict the effective mechanical properties of heterogeneous materials.

Keywords: statistical continuum theory, heterogeneous material, effective mechanical properties, probability functions

**Probabilistic methodology for reliability assessment
of electronic packages**

240656

Amphi 2

H. Hamdani¹, B. Radi², A. El Hami³

¹ LMN, Normandie Univ, INSA Rouen, 76000 Rouen, France & LIMII, FST Settat, BP: 577, Route de Casa, Settat

hamid.hamdani@insa-rouen.fr

² LIMII, FST Settat, BP: 577, Route de Casa, Settat, Morocco

bouchaib.radi@yahoo.fr

³ LMN, Normandie Univ, INSA Rouen, 76000 Rouen, France

abdelkhalak.elhami@insa-rouen.fr

In the mechatronic devices, the finite element analyses are the most used method to determine time-dependent solder joint fatigue response under accelerated temperature cycling conditions, the deterministic analyses are the most used methods. However, the design variables show variability and randomness which will affect the lifetime prediction quality. This paper focuses on solder joint reliability in tape-based chip-scale packages (CSP) with the consideration of uncertainties in material parameters.

Keywords: chip-scale packages, finite-element analysis, kriging metamodel, monte-carlo, solder joint

Meshfree method for large deformation in dynamic problems

234684

Amphi 2

Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Mécanique et Génie Civil, Tanger, Maroc

We present a new meshless method, Taylor-SPH, for the numerical analysis of large deformation dynamic problems. This method is based on the previous work developed by the authors to solve solid dynamics problems within the framework of small deformation theory. The governing equations are given in terms of stress and velocity using the updated Lagrangian approach. The Jaumann rate of the Cauchy stress is used to get an objective stress rate tensor. The Taylor-SPH method is based on two sets of particles resulting on avoiding the classical tensile instability. In order to assess the accuracy of the proposed method, numerical examples based on elastic material involving large deformation are solved.

Keywords: Taylor-SPH, Meshfree method, Large deformation, Dynamic

Session 9 T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

Chairman: Pr. Z. Zrikem Maroc

Mercredi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 3

Cilicium atom and light interaction described by relativistic quantum mechanics dedicated to improve solar panel efficiency

242152
Amphi 3

H. Mahmoud

LMFA, Université de Claude Bernard, Lyon 1, France

A mathematical model describing photon-atoms interaction is written in this paper, the interaction concerns the internal degree of freedom of the atom, namely, the electronic configuration. The purpose of the model is to understand the interaction and eventually to improve the efficiency of solar panel. The model is based on Dirac relativistic quantum mechanics. The proposed equations are numerically solved for silicon atom subjected to sunbeam and the mean square electron-nucleus distance of the electron as well as the density of probability are computed for some imposed external ray, a large distance is interpreted as an atomic bond break up.

Keywords: solar panel, relativistic quantum mechanics, sunbeam/atom interaction, photovoltaic

Novel cascade solar desalination still: mathematical, numerical and experimental analysis

241980
Amphi 3

M. Bouzaid, N. Mouhsin, M. Taha-Janan, M. Oubrek, O. Ansari

PCMT, Laboratoire de Mécanique Appliquée et Technologies, Centre de Recherche en Sciences et Technologies Industrielles et de la Santé, ENSET, Mohammed V University in RABAT, Avenue de l'Armée Royale, BP 6207 Rabat-Instituts, Morocco

Morocco is considered as a water-stressed country and is among the countries that face fresh water scarcity. However Morocco has an important solar energy and a significant amount of seawater and ocean. Therefore converting saline water to fresh water using solar energy is the perfect and the cleanest solution. Solar still is the simplest, cleanest and cheapest technology of solar desalination. In this paper a novel solar still with stepped-slope absorber plate and baffles was proposed and developed in order to enhance the thermal performance of the conventional solar stills. In order to validate the performance of the developed technology a comparative study were elaborated. A mathematical model was developed. The energy balance equations for the various elements of the solar still are formulated and numerically solved using the dynamic simulation



program Matlab/SimulinkTM and the Euler explicit method programmed by C++. Also, the experimental process of the new construction was evaluated and validates the new pattern performance. The thermal performance was investigated and shows considerable improvement through the new construction.

Keywords: solar desalination, brackish water, stepped solar still, cascade solar still, heat transfer

**Synthesis study on thermal insulation improvement
in construction materials**

241913
Amphi 3

A. Lachheb¹, R. Saadani¹, M.R. Kabiri², M. Rahmoune¹

¹ Laboratoire d'Etude des Matériaux Avancées et Applications, FSM-ESTM, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc

² Laboratoire Sciences et métiers de l'ingénieur, ENSAM, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc

Improving thermal insulation of buildings envelopes can reduce their energy consumption and related CO₂ emissions considerably. Searching for new and innovative insulation materials is therefore a key challenge. This work presents a synthesis study on series of experiments showing the addition effect of different additives on plaster and cement composite thermal properties. The results obtained using the box method show a significant improvement of thermophysical properties with the increase of additives incorporation rate. From an energy and environmental point of view, the results of the annual simulations carried out for a typical building located in Meknes indicated that the use of the proposed materials has economic and environmental benefits.

Keywords: plaster, cement, additives, thermophysical properties, energy efficiency

**Direct carbon fuel cell simulation using hybrid LB-FV approach:
effect of carbon fuel specific surface area**

240718
Amphi 3

A. El Mansouri, M. Hasnaoui*, I. Filahi, A. Amahmid, M. Alouah, Y. Dahani

UCA, Faculty of Sciences Semlalia, Physics Department, LMFE, BP 2390, Marrakesh, Morocco

The present work deals with transient simulation of the direct carbon fuel cell (DCFC) using a hybrid Lattice Boltzmann and finite volume approach. The numerical model was first validated against available experimental data. Then, a parametric study was carried out to investigate the effect of the specific surface area (SSA) of the carbon fuel on the DCFC performance. The increase of the SSA was found to reduce the anodic activation losses, minimize the voltage drop in the cell and ameliorate its output power density.

Keywords: direct carbon fuel cell, lattice Boltzmann method, carbon fuel, specific surface area



Thermal transfer of nanofluids based on carbon nanotubes/glycerol and study of their rheological behavior

240659
Amphi 3

S. Lahlou, R. Sehaqui, N. Lahlou, M. Ouazzani Touhami

Department of Physics, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, 20470 Casablanca, Morocco

In the field of heat transfer, the use of the properties of rheological behavior inherent to suspensions of nanoparticles in heat transfer fluids has been the subject of several years of work. Our study concerns the particular case of suspensions of multilayered carbon nanotubes (MNTCs) in glycerol. We highlight the effect of the mass fraction φ of (MNTCs) on the rheology of the solutions for $0.1\% \leq \varphi \leq 1\%$, on the temperature [30–80 °C] and the effect on a heat exchanger. The experimental results obtained are described by viscoplastic models for which the yield stress increases with φ . We then propose a law of polynomial evolution of the apparent viscosity as a function of the volume fraction for each value of the shear rate varying from 0s-1 to 100s-1.

Keywords: rheology, nanofluid, carbon nanotube, empirical law, heat exchanger

Session 10 T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

Chairman: Pr. L. Cordier France

Mercredi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 4

Generation of a square flow by acoustic streaming

V. Botton*, T. Cambonie, D. Henry, S. Miralles, B. Moudjed, H. Ben Hadid

243026
Amphi 4

Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, CNRS/Université de Lyon, Ecole Centrale de Lyon / Université Lyon 1 / INSA de Lyon, ECL, 36 Avenue Guy de Collongue, 69134 Ecully Cedex, France

* INSA Euro-Méditerranée, Université Euro-Méditerranéenne de Fès, Morocco

Recently published experimental and numerical investigations of acoustic streaming in water are described, with the objectives of using it as an efficient tool for mixing. The acoustic beam is produced by an ultrasonic transducer. This beam enters a square cavity at mid-height through a window, reflects successively on the other walls and leaves the cavity through the same window. The acoustic force existing inside these beams generates four jets, which drive a square flow inside the cavity. The properties of this square flow are described and the evolution of its dynamics, when the acoustic intensity is increased, is studied.

Keywords: acoustic streaming, square flow, mixing

Separation stability in binary mixtures with negative Soret numbers

B. Šeta¹, E. Lapeira², D. Dubert¹, F. Gavaldà¹, M.M. Bou-Ali², X. Ruiz¹

242547
Amphi 4

¹ Department of Physical and Inorganic Chemistry, Universitat Rovira i Virgili, C/ marcel.li Domingo s/n, 43007 Tarragona, Spain

² Mechanical and Industrial Manufacturing Department, MGEP Mondragon Goi Eskola Politeknikoa, Loramendi 4 Apdo. 23, 20500 Mondragon, Spain
berin.seta@urv.cat

In the present work, by using a parallel thermogram, the temperature gradient has been investigated, with significant coefficients. Experiments and numerical analysis were conducted for DCMIX2 Toulene-Methanol binary subsystem. This binary subsystem has a broad range of negative Methanol which has been analyzed. Two different concentrations have been studied in order to confirm the existence of temporal stability. OpenFOAM, for both cases.

Keywords: negative Soret, separation stability, binary mixtures, themogravitational microcolumn

Control of the interfacial instabilities in a circular Hele-Shaw cell oscillating with a periodic angular velocity

242545
Amphi 4

J. Bouchgl^{1,2}, S. Aniss³, A. Hifdi³, M. Souhar⁴

¹ Institut Supérieur des Pêches Maritimes, Agadir
jamila.bouchgl@gmail.com

² Laboratory of energy Engineering, Materials and Systems, ENSA, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

³ University Hassan II- Casablanca, Faculty of sciences Aïn-chock, laboratory of mechanics, Casablanca, Morocco

⁴ LEMTA, UMR CNRS 7563, université de lorraine, France

The stability of an interface of two viscous immiscible fluids of different densities and confined in a Hele-Shaw cell which is oscillating with periodic angular velocity is investigated. A linear stability analysis of the viscous and time-dependent basic flows, generated by a periodic rotation, leads to a time periodic oscillator describing the evolution of the interface amplitude. In this study, we examine mainly the effect of the frequency of the periodic rotation on the interfacial instability that occurs at the interface.

Keywords: Hele-Shaw cell, parametric instability, periodic rotation, stability analysis

Instabilité paramétrique de l'interface en cellule de Hele-Shaw

242467
Amphi 4

University Hassan II of Casablanca, Faculty of Sciences Aïn-Chock, Laboratory of Mechanics, Casablanca, Morocco
azeddinerachik@gmail.com, said.aniss@etu.univh2c.ma

Dans ce travail, nous présentons une étude de stabilité linéaire de l'interface liquide-air en cellule de Hele-Shaw. Cette dernière est soumise à des oscillations verticales périodiques. Le problème de stabilité linéaire est réduit à une équation de Mathieu régissant l'évolution de l'amplitude de l'interface. En utilisant les méthodes spectrales, pour la résolution numérique de cette équation, nous déterminons les zones stables et instables dans le diagramme décrivant l'amplitude d'excitation en fonction du nombre d'onde.

Mots-Clés : instabilité paramétrique, équation de Mathieu, cellule de Hele-Shaw

Data assimilation for control of a plane mixing layer

242220
Amphi 4

Institut Pprime, CNRS, Université de Poitiers, ISAE-ENSMA, UPR 3346, 11 Boulevard Marie et Pierre Curie, BP 30179, F86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex, France
nishant.kumar@cnrs.pprime.fr

The design of active model-based flow controllers requires the knowledge of a dynamical model of the flow. However, real-time and robust estimation of the flow state remains a challenging task when only limited spatial and temporal discrete measurements



are available. In this study, the objective is to draw upon the methodologies implemented in meteorology to develop dynamic observers for flow control applications. Well established data assimilation (DA) method using Kalman filter is considered. These approaches are extended to both estimate model states and parameters. Simple non-linear dynamical models are first considered to establish quantitative comparisons between the different algorithms. An experimental demonstration for the particular case of a plane mixing layer is then proposed.

Keywords: data assimilation, active flow control, plane-mixing layer

Impact of model resolution on numerical weather prediction

Z. Sahlaoui^{1,2}, S. Mordane²

242118

Amphi 4

¹ CNRMSI, Direction de la Météorologie Nationale B.P. 8106 Casablanca, Maroc
sahlaoui_zahra@yahoo.fr

² LPPPC, Faculté des Sciences Ben M'sik, Université Hassan II Casablanca, Maroc
mordanesoumia@yahoo.fr

Several model configurations are used in Morocco for numerical weather prediction (NWP). The aim of this work is to verify the impact of resolution on the quality of models forecast, particularly the precipitation field. Three model configurations are tested with 7.5 km, 5 km and 2.5 km resolution. A rainy event over the North-East of Morocco is studied. The impact on models performances is assessed through the comparison of precipitation forecasts with the adjusted quantitative precipitation estimate from weather radar. The results show that the model with 2.5 km resolution gives the best quality precipitation forecast in term of both intensity and localisation.

Keywords: numerical models, weather prediction, resolution, precipitation forecast



Session 11 T1 : Dynamique et vibrations

Chairman: Pr. G.E. Ntamack Cameroun

Mercredi 14h30–16h30 ENSET Rabat **Amphi 1**

Determination de la frequence naturelle et mode propres d'une pale d'hydriolienne a l'aide de la methode analytique et de la methode des elements finis

240560
Amphi 1

S. Hazim¹, A. El Ouattouati¹, M. Taha-Janan¹, A. Ghennioui²

¹ *Mohammed V University of Rabat Higher School of Technical Education*

² *Institut de recherche en énergie solaire et énergie nouvelle IRESEN*

Le présent document a pour objectifs la contribution à l'étude dynamique de la réponse vibratoire des pales d'hydriolienne soumise à certaines conditions en calculant les fréquences et modes propres. L'étude est appliquée pour le cas de flexion simple sur deux types de pale : la première est à section constante et la deuxième est à section variable en utilisant des codes Matlab. Pour déterminer la fréquence propre d'une pale à section variable, le problème est résolu à l'aide d'une analyse par éléments finis. Par contre, une méthode analytique est utilisée pour résoudre l'équation du mouvement de la pale à section constante soumis à certaines conditions aux limites, afin de déterminer les formes de mode des fréquences propres correspondantes.

Mots-Clés : fréquences, mode propres, méthode des éléments finis, pale, flexion

Nonlinear multimodal electromagnetic device for vibration energy harvesting

237680
Amphi 1

K. Aouali^{1,2}, Z. Zergoune¹, N. Kacem¹, B. Noureddine¹, E. Mrabet¹,
M. Haddar²

¹ *Univ. Bourgogne Franche-Comté, FEMTO-ST Institute, CNRS/UFC/ENSMM/UTBM, Department of Applied Mechanics, 25000 Besançon, France*

² *Univ. Sfax, National Engineering School of Sfax, Research Laboratory of Mechanics Modeling and Production, 3038 Sfax, Tunisia*

A multimodal vibration energy harvesting in a periodic system is proposed. The multimodal approach and the nonlinearity are implemented in order to improve the performances of the studied device. The periodic system, based on electromagnetic transduction, consists of two weakly coupled magnets mechanically guided by two elastic beams. The quasi-periodic system is obtained by varying the mass of one of the moving magnets which leads to the vibration energy localization in regions close to the imperfections. This phenomenon is exploited to maximize the harvested energy. The mechanical nonlinearity is introduced by considering large displacements of the beams. The system is modeled by two coupled forced Duffing equations. The governing equations are solved using finite

difference method combined with arc-length method. It is shown that the introduction of the nonlinearity leads to the enlargement of the bandwidth and the increase of the amplitude of the vibration.

Keywords: vibration energy harvesting, multimodal method, energy localization, nonlinearity, quasi-periodic structure

Vibration analysis of a magnetostrictive actuator by meshless method

237669
Amphi 1

K. Belfallah, A. Hamdaoui, M. Jamal, B. Braikat, N. Damil

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

The aim of this work consists to model and simulate the vibrations of magnetostrictive actuators. The mechanical modeling of the actuator is performed using a one-dimensional magnetostrictive rod attached to an elastic spring. The formulation of problem is carried out using the Euler-Bernoulli theory of elastic beams taking into account the coupling of mechanical and magnetic effects. The beam is assumed to be subjected to an axial magnetic field. The dynamical equation of the actuator is obtained by applying the Lagrangian formalism. The vibrations of the actuator are governed by a spatio-temporal partial differential equation whose coefficients are depended on time. Its resolution is made by adopting two numerical approaches, the Moving Least Squares and the Radial Point Interpolation method.

Keywords: vibration, magnetostriiction, magnetostrictive material, actuator, rod, moving least squares (MLS), radial point interpolation method (RPIM)

Vibration suppression for high speed railway bridges using fluid viscous dampers

237500
Amphi 1

M. Tahiri¹, A. Khamlichi², M. Bezzazi¹

¹ Department of Physics, Mechanical and Civil Engineering laboratory, Faculty of Sciences and Technology, University Abdelmalek Essaadi, Tangier, Morocco
tamamed7@gmail.com

² Department STIC, Communication Systems and Detection Laboratory, National School of Applied Sciences, University Abdelmalek Essaadi, Tetouan, Morocco
khamlichi7@yahoo.es

The results of experimental and theoretical investigations of railway bridges have shown the significant dynamic responses exceeding that anticipated on certain railway bridges, such as a resonance phenomenon who have a great effect in the bridge. Alternatively, the use of structural control systems devices might be a very promising solution to attenuate undesirable vibration. The aim of this study, first, is to investigate the possibility of reducing the acceleration in an acceptable level by using fluid viscous dampers. The bridge-damper system is described by a single-degree-of-freedom model. The, dampers are connected between the bottom surface of the bridge deck and the abutment, Finally

54 Session 11. T1 : Dynamique et vibrations

a linearisation model and a comparative study in order to investigate the effect of the nonlinearite of the device in the dynamic response of the system.

Keywords: railway bridges, resonance, passive control, fluid viscous dampers, nonlinear damping

Influence des vibrations non-linéaires sur l'état des surfaces en usinage à sec : modèle analytique

237103

Amphi 1

E. Kibou¹, S. Dellagi², I. Majdouline³, A. Moufki¹

¹ Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux, Université de Lorraine, CNRS, Arts et Métiers Paris Tech, LEM3, F-57000 Metz, France
abdelhadi.moufki@univ-lorraine.fr

² Laboratoire de Génie Informatique, de Production et de Maintenance (EA 3096) LGIPM, UFR MIM, Université de Lorraine, 57070 Lorraine, France
sofiene.dellagi@univ-lorraine.fr

³ Laboratoire d'Innovation Durable et Recherche Appliquée, LIDRA, Université internationale d'Agadir Universiapolis, Bab Al Madina Quartier Tilila, 80000 Agadir, Maroc
ilias@e-polytechnique.ma

Dans les procédés d'usinage, les vibrations représentent un problème majeur pour la recherche d'une plus grande productivité et d'une meilleure qualité des pièces (état de surface médiocre, usure rapide des outils, ruptures dans les composants de la machine,). Dans ce travail, on présente un modèle analytique des vibrations auto-excitées non-linéaires permettant de prédire la rugosité de la surface usinée. Cette dernière dépend fortement des non-linéarités liées aux mécanismes de la coupe et qui sont accentuées quand l'outil se met à vibrer : variation, en fonction des oscillations de l'outil, des conditions de coupe et du comportement tribologique à l'interface outil-copeau.

Mots-Clés : vibrations auto-excitées non-linéaires, usinage, frottement, modélisation

Modélisation de la vibration non linéaire des poutres en rotation par un algorithme implicite d'ordre élevé

236987

Amphi 1

O. Bourihane^{1,2}, B. Braikat², M. Jamal², N. Damil²

¹ Laboratoire de Génie Mécanique, Faculté des Sciences et Techniques Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route d'Imouzzer BP 2202, Fès, Maroc

² Laboratoire d'Ingénierie et Matériaux, Faculté des Sciences Ben M'Sik, Université Hassan II de Casablanca, Avenue Cdt Idriss Al Harti, B.P 7955 Sidi Othman, Casablanca, Maroc

Ce travail concerne la modélisation par éléments finis de la vibration non linéaire des poutres en rotation. L'analyse proposée est faite en utilisant un algorithme implicite d'ordre élevé avec pré-conditionneur. Cette modélisation prend en compte les grandes rotations. Les équations du mouvement sont établies sans aucune approximation sur l'amplitude de l'angle de rotation. Des simulations numériques de la vibration non linéaire des poutres en rotation sont représentées.

Mots-Clés : vibration, éléments finis, méthode asymptotique numérique MAN, algorithme implicite d'ordre élevé



Vibrations piezo-control of fgm beam in a thermal environment

K. El Harti¹, Med. Rahmoune², M. Rahmoune³, M. Sanbi¹, R. Saadani¹,
M. Bentaleb¹

236441
Amphi 1

¹ *laboratoire d'étude des matériaux avancés et applications, EST-FS, University of Moulay Ismail, Meknès*

² *National School of Applied Sciences, University of Mohammed First, Oujda*

³ *National School of Applied Sciences, University of Abdelmalek Essaadi, Tétouan*

An analytical method on the active vibration control of a functionally graded beam equipped with layers of piezoelectric sensors and actuators, in a thermal environment, is studied. The study based on Euler-Bernoulli theory and finite element method, applied to a flexible beam divided into a finite number of elements. The equations of motion are obtained by applying the principle of Hamilton. The structure is modeled analytically then numerically and the results of the simulations are presented to visualize the states of their dynamics.

Keywords: FGM materials, piezoelectricity, EulerBernoulli, LQG Control-Kalman

Session 12 T2 : Modélisation en mécanique des solides et des structures

Chairman: Pr. D. Sarsri Maroc

Mercredi

14h30–16h30

ENSET Rabat

Amphi 2

Analyses statique et dynamique modale des solides et des structures par éléments finis hexaédriques avec des DDLs de rotations

240610
Amphi 2

W. Zouari¹, M. Assarar¹, F. Hammadi², R. Ayad³

¹ Université de Reims Champagne-Ardenne, LISIM, IUT de Troyes, Troyes, France
wajdi.zouari@univ-reims.fr, mustapha.assarar@univ-reims.fr

² Université TAHRI Mohamed, L2ME, Bechar, Algérie
h_fodil@yahoo.fr

³ Université de Reims Champagne-Ardenne, LISIM, ESI Reims, France
rezak.ayad@univ-reims.fr

Une des voix d'amélioration des éléments finis de 1er ordre s'est manifestée dès le début des années 90. Il s'agit d'éléments finis 3D avec degrés de liberté rotationnels additionnels [1]. C'est dans ce contexte que notre contribution se situe en proposant un concept élémentaire nouveau ayant abouti à la formulation d'éléments finis spéciaux 3D simples de géométrie et capables de rivaliser en terme de précision avec des éléments d'ordre élevé. Il s'agit notamment du concept de rotation de fibre dans l'espace (SFR : Space Fibre Rotation) [2,3]. Dans ce cadre deux éléments finis hexaédriques, présentant des degrés de liberté de déplacement et de rotation, seront présentés et leurs performances seront montrées à travers l'analyse statique et modale de problèmes structuraux variés.

Keywords: élément fini hexaédrique, degrés de liberté de rotation, SFR concept, analyse statique, analyse modale

Analyse par éléments finis du comportement d'un joint torique utilisé en étanchéité statique

240556
Amphi 2

E. Bahloul¹, M. Diany², H. Aissaoui³, M. Mabrouki⁴

Faculté des Sciences et Techniques de Béni Mellal. Maroc

Ce travail présente une analyse par éléments finis, développé à l'aide du logiciel Ansys, du comportement d'un joint torique inséré dans une rainure dans une structure d'étanchéité statique. Le jeu mécanique d'extrusion et le frottement sont deux paramètres clés que leurs effets sur la distribution des contraintes sont analysés.



Les résultats du modèle numérique confirment la forme classique de la pression de contact d'Hertz. Le choix approprié du jeu mécanique d'étanchéité et du coefficient de frottement pour les différentes conditions de pression améliore la fiabilité d'un joint torique.

Mots-Clés : joint torique, coefficient de frottement, extrusion, pression de contact, jeu mécanique d'étanchéité

Un algorithme d'ordre élevé pour le calcul élastique non linéaire des structures hélicoïdales

240329
Amphi 2

F. Boussaoui, H. Lahmam, B. Braikat

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

On se propose dans ce travail de modéliser et simuler numériquement le comportement élastique non linéaire des structures élastiques hélicoïdales à l'aide d'un algorithme d'ordre élevé, basé sur la Méthode Asymptotique Numérique (MAN) [5]. La non-linéarité considérée ici est de type géométrique et la cinématique adoptée dans cette modélisation numérique est celle de Timoshenko afin de tenir compte de l'effet de cisaillement dans la déformation élastique de la structure considérée. L'élément fini utilisé dans la discrétisation de la ligne moyenne de cette structure est de type curviligne à deux nœuds et à six degrés de liberté par nœud. À l'aide d'un exemple simple de poutre hélicoïdale, nous montrons l'efficacité de l'algorithme réalisé qui réside dans la réduction du nombre d'inversions de la matrice tangente et ce en comparaison avec l'algorithme itératif incrémental de Newton-Raphson [6].

Mots-Clés : structure hélicoïdale, élasticité non-linéaire, cinématique de Timoshenko, élément fini curviligne, méthode asymptotique numérique, méthode de Newton-Raphson

Analytical modelling of elastic interference fit joints for functionally graded materials

240208
Amphi 2

M. Belhaou¹, N. Laghzale²

¹ *Lamat Laboratory, Enset, Rabat, Morocco*
belhaou.meriem@gmail.com

² *Lamat Laboratory, Enset, Rabat, Morocco*
n.laghzale@um5s.net.ma

For a very long time, fretted assemblies have been made, in particular to provide wooden wheels with a more resistant running surface. Today, shrinking is an operation which consists in making a connection between two cylindrical parts with any material. In this paper, we're going to apply it for functionally graded materials. This work focuses on the analytical development of the residual stresses when the two assembled parts are circular



58 Session 12. T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures

cylinders and elastic deformation under plane strain condition. Both cylinders are made of functionally graded materials whose volume fractions are power functions of the radius. In order to simplify the calculations, we assume the Poisson's ration constant. We obtain the theoretical solutions by assuming a uniform strain field within the representative volume element and Von-mises criterion.

Keywords: functionally graded materials, residual stresses, interference, elastic deformation

Elastic-plastic stresses in shrink fit with a solid shaft

A. Mouâa¹, N. Eddine Laghzale², A.-H. Bouzid³

240184

Amphi 2

¹ LAMAT Laboratory, ENSET, Rabat, Morocco
amal.mouaa@um5s.net.ma

² LAMAT Laboratory, ENSET, Rabat, Morocco
n.laghzale@um5s.net.ma

³ ASME Fellow, ETS, Montreal, Quebec, Canada
hakim.bouzid@etsmtl.ca

Shrink fit joining a solid shaft and a cylinder requires an accurate estimate of the residual contact pressure to transmit high powers, as in the case of gas turbines. Such torques require deformations of materials beyond their elastic limits.

This paper presents an analytical model that analyses the stresses in a shrink fit assembly consisting of a solid shaft and a cylindrical hub operating in the elastic-plastic range. Assuming the hub to have a nonlinear work-hardening material behavior, the distribution of stresses as functions of the interference, and the effect of geometry on contact pressure and on interference are exhibited. To validate the analytic method, Finite Element Method was used.

Keywords: shrink fit, solid shaft, elastic-plastic deformation, stresses

Influence du rapport d'aspect et de l'épaisseur sur la disparition des plis lors de l'étirement des feuilles minces

239754

Amphi 2

S. Khalil¹, Y. Belaasilia¹, A. Hamadaoui¹, B. Braikat¹, M. Jamal¹, N. Damil¹, Z. Azari²

¹ Laboratoire d'Ingénierie et Matériaux (LIMAT), Faculté des Sciences Ben M'Sik, Hassan II University of Casablanca, Avenue Cdt Driss El Harti B.P. 7955, Sidi Othman, Casablanca, Maroc

² Laboratoire d'Étude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux, LEM3, CNRS, UMR 7239, École Nationale d'Ingénieurs de Metz (ENIM), Université de Lorraine, France

Ce travail a pour objectif l'étude numérique de l'influence du rapport d'aspect et de l'épaisseur d'une feuille mince soumise à une traction sur la disparition du plissement. Deux modèles de la déformation sont utilisés : le modèle de von Kàrmàn et un modèle



de von Kàrmàn Amélioré. Les équations non linéaires obtenues sont résolues par la Méthode Asymptotique Numérique (MAN) en utilisant l’élément fini DKT18 dans la discréétisation en espace.

Une comparaison entre les résultats obtenus par la MAN et ceux du code industriel Abaqus est présentée.

Mots-Clés : plissement, feuille, von Kàrmàn amélioré, traction, méthode asymptotique numérique



Session 13 T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

Chairman: Pr. A. Draoui Maroc

Mercredi 14h30–16h30 ENSET Rabat Amphi 3

Thermal efficiency in a cylindrical annular cavity fitted with two fins

A. El Amraoui, A. Cheddadi, M.T. Ouazzani

240633

Amphi 3

*Modelling of Energy Systems, Materials and Mechanical Structures, and Industrial Processes,
MOSEM2PI*

Mohammadia School of Engineering, B.P 756 Agdal, Mohammed V University in Rabat

We study numerically the natural convection in an annular space of radius ratio $R = 2$, filled with air ($Pr = 0.7$), bounded by two coaxial, horizontal and isothermal cylinders. Two fins are attached to the inner cylinder at.

Keywords: thermal transfer, fins, thermal efficiency

Correlated relationships for the flow intensity and heat transfer rate induced by combining of lateral heating effect and double-diffusive-Soret convection in a porous rectangular enclosure subject to vertical thermal and solutal gradients

A. Mansour¹, M. Mamou², A. Amahmid¹, M. Hasnaoui¹, M. Bourich³

240515

Amphi 3

¹ *University Cadi Ayyad, Faculty of Sciences Semlalia, Department of Physics, LMFE, Unit affiliated to CNRST (URAC 27), BP 2390 Marrakesh, Morocco
mansour.abdelmajid3@gmail.com*

² *Institute for Aerospace Research, National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0R6*

³ *University Cadi Ayyad, National School of Applied Sciences, Department of Physics, LMFE, Marrakesh Morocco*

This study deals with double diffusive convection within a rectangular porous layer where thermo-diffusion has a predominant effect on the convective flow stability. The porous layer is subject to vertical thermal and solutal gradients and lateral heating flux. The investigation is focused on a special situation where the lateral heat flux is balanced by the horizontally induced Soret mass flux which allows a possible equilibrium state that becomes unstable under certain conditions. The flow stability of the problem is studied and some universal correlations are developed for the flow intensity and the heat transfer rate, which will be valid for any aspect ratio independently of the governing parameter.

Keywords: numerical and analytical study, porous media, thermosolutal convection, soret effect

Écoulement glissant de Jeffery-Hamel dans un microcanal convergent avec conduction radiale chauffé avec une température uniforme

240437
Amphi 3

M. Niagui*, Y. Haddout, A. Oubarra, J. Lahjomri**

Université Hassan II, Faculté des sciences Ain Chock, Laboratoire de mécanique, Km 8 route d'El Jadida BP 5366 Maarif, Casablanca, Maroc

* niagui.mohammed@gmail.com, ** lahjomri@hotmail.com

This work is devoted to the determination of the analytical solution of the problem of the laminar forced convection of the Jeffery-Hamel slip flow through a convergent microchannel. The analytical solution is obtained by using a self-adjoint formalism of the functional analysis. The solution represents an extension of the solution obtained in the conventional continuum flow by considering the boundaries slip conditions at the wall and the streamwise heat conduction. This extension has been done by using a new matrix operator of three dimensions in the Hilbert space. The results show that the thermal characteristics are strongly influenced by the Reynolds, Prandtl and Knudsen numbers, the aperture angle of the channel and the streamwise heat conduction.

Keywords: convergent microchannel, Jeffery-Hamel slip flow, self-adjoint formalism, streamwise conduction

Effet de la forme et de l'orientation d'un élément chauffant sur la convection naturelle dans une cavité cubique

240391
Amphi 3

L. El Moutaouakil, M. Boukendil, Z. Zrikem, A. Abdelbaki

Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Département de Physique, LMFE, B.P. 2390, Marrakech, Maroc

m.boukendil@uca.ac.ma

Dans ce travail, l'effet de la forme géométrique d'un élément isotherme chaud et de son orientation sur la convection naturelle de l'air dans une cavité cubique discrètement chauffée est étudié. L'élément chauffant se trouvant au milieu d'une surface verticale de la cavité est en face d'une paroi isotherme froide. L'effet de la forme géométrique de l'élément chaud et de son orientation sur la structure de l'écoulement dans la cavité et le transfert de chaleur local sur sa paroi froide est analysé pour des nombres de allant de 10^3 jusqu'à 10^7 . Les résultats trouvés montrent que les deux paramètres (forme, orientation) affectent significativement les champs de vitesse et de température ainsi que le transfert de chaleur local sur la paroi froide de la cavité.

Mots-Clés : simulation numérique tridimensionnelle, convection naturelle, orientation, forme géométrique

Convection naturelle couplee au rayonnement de surface dans une cavité cubique chauffee par un flux de chaleur

240387
Amphi 3

M. Boukendil, L. El Moutaouakil, Z. Zrikem, A. Abdelbaki

Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Département de Physique, LMFE, B.P. 2390, Marrakech, Maroc

m.boukendil@uca.ac.ma

62 Session 13. T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

Dans ce travail, l'effet de la convection naturelle couplée au rayonnement de surface sur les transferts de chaleur convectif et radiatif dans une cavité cubique remplie d'air est analysé. L'air est chauffé par un flux de chaleur imposé sur l'une des parois verticales de la cavité cubique alors qu'il est refroidi en imposant une température froide sur la paroi verticale opposée. Les paramètres du problème sont le nombre de Rayleigh Ra et l'émissivité commune des différentes parois de la cavité. Les autres paramètres qui sont le nombre de Planck et le rapport des températures sont fixés dans cette étude à 0,04 et 15, respectivement. Les résultats trouvés indiquent que les transferts de chaleur convectifs augmentent au détriment de ceux radiatifs au fur et à mesure que le nombre de Ra croît.

Mots-Clés : simulation tridimensionnelle, convection, rayonnement surfacique, flux de chaleur imposé

**Étude numérique de l'effet du niveau de changement de phase
sur la cinétique de transfert au sein d'un accumulateur
à chaleur latente**

240175
Amphi 3

S. Akdime, H. Hamid, N. Hanchi, J. Lahjomri, K. Zniber, A. Oubarra

*Université HassanII, Faculté des sciences Ain Chock, Laboratoire de mécanique, Km 8 route d'El Jadida BP 5366 Maarif, Casablanca, MAROC
akdimesarah@gmail.com*

Ce travail concerne l'étude du comportement thermique d'un accumulateur à chaleur latente chauffé par un fluide caloporeur. L'unité de stockage est de géométrie rectangulaire, modélisée et étudiée en régime transitoire bidirectionnel. L'étude s'intéresse aux quantités de chaleur sensible, latente et totale mise en jeu pour trois cas de matériaux à chaleur latente. La comparaison de ces quantités est basée sur le temps nécessaire à la fusion totale du matériau à changement de phase.

Mots-Clés : accumulateur, matériau à changement de phase, chaleur sensible, chaleur latente

Session 14 T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

Chairman: Pr. A. Kourta France

Mercredi 14h30–16h30 ENSET Rabat Amphi 4

Interfacial viscous instabilities in Hele-Shaw cell under quasi-periodic oscillations

241950
Amphi 4

N. Khaddach¹, A. El Jaouahiry¹, J. Bouchgl², M. Assoul¹, S. Aniss¹

¹ Faculty of Sciences, Laboratory of Mechanics, University Hassan II Ain-Chock, Casablanca, Morocco

² Laboratory of Energy Engineering, Materials and Systems, ENSA, Ibn Zohr University, Morocco

The effect of horizontal quasi-periodic modulation on the interfacial instability of two immiscible viscous fluids, confined in a vertical Hele-Shaw cell, is investigated. The quasi-periodic motion considered here is characterized by two incommensurate frequencies, ω_1 and ω_2 , i.e, the ratio, $\Omega = \omega_2/\omega_1$, is an irrational number. The results show that the ratio of frequency, has a destabilizing effect on the Kelvin-Helmholtz instability as well as the parametric resonance. The effect of other parameters such as the ratio of amplitudes are also examined.

Keywords: Hele-Shaw cell, Floquet theory, Runge Kutta, instability of Kelvin Helmholtz, parametric resonance

Interfacial instability of two inviscid fluid layers under quasi-periodic oscillations

241669
Amphi 4

A. Arfaoui, S. Aniss, M. Assoul, A. Eljaouahiry

University of Hassan II, Faculty of Sciences Aïn-Chock, Laboratory of Mechanic, B.P. 5366 Mâarif, Casablanca

We investigate the effect of horizontal quasi-periodic oscillations on the stability of two immiscible fluids of different densities. The two fluid layers are confined in a cavity of infinite extension in the horizontal directions. We show in the inviscid theory that the linear stability analysis leads to the quasi-periodic Mathieu equation, with damping, which describes the evolution of the interfacial amplitude. Thus, we examine the effect of horizontal quasi-periodic vibration, with two incommensurate frequencies, on the stability of the interface. The numerical study shows the existence of two types of instability: the Kelvin-Helmholtz instability and the quasi-periodic resonances. The numerical results show also that an increase of the frequency ratio has a destabilizing effect on the Kelvin-Helmholtz instability and curves converge towards those of the periodic case.

Keywords: interfacial instability, quasi, periodic oscillation, Floquet's theory

Instability of a viscous interface under horizontal quasi-periodic oscillation

241444
Amphi 4

M. Assoul, A. El Jaouahiry, M. Echchadli, S. Aniss

University of Hassan II, Faculty of Sciences Aïn-Chock, Laboratory of Mechanic, B.P.5366 Mâarif, Casablanca

We study the linear stability of two superposed layers of viscous, immiscible fluids of different densities. The whole system is subject to horizontal quasi-periodic oscillation with two incommensurate frequencies ω_1 and ω_2 . The spectral method and Floquet's theory combined with Runge-Kutta method are used to solve numerically the linear problem. We analyse the influence of the frequencies ratio, $\omega = \omega_2/\omega_1$, on the marginal stability. The numerical solution shows that the quasi-periodic excitation has a stabilizing or a destabilizing effect on the Kelvin-Helmholtz instability as well as in the parametric resonances depending on the frequency ratio and the amplitudes ratio $\alpha = \alpha_2/\alpha_1$.

Keywords: linear stability, quasi, periodic oscillation, Range-Kutta, Floquet's theory, instability of Kelvin, Helmholtz, parametric resonance

Modélisation 3D des écoulements et des dépôts de sédiments dans un bassin d'orage muni de cavités

241230
Amphi 4

A. Terfous, Y. Liu, P.A. Garambois, A. Ghenaim

*Laboratoire Icube, INSA de Strasbourg, France
abdelali.terfous@insa-strasbourg.fr*

L'étude du transport et de dépôt des sédiments dans les bassins d'orage vise principalement à optimiser la conception de ces bassins dans les systèmes d'assainissement. Dans ces systèmes, l'écoulement est le principal facteur de contrôle du mouvement des particules. La présente étude va s'intéresser à la modélisation des écoulements dans des bassins de configurations différentes et à l'estimation des quantités des sédiments déposés pour différentes configurations hydrauliques et géométriques. L'étude numérique est accompagnée d'expérimentales réalisées sur un dispositif représentant un système de récupération des eaux pluviales composé d'un bassin d'orage rectangulaire muni de cavités de géométrie variable. Les résultats obtenus montrent une bonne concordance entre les différentes grandeurs caractéristiques de l'écoulement et du transport solide, obtenus numériquement et expérimentalement, et permettent de mieux comprendre la dynamique hydraulique et sédimentaire de ces bassins.

Mots-Clés : simulation, expérience, dépôt de sédiments, écoulement, bassins d'orage, cavités

Un nouveau modèle sous-maille à une équation de transport pour les écoulements turbulents peu profonds

240843
Amphi 4

I. Al Korachi, A. Abakouy, N. Salhi

Laboratoire de Mécanique et Energétique, Faculté des Sciences, BP. 717 Boulevard Mohamed VI – 60000 Oujda, Maroc

Dans le cadre de l'approche des grandes échelles de turbulence, le modèle de Smagorinsky reste le seul modèle sous-maille utilisé pour modéliser la viscosité



sous-maille du tenseur des contraintes turbulentes horizontales des écoulements turbulents peu profonds , alors que rien n'empêche de proposer de nouveau modèle sous maille pour exprimer . Dans ce travail, nous proposons un nouveau modèle sous-maille pour ces écoulements, nous considérons que l'échelle de vitesse de est la racine carrée de la moyenne verticale de l'énergie cinétique sous maille horizontale . Pour obtenir une équation de transport de , nous adoptons la décomposition de Hinterberger et nous intégrons suivant la verticale l'équation de transport de l'énergie cinétique sous maille d'un écoulement turbulent tridimensionnel.

Mots-Clés : turbulence, simulation des grandes échelles, écoulement peu profond, énergie cinétique sous maille

Dominant modes in hydromagnetic stability of channel flow with porous walls

240723

Amphi 4

M. Lamine, A. Hifdi

Laboratory of Mechanics, Faculty of Sciences Aïn-Chock, University Hassan II , Casablanca, Morocco

mustapha.lamine@gmail.com

A linear stability analysis of a plane channel flow with porous walls under a uniform cross-flow and an external transverse magnetic field is explored. The physical problem is governed by a system of combined equations of the hydrodynamic and those of Maxwell. The perturbed problem of base state leads to a modified classical Orr-Sommerfeld equation which is solved numerically using the Chebyshev spectral collocation method. The combined effects of the cross-flow Reynolds number and the Hartmann number on the dangerous mode of hydromagnetic stability are investigated. The study shows that, the magnetic field tends to suppress the instability occurred by cross-flow. This stabilizing effect becomes perceptible when the magnetic field produces a mode transition from walls mode to that of the center.

Keywords: dominant modes, cross-flow, magnetic field, porous walls, hydromagnetic stability, spectral method



Session 15 T4 : Procédés de mise en forme et de fabrication & T5 : Rupture et fatigue des matériaux

Chairman: Pr. M. Nouari France

Mercredi 17h00–19h00 ENSET Rabat Amphi 1

On the mixed mode integral in three-dimensional crack problem

S. El Kabir¹, F. Dubois², R. Moutou Pitti³, N. Recho⁴, Y. Lapusta⁵

237659
Amphi 1

¹ Université de Limoges, Centre du génie Civil, GEMH, 19300 Egletons, France
soliman.el-kabir@unilim.fr

& Université de Poitiers, Institut PPRIME, Bd Marie et Pierre Curie, 86962 Chasseneuil Cedex, France
soliman.el.kabir@univ-poitiers.fr

² Université de Limoges, Centre du génie Civil, GEMH, 19300 Egletons, France
frederic.dubois@unilim.fr

³ Université Clermont Auvergne, IP, SIGMA Clermont, F-63000 Clermont-Ferrand, France
& CENAREST, IRT BP 14070, Libreville Gabon
rostand.moutou_pitti@uca.fr

⁴ Université Clermont Auvergne, IP, SIGMA Clermont, F-63000 Clermont-Ferrand, France
naman.recho@uca.fr

⁵ Université Clermont Auvergne, IP, SIGMA Clermont, F-63000 Clermont-Ferrand, France
yuri.lapusta@sigma-clermont.fr

This work is based on a generalization of the mixed mode integral for three-dimensional crack problem. A new integral parameter in real three-dimensional case, which computes the energy release rate for each fracture mode, is developed. This integral provides the computation of stress intensity factors and energy release rate for each fracture mode. The virtual mechanical displacement fields is used in order to separate numerically mode I, mode II and mode III in the mixed mode ratio. A numerical validation, in terms of energy release rate, is carried out on a MMCG specimen under mixed-mode loading for different crack growth thickness. The non-dependent integration domain property is justified and the evolution of energy release rate along the thickness is evaluated.

Keywords: crack problem, energy release rate, finite element, mixed mode, M3D-integral, the non-dependent integration domain, three-dimensional, wood material



Un modele d'endommagement statique thermomecanique base sur l'alteration des caracteristiques mecaniques du polystyrene-choc (HIPS)

236951
Amphi 1

H. El Bhilat¹, K. Elhad², H. Salmi¹, A. Hachim²

¹ Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique ENSEM, Université Hassan II, Km7, Route ELJADIDA, 20000, Casablanca, Maroc
h.elbhilat@ensem.ac.ma

² Institut Supérieur des études maritimes ISEM Casablanca, Km7, Route ELJADIDA, 20000, Casablanca, Maroc

Les produits polymères sont exposés à de nombreux facteurs environnementaux qui affectent leurs propriétés mécaniques. Le polystyrène résistant aux chocs est l'un de ces plastiques utilisés dans de nombreuses applications industrielles dans des conditions autres que la température ambiante, d'où la maîtrise du comportement du matériau dans de telles conditions a une grande importance pour l'analyse des défaillances. À cet effet, le présent travail représente une approche spécifique via un la formulation d'un modèle de dommage statique basé sur une modification des caractéristiques mécaniques dans le matériau due à la modification de facteurs décrivant la condition d'utilisation, dans notre cas : la température. Pour appliquer l'approche théorique, des tests de traction ont été effectués à différentes températures.

Mots-Clés : polystyrène choc, température, dommages statiques, thermomécanique, fraction de vie, essais de traction

Caractérisation de la propagation du déclaminage du contreplaqué de Ceiba en mode I, mode II et mode mixte I+II

236637
Amphi 1

A. El Moustaphaoui, A. Chouaf, Kh. Kimakh, M. Chergui
LCCMMS, ENSEM, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

La complexité de l'endommagement des panneaux de contreplaqué rend la prédiction et la caractérisation de leur rupture une tâche très difficile. Parmi ces endommagements prédominants, nous trouvons le déclaminage. Cependant, pour caractériser la propagation du déclaminage du contreplaqué de Ceiba, nous avons fait appel à l'approche énergétique. Le paramètre fondamental de cette approche est le taux de restitution d'énergie (G). Pour déterminer ce paramètre en mode I (), mode II (), et mode mixte I+II (), nous avons opté pour les essais DCB, essai ELS et l'essai MMF respectivement. Ces essais nous ont permis de d'anticiper le déclaminage et de savoir ces zones d'amorçage et de propagation.

Mots-Clés : contreplaqué, déclaminage, taux de restitution d'énergie critique, essai DCB, essai ELS, essai MMF



68 Session 15. T4 : Procédés de mise en forme et de fabrication & T5 : Rupture et fatigue des matériaux

Influence de la corrosion sur le comportement mécanique du toron d'un câble métallique de levage : étude expérimentale

235543
Amphi 1

A. Jikal^{1,2}, H. Chaffoui¹, M. El Ghorda²

¹ Laboratoire de Physique de l'atmosphère, matériaux et modélisation, FST de Mohammedia, BP 146, Mohammedia, Maroc

² Laboratoire de Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des Structures, ENSEM de Casablanca, B.P 8118, Oasis- Route El Jadida, Casablanca, Maroc

Des essais expérimentaux de traction ont été effectués sur des éprouvettes des torons vierges et d'autres endommagés par corrosion, extraits du câble métallique de levage 19*7. Une étude expérimentale a été présentée afin de prédire l'évolution du dommage et la durée de vie des torons en utilisant la méthode de la théorie unifiée. Les résultats d'analyse effectués sur les éprouvettes corrodés et non corrodés sont analysés, discutés et comparés aux résultats expérimentaux.

Mots-Clés : essais expérimentaux, torons, câble métallique, corrosion, dommages, durée de vie, théorie unifiée

Thermal-electrical-mechanical simulation of high pressure spark plasma sintering (HP-SPS) process

240149
Amphi 1

Y. Achenani, A. Cheddadi, M. Saâdaoui, G. Fantozzi

¹ Mohammed V University in Rabat, Mohammadia School of Engineers, Avenue Ibn Sina, P.O. Box 765-Agdal, Rabat, Morocco

² Lyon University, National Institute of Applied Sciences of Lyon, MATEIS Laboratory, UMR 5510 CNRS, 20 Avenue Albert Einstein, F-69621 Villeurbanne Cedex, France

In the present work, we investigate the stresses distribution using a high pressure die during SPS (spark plasma sintering) experiments. In this context, we used a finite element modeling (FEM) in the case of the sintering of an alumina sample, chosen as an electrically insulator ceramic material. A thermal sintering cycle is imposed using a control pyrometer of temperature at the SiC inner die surface.

Keywords: spark plasma sintering, finite element modeling, high pressure, stress distribution

The optimization of a hydroformed tube

237707
Amphi 1

M. Nassraoui, B. Radi

¹ LMPGI, EST Casablanca, University Hassan II, Morocco

² LIMII, F.S.T Settat, BP : 577, Route de Casa, Settat, Morocco

The shaping by hydroforming process involves several complex phenomena and presents several types of nonlinearities (geometric, material,...). The development of a hydroforming operation requires a lot of testing to determine with precision the optimum loads of trips and get a room without defects. Advances in digital tools have enabled manufacturers to simulate and optimize their production facilities before launching the production in order to minimize the maximum rate of defective parts.

Keywords: tube, hydroforming, optimization

Session 16 T3 : Matériaux solides et composites

Chairman: Pr. F. Erchiqui **Canada**

Mercredi 17h00–19h00 ENSET Rabat **Amphi 2**

Approche numerique du comportement mécanique d'une biocharge recrée pour de nouveaux eco-composites

242415

Amphi 2

M. Jammoukh, E. Abtal, K. Mansouri

Laboratoire des Signaux, Systèmes Distribués et Intelligence Artificielle (SSDIA), Université Hassan II de Casablanca, Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique de Mohammedia BP 28 Mohammedia, Moroc

JAMOUKH@Yahoo.fr

L'utilisation des éco-composites chargés de ressources renouvelables peut favoriser la préservation de l'environnement et mettre en œuvre des pratiques d'optimisation respectueuses des ressources naturelles de manière durable. Cette philosophie vient de s'imposer comme nouvelle manière de penser, pour remplacer largement l'usage de ressources non renouvelables dans les activités humaines et lutter contre son impact sur le changement climatique.

Obtenue à partir de déchets animaux, dotée d'un potentiel de recyclage important et issue de ressources renouvelables, la corne de bœuf utilisée comme bio-charge a été caractérisée mécaniquement et semble pouvoir contribuer à l'amélioration des performances mécaniques d'autres matériaux existants.

Pour confirmer la pertinence de cette évaluation, des courbes provenant des simulations numériques portant principalement sur le biomatériau vierge, viennent illustrer des résultats significatifs en termes de comportement élastique de la bio-charge et ont confirmé nos hypothèses avancées en termes d'innovation.

Mots-Clés : eco-composites, ressources renouvelables, déchets animaux, bio-charge, innovation

Simulation study of the effect of a thermal treatment on mechanical properties of sustainable composite

242197

Amphi 2

M. Ait El Fqih, B. Kissi

Laboratoire d'Ingénierie des Structures, Systèmes Intelligents & Energie EI

The aim of this work is to accurately characterise the thermomechanical behaviour of jute-polyester composites. The thermal characteristics and mechanical properties are determined over a temperature range extending from ambient to 120 °C. Influence of temperature on the specimen tensile breakage was investigated in order to determine the ability of this composite to maintain its mechanical properties. The Young's modulus and tensile strength remain to be increases of approximately 80% from ambient temperature

70 Session 16. T3 : Matériaux solides et composites

to 60 °C and decreases from 60 °C to 120 °C. The numerical simulations, based on FEM analysis, provided results in good agreement with the experimental ones for both stress-strain behavior. These simulations were achieved using ABAQUS explicit finite element code. These changes were attributed to a modification of the adhesion forces at the fibre/matrix interface.

Keywords: jute fiber, polyester composites, tensile strength modulus, high temperature, finite element analysis (FEA)

Etude du comportement mécanique des mortiers légers élaborés par traitement thermique, à base de déchets stériles de charbon de la mine de Jerada (Maroc oriental)

242189

Amphi 2

R. Addou¹, K. Hannawi Salmo², Z. Zenasni³, W.P. Agbodjan², M. Zenasni¹

¹ Laboratoire de Mécanique et de Calcul numérique 'LM2N', Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Oujda, Maroc

² Laboratoire Génie Civil et Génie Mécanique 'LGCGM', INSA de Rennes, Rennes, France

³ Laboratoire des Sciences et Métiers de l'Ingénieur, ENSAM, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc

Dans cette étude, nous examinerons les propriétés mécaniques des mortiers légers élaborés à partir de déchets stériles de charbon de Jerada, en tant que substitut volumique du sable, avec différents pourcentages de remplacement : 10%, 20% et 50%.

Les résultats ont révélé une chute des propriétés mécaniques des mortiers composites, notamment la résistance à la compression uni axiale et à la flexion ainsi que le module de rigidité. En revanche, le traitement thermique améliore leur ductilité, et retarde la propagation des fissures.

Ainsi, le matériau élaboré présente un intérêt d'utilisation dans le domaine de la construction, en servant de base pour fabriquer des blocs préfabriqués en usine, traités à 600 °C. Ces éléments pourront être utilisés pour les applications avec de grandes déformations, ou avec des vibrations mécaniques ou acoustiques.

Mots-Clés : mortier léger, traitement thermique, résistance à la compression, flexion, ductilité, module élastique

Micromechanical modeling of ageing viscoelastic composites

241953

Amphi 2

Mathematical Modeling and Control, Department of Mathematics, Faculty of Sciences and Techniques of Tangier, University Abdelmalek Essaadi, BP 416, Tangier 90000, Morocco, Maroc

In this paper, the ageing behavior of viscoelastic composites is predicted based on the Mori-Tanaka mean field approach. The modeling, based on the dynamic Green's tensors and integral equations, is developed in The Voigt space. The modeling is divided into two main steps. The Localization step in which the localization tensors relating local fields and macroscopic ones are derived.



The Homogenization step where the effective behavior is obtained as function of volume fractions of the constituents and their properties as well as the shape of reinforcements. A trapezoidal algorithm is used to compute the volterra product.

Keywords: micromechanics, ageing behavior, mori, tanaka

Flexural strengthening of concrete by different type of GFRP

Y. Riyad^{1,*}, I. Mrani¹, B. Kissi²

240727

Amphi 2

¹ University of Chouaib Doukkali, FS El-jadida, Morocco
Laboratoire de Mécanique et Energétique (LME)

² University of Hassan II, ENSAM Casablanca, Morocco
Equipe de modélisation et simulation des structures en Génie Civil (M2SGC)

Glass fiber reinforced polymer (GFRP) is among the composite materials used in strengthening and repairing of structural elements, particularly those made of reinforced concrete. GFRP because they are more ductile and cheaper than carbon fibers and can be considered as an alternative solution to repair and strengthen concrete elements. The GFRP enhance significantly the ductility and strength of concrete by forming perfect adhesive bond between the wrapping material and concrete. Present study mainly emphasizes on effectiveness of external GFRP strengthening for concrete beams. Thirty concrete rectangular beams with a section of 40 mm × 40 mm and 160 mm in length. Fifteen of them was control and the others were strengthened by GFRP with U-shape. The test results clearly demonstrated that compared with the ordinary concrete, the flexural strength increases for the reinforced concrete no matter the kind of the GFRP used even if it was in different storage condition.

Keywords: concrete, GFRP, reinforcement, flexural strength

Numerical simulation of investment casting process of nickel-based alloy

240617

Amphi 2

O. Ben Lenda^{1,*}, A. Tara², O. Jbara², E. Saad¹

¹ Laboratory of Physical-Chemistry of Processes and Materials, Hassan 1st University, Faculty of Sciences and Technology Settat, Settat, Morocco

* o.benlenda@uhp.ac.ma

² Laboratory of Engineering and Materials Science, University of Reims Champagne-Ardenne, Reims, France

In this paper, we elaborated the nickel-based alloy type Hastelloy G30 and we analyzed it by techniques of characterization in order to interpret the results obtained through a computer simulation. The calculation of the thermo-physical properties of the alloy and the simulation of filling and solidification of the casting was performed by the software ProCAST. The validation of the numerical results was done by the following experimental techniques: optical microscopy and hardness test. In the center of the elaborate piece, the experimental results showed the appearance of porosity and leading to embrittlement



72 Session 16. T3 : Matériaux solides et composites

of the alloy. According to the numerical simulation, this is caused by a fraction of the liquid that remains trapped in this area.

Keywords: hastelloy G30, ProCAST, optical microscopy, porosity, solidification, Investment casting

Optimization of elasticity of unidirectionnal non-overlapping fiber reinforced materials

240177

Amphi 2

L. Lakhal, Y. Brunet, T. Kanit

Université de Lille, Sciences et Technologies UML Cité Scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

The aim of this work is to efficiently select samples of non-overlapping parallel fiber reinforced composites with regard to their elasticity and their fiber distribution in the composite cross-section.

The samples were built with the help of the simulated annealing technique according to chosen Radial Distribution Functions. For each sample the fields of local stresses were simulated by finite element method, then homogenized by volume averaging in order to investigate their elastic properties. The effect of RDF shape on elastic properties was quantified. The more the fiber distributions deviate from Poisson's Law the higher the effective elastic moduli are. A method to select samples of real fiber reinforced composites according to their elasticity is proposed.

Keywords: fiber-reinforced materials, finite elements, homogenization, microstructure, simulated annealing, elasticity

Session 17 T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

Chairman: Pr. M. Hasnaoui Maroc

Mercredi 17h00–19h00 ENSET Rabat Amphi 3

Etude de l'effet du couplage contrainte-désorption dans un milieu granulaire déformable et comparaison avec les mesures expérimentales à 30 °C

240162
Amphi 3

H. Bagar, A. El Afif, I. Mrani

Département de Physique, Faculté des Sciences, Université Chouaïb Doukkali, El Jadida, Maroc
alielafif2005@yahoo.fr

Le but de ce travail est d'étudier l'influence du couplage contrainte-désorption dans un milieu granulaire biodégradable ayant une géométrie sphérique susceptible de changer de forme. Nos mesures de désorption ont été performées à la température de 30 °C. Afin d'expliquer ces résultats, nous utilisons un récent modèle [1] qui incorpore explicitement le couplage entre la diffusion et la contrainte interne créée dans le milieu se contractant sous l'effet du séchage. Parmi les résultats obtenus, on montre la masse de désorption et la contrainte globale développée. Une comparaison entre les résultats numériques obtenus par ce modèle et les données expérimentales mesurées dans notre laboratoire a été présentée et un bon accord a été observé.

Mots-Clés : séchage, désorption, contrainte, concentration, grain sphérique

Energy analysis and economic performance of the three Grid-connected PV systems: a case study in Meknes, Morocco

240014
Amphi 3

L. Bouhaki, R. Saadani, M. Rahmoune

Laboratory of Advanced Study of Materials and applications (LEM2A), Moulay Ismail University, Faculty of Science, Superior School of Technology Meknes, Km 5, Rue Agoura, Meknes, 50040/B.P: 3103-Toulal, Morocco
lamiae.bouhaki1@gmail.com

In this work, we present an experimental study of energy performance, as well as an economic evaluation of the three photovoltaic systems connected to the network (monocrystalline silicon (Mono-Si), polycrystalline silicon (Poly-Si) and amorphous silicon (Amorphous-Si)) in the city of Meknes. We can observe that the three types of solar systems depend on the nature of the materials in their cells in terms of efficiency, the monocrystalline and polycrystalline solar cells arrive first, then the amorphous cells. This study also evaluated the cost of electricity (LCOE) and avoided the CO₂ emissions of the

74 Session 17. T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

three systems studied. The LCOE is between \$ 0.082 and \$ 0.108 / kWh thus photovoltaic systems can potentially reduce CO₂ emissions by about 8 tons / kWp.

Keywords: connecté au réseau, photovoltaïque (PV), rapport de performance, efficacité, modélisation

**Heat transfer enhancement using two isothermal blocks
in a cylindrical heat exchanger**

239828
Amphi 3

S. Touzani, A. Cheddadi, M.T. Ouazzani

*Research Team “Energy systems, Mechanical structures and Materials, and Industrial Processes modeling”, MOSEM2PI, Mohammadia School of Engineers, Mohammed V University in Rabat
sara.touz@gmail.com, cheddadi.ak@gmail.com, ouazzani@emi.ac.ma*

The influence of two isothermal blocks placed in a low position in a cylindrical heat exchanger is numerically studied. The governing equations are discretized by the centered finite difference method using the ADI scheme. By varying Rayleigh number range between 1000 and 10 000, we are interested in the local Nusselt number and the local efficiency variations as a function of the angular coordinate. In one hand, we found that heat transfer is important in the superior zone of the annulus for high *Ra* and in the central zone for low *Ra*. On the other hand, compared to the without blocks configuration, heat transfer in the inferior and central zones is improved for all *Ra*.

Keywords: heat exchanger, isothermal blocks, efficiency

**Optimisation energetique dans une cavite partiellement chauffee
contenant de l'eau a sa densite maximale**

239790
Amphi 3

S. Kaba, K. Achoubir, A. Cheddadi

Université Mohammed V de Rabat, École Mohammadia d'ingénieurs, P.O. Box 765, Agdal, Rabat, Maroc

Dans ce travail, on étudie les structures d'écoulement et le transfert thermique, lors d'un chauffage partiel de la paroi gauche d'une cavité carrée contenant de l'eau près de sa densité maximale. L'étude envisage la variation de la portion chauffée ainsi que la puissance de chauffage. Les résultats démontrent la forte dépendance entre les structures d'écoulement et le nombre de Nusselt moyen, et permettent de mettre l'accent sur des questions d'optimisation énergétique où des puissances de chauffage minimales ont donné lieu à des rendements énergétiques importants pour certaines portions de chauffage (e.g. *Numoy* pour $= 6^{\circ}\text{C} \geq 10^{\circ}\text{C}$ lorsque la portion de chauffage est entre 0.2 et 0.6).

Mots-Clés : transfert thermique, chauffage partiel, optimisation énergétique



**Étude numérique de la commande de refroidissement
d'un circuit électronique monté dans une cavité tridimensionnelle**

239715
Amphi 3

L. Belarche, B. Abourida, H. Doghmi, M. Sannad, M. Ouzaouit

Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir, BP 1136 Agadir, Université Ibn Zohr, Maroc
L.belarche@uiz.ac.ma

La convection naturelle et mixte dans une cavité cubique discrètement chauffée est étudiée numériquement en utilisant une formulation volumes finis tridimensionnelle. Une section chauffante, assimilée à un composant électronique intégré et dégageant un flux de chaleur constant q'' est placée sur la paroi verticale droite. Sa paroi opposée comporte une ouverture maintenue à une température froide. Pour des faibles températures, le refroidissement du composant est assuré par la convection naturelle. Cependant, dans le cas de forts gradients de température, l'extraction d'air est nécessaire pour évacuer la chaleur dissipée. La commande du refroidissement du composant ainsi que l'écoulement du fluide dans la cavité sont étudiés en fonction des paramètres gouvernants, à savoir le nombre de Rayleigh, Ra et le nombre de Reynolds Re .

Mots-Clés : commande, convection naturelle 3D, convection mixte 3D, composants électroniques

**Transport de H₂O dans les polymères PA66 renforcés de fibres
de verre**

239431
Amphi 3

S. Bentis, A. El Afif

Département de Physique, Faculté des Sciences, Université Chouaïb Doukkali, El Jadida, Maroc

Dans ce travail nous proposons un modèle mathématique qui étudie le comportement du transport de masse des molécules d'eau dans le composite PA66 / Fibres de verre. L'influence de l'orientation des fibres ainsi que de leur fraction volumique est mise en évidence. Comme résultats obtenus, nous avons calculé, dans le cas unidirectionnel, les profils de la distribution de la concentration, de l'orientation et de la contrainte. L'évolution du gain en poids en fonction du temps nous a permis de caractériser le comportement de la diffusion. Un bon accord est trouvé entre les prédictions du modèle et les données expérimentales prises de la littérature.

Mots-Clés : fibre, polymère, diffusion, tenseur orientation, fraction volumique des fibres



Session 18 T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

Chairman: Pr. M. Hammadiche France

Mercredi

17h00–19h00

ENSET Rabat

Amphi 4

Transient energy growth of channel flow with cross-flow

J. Benyza, M. Lamine, A. Hifdi

240661

Amphi 4

Laboratory of Mechanics, Faculty of Sciences Ain-Chock, University Hassan II, Casablanca, Morocco

jawadbenyza@gmail.com

The effect of a uniform cross flow (injection/ suction) on the transient energy growth of a plane Poiseuille flow is investigated. Non-modal linear stability analysis is carried out to determine the two-dimensional optimal perturbations for maximum growth. The linearized Navier-Stokes equations are reduced to a modified Orr Sommerfeld equation that is solved numerically using a Chebychev collocation spectral method. Our study is focused on the response to external excitations and initial conditions by examining the energy growth function $G(t)$ and the pseudo-spectrum. Results show that, the transient energy of the optimal perturbation grows rapidly at short times and decline slowly at long times when the cross-flow rate is low or strong. In addition, the maximum energy growth is very pronounced in low injection rate than that of the strong one. For the intermediate cross-flow rate, the transient energy growth of the perturbation, is only possible at the long times with a very high-energy gain. Analysis of the pseudo-spectrum show that the non-normal character of the modified Orr-Sommerfeld operator tends to a high sensitivity of pseudo-spectra structures.

Keywords: cross flow, non-modal linear stability, poiseuille flow, spectral method, transient energy growth

Thermal convection instability of two miscible viscous fluids in a Hele-Shaw cell

M. Echchadli, S. Aniss

240657

Amphi 4

University Hassan II of Casablanca, Faculty of Sciences Ain-Chock, Laboratory of Mechanics, Casablanca, Morocco

mourad.echchadli@gmail.com, said.aniss@etu.univh2c.ma

The onset of convection in two superimposed miscible fluid layers is investigated in the configuration of a geometric Hele-Shaw cell using linear stability analysis. The two fluids have different densities. We neglect the surface tension and chemical diffusion at the interface which is assumed of small amplitude. We consider only the asymptotic case,



where the Prandtl number's order is of the order of unity or larger than unity. We show, in the Hele-Shaw configuration, which can simulate convection in porous media, that the onset of convection can be either stationary or oscillatory depending on the Buoyancy number, B (the ratio of the stabilizing chemical density anomaly to the destabilizing thermal density anomaly), which depends on the viscosity and layer height ratios. When the buoyancy number is lower than a critical value, B_c , oscillatory convection occurs in the whole cell height, however beyond B_c , the stratified regime develops without deformation of the interface and convection occurs separately in each layer. In this paper, the transition from oscillatory regime to stratified regime is visualised by using the streamlines at the onset of convection.

Keywords: thermal convection, two superimposed fluid layers, miscible fluids, Hele-Shaw cell, Buoyancy number

Instability of a quasi-periodic pulsed Taylor-Couette flow

C. Denni, A. Eljaouahiry, S. Aniss

240585
Amphi 4

*University of Hassan II, Faculty of Sciences Aïn-Chock, Laboratory of Mechanic, B.P. 5366 Maarif, Casablanca, Morocco
chaimaadenni@gmail.com*

In the present work, a linear stability analysis of a pulsed Taylor-Couette flow is investigated in a quasi-periodic situation, where the inner and the outer cylinders are oscillating respectively with the angular velocities $\Omega_o \cos(\omega_1^* t^*)$ and $\Omega_o \cos(\omega_2^* t^*)$, here ω_1 and ω_2 are two incommensurate frequencies. We study the influence of the frequency ratio, $\omega = \frac{\omega_2}{\omega_1}$ (i.e, their ratio is an irrational number), on the critical parameters (Taylor number and wave number). The numerical results show that the modulation with two incommensurate frequencies has a stabilizing or destabilizing effect with respect to the periodic case, where the two frequencies are considered equal.

Keywords: linear stability, Taylor-Couette flow, Quasi-periodic modulation, Floquet theory, RungeKutta method

Quasi-exact solution of the stationary flow of a Newtonian fluid between two eccentric rotating cylinders with a low-eccentricity

H. Haimoud, M. Ouazzani Touhami, S. Aniss

240540
Amphi 4

Laboratory of Mechanics, Faculty of Sciences Aïn-Chock, University of Hassan II, 20470 Casablanca, Maroc

In this paper we are interested in the search for an approximate analytical solution from a direct asymptotic development for low eccentricities when the considered flow takes place in a cavity delimited by two eccentric cylinders. The introduction of a domain change based on the conformal mapping of Möbius to replace the eccentric geometry of the flow with a centred configuration. The new expressions of the variables and functions induced by this change allow us, in a second step, to access the new formulation



and conservation equations that are retained for the analytical research of the problem considered. Direct resolution methods allow us to access to a quasi-exact analytical solution valid for arbitrary values of the Reynolds number. The numerical resolution of the problem considered using the ANSYS-FLUENT software; the streamlines obtained in this case have a perfect similarity with those deduced from the analytical developments.

Keywords: eccentric cylinders, lubrication, Reynolds number, conformal mapping, Möbius, asymptotic development, Ansys Fluent

Modèles 2D1/2 pour le changement de phase solide-liquide

I. Hamzaoui^{1,2}, S. Millet², V. Botton^{2,3}, D. Henry², A. Benzaoui¹

240483

Amphi 4

¹ Laboratoire de Thermodynamique et Systèmes Energétiques, Faculté de Physique, Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediène -BP 32, 16111 Bab Ezzouar, Alger, Algérie
idir.hamzaoui@insa-lyon.fr

² Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, CNRS/Université de Lyon, Ecole Centrale de Lyon/Université Lyon1/INSA de Lyon -ECL, 36 avenue Guy de Collongue, 69134 Ecully Cedex, France

daniel.henry@ec-lyon.fr

³ INSA Euro-Méditerranée, Université Euro-Méditerranéenne de Fès, Route de Meknès, BP 51, 30000 Fès, Maroc
valery.botton@insa-lyon.fr

Des modèles numériques efficaces sont dérivés pour des problèmes de solidification de matériaux dans une cavité confinée différentiellement chauffée. Ces modèles 2D1/2 sont obtenus en moyennant les équations de conservation de la quantité de mouvement, de la chaleur et de la masse dans la direction transverse en supposant à la fois une température constante et un profil de vitesse bien défini suivant cette direction. Après nos travaux antérieurs, le profil de vitesse transverse est supposé être soit un profil de Poiseuille (modèle 2D1/2,P), soit des profils de type Hartmann comportant deux couches limites sur les côtés et un cœur uniforme (modèle 2D1/2,H). La capacité des modèles 2D1/2 à reproduire des résultats 3D tout en gardant une formulation 2D est étudiée pour un cas de changement de phase solide-liquide (forme et position du front).

Mots-Clés : convection naturelle, modèles 2D1/2, cavité confinée, Hele-Shaw, solidification, suivi de front



Comparaison entre la convection coopérante et la convection opposée pour les fluides non Newtoniens avec et sans effet de Soret : cas des forces de volumes d'égales intensités

240390

Amphi 4

K. Bihiche, M. Lamsaadi, M. Naïmi, H. Elharfi, M. Kaddiri

*Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technologies, Physics Department,
Laboratory of Flows and Transfers Modelling (LAMET), B.P. 523, Beni-Mellal 23000, Morocco*

La convection naturelle dans un fluide non-Newtonien confiné dans une cavité, rectangulaire horizontale allongée et soumise à des flux de chaleur et de masse horizontaux, est entreprise numériquement et analytiquement. Les parois verticales sont soumises à un flux de chaleur uniforme alors que celles horizontales sont imperméables et adiabatiques. Le flux de masse est appliqué d'une manière à ce que la convection soit doublement diffusive ($a = 0$) ou induite par effet de Soret ($a = 1$). Les résultats montrent que la convection se trouve affectée significativement par le rapport des forces de volume.

Mots-Clés : doublet diffusion, méthode des volumes fini, nombre de Rayleigh, rapport des forces de volumes, effet soret



⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 80 — #98

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕

⊕—



—⊕

Jeudi 18 Avril 2019

⊕—



—⊕



⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 82 — #100

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕

Session 19 T3 : Matériaux solides et composites

Chairman: Pr. A. Imad France

Jeudi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 1

Numerical simulation of mechanical behavior of composite material earth-straw

238087
Amphi 1

F-E. El Mabchour¹, M. Zeriab Es-Sadek², H. Abouchadi³, M. Taha-Janan⁴

¹ Laboratory of Applied Mechanics and Technologies (LAMAT), ENSET, STIS Research Center Mohammed V University, Avenue de l'Armée Royale, Madinat Al Irfane 10100 B.P.6207 Rabat-Instituts, Rabat, Morocco, Maroc

² Research Center STIS, M2CS, Department of Applied Mathematics and Informatics, ENSET, Mohammed V University, Avenue de l'Armée Royale, Madinat Al Irfane 10100 B.P.6207 Rabat-Instituts, Rabat, Morocco, Maroc

Possessing the advantages of a promising building material, the adobe brick is getting an increasing attention. The present work aimed to model the effect of straw inclusions on mechanical behavior of the composite material by a numerical approach. A calculation using the finite element method was used to determine the Young's modulus. The numerical results concern a 2D finite element simulation of a matrix with squared inclusions. The obtained results were in line with those previously found by other authors.

Keywords: earthen construction, straw fibers, composite material, young modulus, numerical approach

The effects of the temperature on the mechanical properties of natural yarns

237754
Amphi 1

Y. Ben Smail¹, A. El Moumen², F. Lmai¹, A. Imad³

¹ Energies renouvelables et dynamique des systèmes, Faculté des Sciences, Aïn Chock, Casablanca, Maroc
y.bensmail@gmail.com, lmai.fatima@gmail.com

² ENSTA Bretagne, IRDL - UMR CNRS 6027 Brest, France
ahmed.el_moumen@ensta-bretagne.fr

³ Unité de Mécanique de Lille, Université de Lille, France
abdellatif.imad@polytech-lille.fr

The jute fiber is one of the strongest lignocellulosic fibers with different applications such as fabrics, ropes as well as engineered composites for automobile parts. In this study, the jute yarns were exposed to different temperatures of the thermal cycles (22 °C, 40 °C, 80 °C, 105 °C and 150 °C). The mechanical tests were conducted using the 3R Syntax machine and the experimental results depended on different temperatures of thermal

84 Session 19. T3 : Matériaux solides et composites

cycles were recorded. The mechanical properties of jute yarns decrease with the increase of temperature of the thermal cycles.

Keywords: jute fibers, mechanical properties, environmental degradation, thermal aging

Modelisation par éléments finis du comportement hydroélastique de composites lin-époxyde

237379

Amphi 1

M. Assarar, A. Chilali, W. Zouari, R. Ayad, H. Kebir

Laboratoire d'Ingénierie et Sciences des Matériaux (LISM EA 4695)

Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA), IUT de Troyes

Université de Reims Champagne Ardenne : EA4695 9 rue de Québec CS 90396 10026 Troyes Cedex, France

Ce travail vise à modéliser le comportement hydroélastique d'un composite constitué de résine thermodurcissable renforcée par des tissus de lin sergé. Le matériau étudié a été vieilli dans l'eau jusqu'à saturation. L'hétérogénéité du matériau est prise en compte en modélisant l'ondulation de la cellule de base du renfort tissé par une géométrie elliptique. Le coefficient de diffusion et le coefficient d'expansion hygroscopique de la fibre de lin sont estimés par une approche inverse en exploitant les résultats expérimentaux. En particulier, les simulations par éléments finis révèlent des concentrations élevées de contraintes internes, notamment au niveau de l'interface fibre-matrice. Ces contraintes internes constituent la cause principale d'initiation des endommagements au sein du composite étudié, ce qui réduit ainsi sa durabilité à long terme.

Mots-Clés : fibre de lin, vieillissement à l'eau, contraintes internes, analyse par éléments finis

Encadrement des propriétés effectives thermique d'un composite périodique

236977

Amphi 1

F. Lahyani, A. El Mamouni, R. Dkiouak, A. El Omri

Faculté des Sciences et Techniques de Tanger, Département de Physique, Maroc

On s'intéresse dans ce travail à la détermination de bornes d'ordre supérieur encadrant les propriétés thermiques effectives de matériaux composites à structures périodiques. Ceci en se basant sur le développement en série de la solution réelle basée sur la méthode de Radon discrète les nouvelles bornes proposées sont explicites. Chaque ordre correspond à un certain degré de corrélations entre des informations géométrique précis. Une analyse géométrique des résultats obtenus est ici faite pour des types de structures fibreuses simples, biphasées et à morphologie matrice-inclusion.

Mots-Clés : conductivité, transformée de Radon discrète, homogénéisation périodique, bornes, propriétés effectives, matériaux composites

Homogénéisation périodique par la transformée de Radon discrète en élasticité

236972
Amphi 1

M.R. Derraz¹, M. Boukour², A. El Omri³

¹ Laboratoire de Mécanique et Génie Civil, FST, Tanger
derrazfst@gmail.com

² Laboratoire de Mécanique et Génie Civil, FST, Tanger
mu.boukour@hotmail.com

³ Laboratoire de Mécanique et Génie Civil, FST, Tanger
abderrahim_elomri@yahoo.fr

L'objectif de ce travail est la mise en œuvre numérique d'une méthode basée sur la transformée de Radon discrète et des opérateurs de Hill pour résoudre un problème d'homogénéisation en mécanique. Cette méthode a déjà été validée dans le cas de milieux à conductivité hétérogène. On se propose ici de tester son efficacité numérique dans le cas des milieux élastiques linéaires en se limitant au cas bidimensionnel. Les résultats obtenus ici sont comparés avec ceux obtenus par la méthode de Fourier et ceux obtenus par la méthode des Éléments Finis.

Mots-Clés : homogénéisation périodique, élasticité, transformée de Radon discrète, transformée de Radon finie, transformée de Fourier, méthode des éléments finis, matériaux fibrés

Comparaison entre les résultats expérimentaux et numériques du comportement sous pression interne des tubes composites assemblés par collage

236957
Amphi 1

S. Braiek, A. Ben Khalifa, R. Zitoune, M. Zidi

¹ Laboratoire Génie Mécanique (LGM)

² Institut Clément Ader (ICA) Institut Clément Ader (ICA), CNRS UMR 5312, University of Toulouse,
IUT of Tarbes, UPS, France

La présente étude s'intéresse à l'étude du comportement sous pression interne des tubes composites assemblés par collage. Les essais expérimentaux ont dénoté que l'application d'une pression interne dans le tube composite verre/Vinylester 411 assemblé par collage conduisent à la formation d'une fuite au niveau de la zone collée. Ceci est notamment dû à l'apparition du phénomène de décollement au niveau de la zone de collage. Pour mieux comprendre les scénarios d'endommagement qui se manifestent avec l'augmentation de la pression dans les tubes, un modèle numérique a été proposé. Une accordance entre les résultats expérimentaux et numériques a été trouvée.

Mots-Clés : tube à enroulement filamentaire, assemblage par collage, pression interne, modèle numérique

Session 20 T2 : Modélisation en mécanique des solides et des structures

Chairman: Pr. F. Abed Meraim France

Jeudi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 2

Étude de la striction localisée dans des couches métalliques supportées par un substrat en utilisant la théorie d’écoulement de la plasticité, la théorie de déformation et la plasticité cristalline : analyse de bifurcation comparée à l’approche d’imperfection initiale

237988
Amphi 2

M. Ben Bettaieb, F. Abed-Meraim

¹ LEM3, UMR CNRS 7239 – Arts et Métiers ParisTech, 4 rue Augustin Fresnel, 57078 Metz Cedex 3, France

² DAMAS, Laboratory of Excellence on Design of Alloy Metals for low-mAss Structures, Université de Lorraine, France

Pour améliorer la formabilité de composants métalliques fonctionnels (ex., dans les dispositifs électroniques flexibles), une stratégie intéressante consiste à leur coller des substrats en élastomère. La présente contribution vise à prédire numériquement la formabilité de telles bicouches métal/élastomère et à évaluer l’effet de la couche d’élastomère sur le gain en formabilité. Le comportement mécanique de la couche de métal est décrit, successivement, par la théorie d’écoulement de la plasticité, la théorie de déformation, et la plasticité cristalline. Quant à la couche d’élastomère, un modèle de comportement néo-Hookeen est utilisé. La limite de ductilité de la bicouche est prédite par la théorie de bifurcation ainsi que l’approche d’imperfection initiale.

Mots-Clés : formability prediction, substrate-supported metal, flow theory of plasticity, deformation theory, crystal plasticity, bifurcation and imperfection approaches

Asymptotic numerical method with method of fundamental solution for the Von Karman plate

237682
Amphi 2

O. Askour¹, A. Tri^{2,3}, B. Braikat¹, H. Zahrouni^{4,5}, M. Potier-Ferry^{4,5}

¹ Laboratoire d’Ingénierie et Matériaux (LIMAT), Faculté des Sciences Ben M’Sik, Université Hassan II de Casablanca, BP 7955, Sidi Othman, Casablanca, Maroc
o.askour@gmail.com

² Institut Supérieur des Etudes Maritimes (ISEM), Km 7 Route d’El Jadida, Casablanca, Maroc

³ Laboratoire de Mécanique, Faculté des Sciences Aïn Chok, Université Hassan II de Casablanca, Casablanca, Maroc

⁴ Université de Lorraine, CNRS, Arts et Métiers ParisTech, LEM3, F-57000 Metz, France

⁵ DAMAS, Laboratory of Excellence on Design of Alloy Metals for low-mAss Structures, Université de Lorraine, Metz, France

In this work, we propose an algorithm, which consists to use the Asymptotic Numerical Method (ANM) with the Method of Fundamental Solutions (MFS) for solving large deflections of thin plates. This problem is governed by the Von Karman equation which is a strongly nonlinear equation. The efficiency of the method is verified through a numerical example.

Keywords: method of fundamental solutions, asymptotic numerical method, Von Karman plate

Dynamic modeling of multilayered and multifunctional plates with visco-elastic interfaces

237433
Amphi 2

J.A. Manyo^{1a,2a}, G.E. Ntamack^{1b}, L. Azrar^{2c,3c}

¹ Group of Mechanics, Materials and Acoustics, P.O. Box 454, Department of Physics, Faculty of Sciences, The University of Ngaoundéré, Cameroon

² Research Center STIS, ENSET, Mohammed V University, Rabat, Morocco

³ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

^a manyo.jacques@yahoo.fr, ^b guyedgar@yahoo.fr, ^c l.azrar@um5s.net.ma

Three dimensional dynamic behavior of laminated magneto-electro-elastic plates is modeled and investigated. The developments are done based on the Stroh formalism and the solution through thickness is propagated by the propagation matrix method. Kelvin-Voigt model is used for the viscoelastic interface and electric, magnetic and mechanic exaltation can be considered. The results obtained prove the effectiveness of this formalism in the case of thin and thick plates.

Keywords: stroh formalism, multilayered, viscoelastic interface

Modèles éléments finis de coque et solide-coque – applications aux structures minces

237372
Amphi 2

F. Hammadi¹, Z. Smaini¹, W. Zouari², M. Assarar²

¹ Université TAHRI Mohamed, L2ME, Bechar, Algérie
h_fodil@yahoo.fr, smainizineb111@gmail.com

² IUT de Troyes, LISIM, Troyes, France
wajdi.zouari@univ-reims.fr, mustapha.assarar@univ-reims.fr

Dans ce travail, une attention particulière est portée sur la formulation et l'application d'éléments finis appartenant aux catégories suivantes : Eléments finis de coques (courbés), Eléments finis volumiques à huit noeuds de type Solid-Shell. Ces modèles éléments finis permettent d'analyser les comportements linéaires et non linéaires statiques, principalement en petites déformations élastiques. Différents cas tests standards issus de la littérature ont été effectués pour valider la performance et la consistance, de ces modèles, dans le contexte théorique et numérique.

Keywords: éléments finis, coque, solide-coque, non linéarité géométrique

88 Session 20. T2: Modélisation en mécanique des solides et des structures

Identification des paramètres mécaniques des matériaux n-monotones

237224
Amphi 2

S. Ouhni, J. Chaoufi, H. Arjdal

*Laboratory of Electronics, Signal Processing and Modelling Physics, Department of Physics, University Ibn Zohr, 80000 Agadir, Morocco
slimane.ouhni@gmail.com*

La connaissance des paramètres mécaniques des matériaux est un impératif dans la caractérisation de nouvelles structures. Dans ce cadre, notre travail est consacré au développement d'une nouvelle approche inverse, consistant à identifier les paramètres mécaniques d'un matériau de comportement linéaire coaxial, en se basant sur les couples forces-déplacements supposés connus. Nous avons ensuite traduit ce problème inverse d'une part en un problème de minimisation d'une fonctionnelle par la méthode du gradient conjugué, d'autre part en un problème d'optimisation par le biais des conditions d'optimalité de Karush-Kuhn-Tucker. Enfin nous illustrons l'étude par quelques exemples numériques.

Mots-Clés : problème inverse, identification, paramètres mécaniques, optimisation, minimisation, gradient conjugué, conditions de Karush-Kuhn-Tucker

Etude de l'influence de la semi-rigidité sur le comportement des assemblages en construction métallique

236943
Amphi 2

T. Tougui, L. Bousshine

*Laboratoire de la mécanique des structures et des matériaux, Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique, Université Hassan II, Casablanca, Maroc
t.tougui@ensem.ac.ma*

L'utilisation des EUROCODES devient de plus en plus nécessaire dans le contexte national vu qu'ils bénéficient du grand progrès des connaissances scientifiques dans le domaine du génie civil, ainsi que de l'expérience accumulée dans les chantiers européens. Cet article présente la méthodologie de calcul adoptée par les EUROCODES concernant les assemblages. Il met en évidence l'apport de l'utilisation des assemblages semi-rigides introduits par ce règlement à travers l'étude d'un hangar métallique avec des assemblages rigide et semi-rigides en faisant une comparaison des résultats obtenus.

Mots-Clés : assemblages, semi-rigidité, construction métallique

Session 21 T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

Chairman: Pr. M. Bou-Ali **Espagne**

Jeudi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 3

Étude numérique du comportement thermique d'un milieu anisotrope en géométrie cylindrique bidimensionnel

237912
Amphi 3

R. Idmoussa, N. Hanchi, H. Hamza, J. Lahjomri, A. Oubarra

Université Hassan II, Faculté des sciences Ain Chock, Laboratoire de mécanique, Km 8 route d'El Jadida BP 5366 Maarif, Casablanca, Maroc

Le présent travail porte sur l'étude numérique de la conduction de la chaleur en régime permanent au sein d'un milieu anisotrope en géométrie cylindrique bidimensionnel. Le milieu dont les bases sont à température imposées est soumis à un flux de chaleur à travers la surface latérale. Vue la complexité de résoudre analytiquement l'équation de la conduction de la chaleur dans ce type de milieu, une solution numérique a été développée. Elle est basée sur une transformation de coordonnées qui permet de rendre le milieu isotrope. L'équation de la conduction de la chaleur pour ce milieu virtuel est résolue par la méthode des directions alternées. La transformation inverse permet de déterminer le comportement thermique du milieu anisotrope en fonction des paramètres de l'étude : conductivités thermiques principales et croisée, flux de chaleur.

Mots-Clés : milieu anisotrope, transfert de chaleur, transformation de coordonnées

Internal interfaces tracking in a salt gradient solar pond using a double-diffusive convection model

237814
Amphi 3

A. El Mansouri, M. Hasnaoui*, A. Amahmid

*UCA, Faculty of Sciences Semlalia, Physics Department, LMFE, BP 2390, Marrakesh, Morocco
hasnaoui@uca.ac.ma*

A two-dimensional numerical model is developed to simulate the behavior of a salt gradient solar pond (SGSP) of $1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$. The transient evolution of the SGSP covers the first 5 days of July 2011 under weather conditions of Marrakesh – Morocco. The study aims to investigate the stability of the intermediate non-convective zone (NCZ) of the pond using a 2D fully coupled double-diffusive convection model. The latter is solved by a hybrid finite volume and lattice Boltzmann method (FV-LBM). The present study confirms the ability of the elaborated model to describe the erosion of the non-convective zone by predicting the motion of its limiting interfaces.

Keywords: salt gradient solar pond, doublediffusive convection, FV-LBM, stability of the NCZ interfaces

**Energy and exergy analysis in a salt gradient solar pond
for the assessment of three heat exchanger designs**

237807
Amphi 3

A. El Mansouri, M. Hasnaoui*, A. Amahmid, Y. Dahani

*UCA, Faculty of Sciences Semlalia, Physics Department, LMFE, BP 2390, Marrakesh, Morocco
hasnaoui@uca.ac.ma*

This work deals with transient modelling of a large-scale salt gradient solar pond (SGSP – 50 000 m²) located in a semi-arid climate region. Three heat extraction methods (HEM) were considered. The first method is a reference one (Ref-HEM) that limits the heat draw to the heat storage zone using horizontal tubes. The second (VT-HEM) and third (HT-HEM) methods consider an additional heat draw from the gradient zone using, respectively, vertical and horizontal tubes. The study focused on the examination of the thermal performances of the considered SGSP with the three heat extraction methods based on energetic and exergetic analysis.

Keywords: salt gradient solar pond, solar energy, heat extraction, energy and exergy analysis

**Thermophysical properties and thermodiffusion coefficient
of nanofluid in binary mixtures**

237768
Amphi 3

A. Errarte, M. Aginagalde, M. Bou-Ali

*Mechanical and Industrial Manufacturing Department, MGEP Mondragon Goi Eskola Politeknikoa,
Loramendi 4 Apdo. 23, 20500 Mondragon, Spain
ane.errarte@alumni.mondragon.edu*

Fullerenes are nanoparticles with unique physical and chemical properties. For this reason, they are of great interest in a wide range of applications such as lubricants or medical ones. In this scenario, this work is focused on the determination of thermophysical and transport properties of the binary mixtures of the ternary mixture C60-THN-Tol. This ternary nanofluid has been one of the mixtures studied in DCMIX4 project in collaboration with the European Space Agency. Methodology and results of density, thermal expansion, mass expansion, viscosity, refractive index and thermodiffusion coefficients are obtained for a wide range of fullerene concentrations. Results show that the magnitude of some properties is increased in the presence of fullerene nanoparticles.

Keywords: fullerene, nanofluid, binary mixture, thermophysical properties, thermodiffusion coefficient

**Permeation of Toluene
into (Polypropylene/Acrylonitrile-co-butadiene Rubber)
immiscible blend**

237749
Amphi 3

Y. Hairch, A. El Afif

Physics Department, Chouaïb Doukkali University, El Jadida, Morocco

This study examines the unsteady permeation process of a solvent through a mixture of two immiscible polymers with a complex dividing interface. The mathematical model



consists of three nonlinear PDEs that incorporate the coupling arising between mass transport and the dynamic changes of the blend internal structure. In addition to the solvent mass fraction \mathbf{c} , we choose, as additional state variables, the conformation tensor \mathbf{m} to characterize the macromolecular chains while the embedded interface is described by a scalar \mathbf{Q} and a traceless second-order tensor \mathbf{q} respectively for the size and shape anisotropy of the area. We extend the Fick's first law by two new non-Fickian terms. Among the obtained results, we present the transient permeation mass flux profiles of toluene through PP/NBR blend system at different compositions and predict the corresponding time lag.

Keywords: non-Fickian, permeation, interface, conformation, time lag

Revue : substitution du sable par les déchets de verre concassé sous forme de granulats fins dans le béton

237731

Amphi 3

I. Abalouch¹, S. Sakami², Fz. Elabbassi², L. Boukhattem¹⁻³

¹ LMPEQ, Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Safi, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

² Faculté des sciences et technique de l'Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

³ EnR2E, CNEREE, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

Ce travail présente une revue de la littérature sur la réutilisation du verre de recyclage en tant qu'agrégat fin (VAF) dans le béton. Notamment les propriétés d'ouvrabilité, Thermomécanique et de durabilité du béton contenant du verre. Suite à cette revue, nous pouvant conclure que le verre recyclé a une utilisation potentielle dans les matériaux de construction. Le remplacement du sable par VAF nécessite la gestion des deux principaux comportements que peut avoir ce verre lorsqu'il est mis en contact avec une matrice cimentaire. D'une part un comportement bénéfique associe à la réaction pouzzolanique, si le verre utilisées sous la forme de fines particules. Et d'autre part, un comportement néfaste associe à la réaction alcali silice (RAS) qui entraîne des gonflements et des fissurations à la structure.

Mots-Clés : VAF, béton, RAS, propriétés thermomécaniques



Session 22 T10 : Interaction fluide-structure

Chairman: Pr. M. Tarfaoui France

Jeudi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 4

Numerical simulation of effect of contact pressure on gas diffusion layers deformation of a PEM fuel cell

264034

Amphi 4

A. Atifi, K. El Bikri, M. Ettouhami

Centre de Recherches en Sciences et Technologies de l'Ingénieur et la Santé, E2SN ENSET, Mohammed V University of Rabat, Morocco

In this study,a two-dimensional, Finite Element model has been implemented based numerical modeling simulations to predict mechanical behavior of a representative unit of fuel cell stack deformation under three levels of contact pressure between GDL and bipolar plate assuming that the GDL deformation as a combination of elastic deformation and fibers slippage. The intrusion of the GDL into the channel was estimated. Indeed, with orthotropic behavior of the GDL, the proposed nonlinear orthotropic model converges towards the models of the literature as a function of the contact pressure level between the bipolar plate and the GDL (Gas Diffusion Layers).

Keywords: fuel cell, PEMFC, GDL intrusion, stress, PFSA membrane, clamping force

Validation d'un modèle 1-D de lubrification élastohydrodynamique

Y. Bahi¹, M. Rahmoune², M. Elgadari³

243291

Amphi 4

¹ LEM2A, Faculté des sciences, Université Moulay Ismail, Meknès
y.bahi@ensam-umi.ac.ma

² LEM2A, Faculté des sciences, Université Moulay Ismail, Meknès
rahmoune@umi.ac.ma

³ ENSAM-Meknès, Université Moulay Ismail
m.elgadari@ensam-umi.ac.ma

Les performances d'étanchéité d'un vérin hydraulique dépendent des caractéristiques de trois éléments essentiels : la tige, le joint et le fluide. Pour prédire le comportement d'un joint hydraulique, à savoir la force de frottement et le taux de fuite, plusieurs travaux théoriques et expérimentaux ont été réalisés. Dans le présent article, un modèle unidimensionnel élastohydrodynamique du joint hydraulique en U est réalisé en prenant en compte : la rugosité de l'arbre et des lèvres. Les résultats numériques sont validés par des expérimentations publiées précédemment.

Mots-Clés : joint hydraulique, surface texturée, rugosité, force de frottement, fuite

Modélisation analytique et numérique du problème interaction fluide structure application à un barrage rempli d'eau

241976
Amphi 4

M. Mansouri^{1,3}, M. Sennoune², T. Raffak³, T. Mouhib³

¹ Univ Hassan 1, LIMII, FST-Settat, Maroc
mansouri1969@yahoo.fr

² Univ sultan Moulay Slimane, LIPOSI, ENSA- Khouribga, Maroc

³ Univ Hassan 1, LISA, ENSA-Berrechid, Maroc

Le but de ce travail est de mettre en œuvre les techniques de couplage fluide-structure sur un exemple académique. On ne cherche pas la réalité physique sur ce modèle, mais seulement en profiter pour démysterifier les stratégies de couplage. Il s'agit de l'étude d'un barrage assimilé à une poutre cantilever, encastrée à sa base et libre à son extrémité supérieure. On s'intéresse au cas générale où le fluide apporte une énergie potentielle instationnaire (ou fluctuante). C'est le cas en particulier d'un fluide compressible (potentiel élastique). Les deux entités fluide et structure possèdent tous les deux leurs degrés de liberté propres et le système dynamique est régi par les équations vibratoires de la structure et du fluide, couplées entre elles. On présente les formulations couplées non symétriques, et symétriques du problème (en pression et potentiel des vitesses pour le fluide et le déplacement pour la structure). Pour résoudre ce problème on a effectué des calculs analytiques et numériques en réalisant une corrélation entre Matlab et Ansys. La confrontation des résultats a montré la robustesse et la fiabilité de l'approche adoptée.

Mots-Clés : Interaction fluide-structure, éléments finis, potentiel des vitesses, domaine fréquentiel, simulation numérique, Matlab, Ansys

**Flow behavior analysis of confined fluid in a flexible tube:
application of asymptotic approach**

240901
Amphi 4

A. Mehdari¹, M. Agouzoul², M. Hasnaoui³

¹ Mohammed V University, ERG2 (ME), Rabat, Morocco
abdmehdari@gmail.com

² Mohammed V University, ERG2 (ME), Rabat, Morocco
agouzoul@emi.ac.ma

³ Royal Air Force School, SMD, Marrakech, Morocco
hasnaoui.mohammed@hotmail.com

In this paper, we asymptotically investigate a confined fluid flow in a flexible tube with a variable section. The fluid is considered to be newtonian, incompressible and it elapses in elastic and isotropic shell. This study provides a review of recent analysing the effects of the elastic wall tube properties over the fluid behaviour. The unsteady fluid flow will be analysed following the singular perturbations theory according to a large Reynolds number and a small aspect ratio. The wall is assumed to be a thin shell that generate

a small axisymmetric vibration. This model is mathematically developed by using the thin shell linear theory that is governed by a geodesic curvature parameter.

Keywords: flow behaviour, confined, elastic tube, asymptotic approach

Effects of rheological parameters of a viscoplastic fluid on peristaltic pumping in a cylindrical tube

240506
Amphi 4

H. Rachid, M. Ouazzani Touhami

Laboratory of Mechanics, Department of Physics, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, 5366 Maarif, Casablanca, Morocco

In this paper, we study theoretically the peristaltic transport of a generalized four-parameter plastic fluid in a circular cylindrical tube. The present fluid model is presented for the rheological characterization of inelastic fluid foods. Long wavelength and low Reynolds number approximations are taken into account to get solution. The effects of embedded parameters on pressure rise , frictional force and especially on the mechanical efficiency have been numerically displayed and physically discussed.

Keywords: peristaltic transport, viscoplastic fluid, four-parameter model, mechanical efficiency

Parameters variation effects on energy recovery for a freely floating wave energy converter

239413
Amphi 4

A. Jabrali¹, R. Khatyr², J. Khalid Naciri³

Laboratory of Mechanics, Faculty of Sciences Aïn Chock, B.P 5366, Maarif, Hassan II University, Casablanca, Morocco

This study presents the effects of parameters variations on the recovered energy for a floating wave energy converter (WEC) device. The articulated multi body floating WEC under consideration consists of two cylinders connected by a flat plate. The connections between the parts of the WEC allow the rotational movements of cylinders and the plate. The aim of this paper is to investigate the coupled effect of the length of the plate with the amplitude and period of the wave on the recovered energy by the floating WEC. The results show that the value of the optimum length for the plate is related to the sea wave condition, and more particularly to the amplitude and wavelength of the oscillations of the free surface.

Keywords: wave energy converter, wave characteristics, multi-body articulated system, parameters dimensioning



**Utilisation du modèle d’onde plane corrigé pour la détermination
du coefficient de réflexion lors de l’interaction houle plaque
horizontale**

237829

Amphi 4

M. Amimi, S. Naasse, C. Chahine

*Laboratoire Physique des Polymères et Phénomènes Critiques, Université Hassan II, Faculté des Sciences Ben M’sik, Sidi Othman, P.B 7955 Casablanca, Maroc
amimi.mer@gmail.com*

Le but dans ce travail est de calculer le coefficient de réflexion d’une plaque immergée en utilisant le modèle d’onde plane corrigé, en choisissant convenablement l’immersion et la longueur relative de la plaque. On montre qu’avec cette correction le coefficient de réflexion présente une bonne concordance avec les résultats expérimentaux (Brossard et al., Liu C.R).

Mots-Clés : houle, plaque, coefficient de réflexion, modes évanescents, onde plane





⊕—

—⊕

Vendredi 19 Avril 2019

⊕—

—⊕



⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 98 — #116

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕

Session 23 T6 : Milieux poreux

Chairman: Pr. Ab. Maslouhi **Maroc**

Vendredi 8h30–10h30 ENSET Rabat **Amphi 1**

Nouvelle méthode de caractérisation d'un milieu poreux par l'utilisation d'un fluide à seuil de type Herschel-Bulkley

256960
Amphi 1

A. Oukhlef, A. Ambari, S. Champmartin

¹ USMS, LITA, École Supérieure de Technologie, BP : 591, 23000 Béni Mellal, Maroc

² Arts et Métiers ParisTech, 2 bd du Ronceray, 49035 Angers, France

Cette communication présente une nouvelle méthode pour caractériser la topologie des matériaux poreux en termes de distribution de tailles de pores (DTP). Cette approche proposée repose sur les propriétés rhéologiques des fluides à seuil s'écoulant à travers l'échantillon poreux. Nous allons montrer que par une simple mesure du débit total de fluide en fonction du gradient de pression imposé, il est possible de déterminer la DTP moyennant une hypothèse sur leur forme. Cette technique est basée sur le modèle de faisceaux de tubes capillaires qui, malgré sa simplicité apparente, est capable de caractériser correctement la DTP. Cette nouvelle technique a été validée analytiquement et numériquement sur différents types de distributions classiques en utilisant les fluides de Bingham et Casson. Elle a été étendue avec succès aux fluides viscoplastiques réels de type Herschel-Bulkley et à n'importe quel type de distribution. Contrairement aux autres méthodes complexes, onéreuses et parfois toxiques, cette nouvelle technique se distingue par sa simplicité, son faible coût et sa non-toxicité.

Mots-Clés : milieux poreux, distribution de tailles de pores, fluides à seuil

Two unbound granular materials stiffness analysis with staged repeated load CBR test

240746
Amphi 1

A. Salmi¹, L. Bousshine¹, K. Lahlou²

¹ Structural and material mechanics team (MSM), ENSEM, Hassan II university of Casablanca, Casablanca, Morocco

abdelazziz.salmi@ensem.ac.ma, lbousshine@yahoo.fr

² Research team in engineering construction (ERIC), EHTP, Casablanca, Morocco
lahlou@ehtp.ac.ma

Design methods of flexible pavements in many countries are based on linear elastic behaviour model for Unbound Granular Materials (UGM). In this context, parameters required to characterize an UGM in structural analysis of pavement are: Stiffness modulus and Poisson ratio (E and ν). This paper presents a study of two UGM stiffness. Finite element simulation of RL-CBR test has allowed to derive equation used in calculation of materials equivalent modulus with RL-CBR results. The staged repeated load CBR test

is used to evaluate material stiffness for different stress states to highlight its influence on UGM stiffness and compare studied materials. Also, this paper shows that even if two materials are different in the according to the current road authority specifications, they can represent similar stiffness.

Keywords: repeated load CBR, unbound granular materials, stiffness modulus, flexible pavement

Study of leachate transport in the unsaturated soil of the Kenitra landfill, Morocco

239955
Amphi 1

K. Elamerany^{1,2}, A. Maslouhi¹, M. Marcoux², M. Quintard²

¹ Inter disciplinary Laboratory for Natural Ressources and Environment, Department of Physics, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, 14000 Kenitra, Morocco

² Fluid Mechanics Institut (IMFT), PaulSabatier University-Toulouselll, CNRS, 31400 Toulouse, France

Leachate water and soil pollution are very serious environmental problems in the Kénitra region. The evaluation of leachate contamination requires a knowledge of the dynamics, bio-physico-chemical phenomena of all soil transfers and a rigorous modeling of these phenomena.

The first objective of this study is to investigate and understand the transfer mechanisms and different pollutants interaction with the porous matrix. In order to achieve this goal, we performed a laboratory column infiltration experiment and followed the evolution of the concentrations of the different leachate pollutants drained at the bottom of column. The second objective is to transcribe the knowledge acquired by the experiment in modelling, by means of dispersion convection deterministic equation.

Keywords: leachate, landfill, pollution, soil, modeling

Investigational methods for the modeling of infiltration process in the soil and the estimating the soil hydrodynamic parameters

238574
Amphi 1

M. Hachimi¹, A. Maslouhi², H. Qanza², K. Tamoh

¹ Interdisciplinary Laboratory for Natural Resources and Environment Ibn Tofail University B.P 242, 14000 Kenitra, Morocco, Maroc

² LIRNE Département de physique, LIRNE, Université Ibn Tofail, 14000 Kenitra, Maroc

Unsaturated zone in the soil generally plays an important role in the transfer of water and pollutants in the underground environment. In this context, the determination of the hydrodynamic parameters constitutes an essential step for any study of transfers of water and solutes in the unsaturated zone. The purpose of this article is the estimation the soil hydrodynamic parameters by the direct method and the inverse method, from the infiltration data by using the disc infiltrometer in the soil the basin Loukkos located in northern Morocco. Our results the numerical modeling reproduced correctly the experimental measurements. These results show that the inverse method remains a robust



and accurate method for determining the soil hydrodynamic parameters compared to other conventional methods.

Keywords: unsaturated soil, infiltration, hydraulic parameters, modeling, Loukkos Basin

**Simultaneous estimation of hydro-dispersive parameters using
a new modified levenberg-marquardt algorithm**

235423

Amphi 1

H. Qanza, A. Maslouhi, M. Hachimi, A. Hmimou

Department of Physics, Interdisciplinary Laboratory for Natural Resources and Environment, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Determination of soil hydrodynamic parameters at field scale is of great importance for modeling soil water dynamics and for agricultural water management. The direct estimation of those parameters is time-consuming and afflicted with serious uncertainties. Inverse modeling is known to get efficient technique for solving non-linear problems in hydrology. Levenberg–Marquardt (LM) algorithm is a gradient-based method, which has been widely used for solving inverse soil water flow problems. In the LM algorithm, sensitivity coefficients are mainly evaluated by numerical differentiation methods. However, sensitivity coefficients are difficult to be precisely calculated by numerical differentiation methods, if transient states and non-linearities are involved. In this paper, a new approach is proposed for sensitivity analysis using the complex variable- differentiation method (CVDM) to estimate simultaneously the hydraulic and dispersive properties of unsaturated soil from in-situ experiments. In this approach, the sensitivity coefficients can be determined in a more accurate way than the traditional finite difference method. The results show that the new inverse analysis method in the present work has high accuracy, validity, uniqueness and higher inversion efficiency, compared with the previous least-squares method. The simulated and measured water contents and tracer concentration were generally close. Overall, it was concluded that the CVDM is a promising method to estimate hydro-dispersive parameters in the unsaturated zone.

Keywords: unsaturated soil, hydro-dispersive parameters, inverse modeling, Levenberg–Marquardt, complex-variable-differentiation



Session 24 T3 : Matériaux solides et composites

Chairman: Pr. E. Ghorbel France

Vendredi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 2

Propriétés mécaniques des composites renforcés par des nanotubes de carbone

236910
Amphi 2

A. El Moumen¹, M. Tarfaoui², K. Lafdi³

¹ ENSTA Bretagne, IRDL - UMR CNRS 6027 Brest, France
ahmed.el_moumen@ensta-bretagne.fr

² ENSTA Bretagne, IRDL - UMR CNRS 6027 Brest, France
mostapha.tarfaoui@ensta-bretagne.fr

³ University of Dayton, Dayton, OH 45469-0168, United States
klafdi1@udayton.edu

L'objectif de cette étude est la prédiction du comportement mécanique des matériaux composites renforcés par une distribution aléatoire des nanotubes de carbone (NTCs). Le composite est formé d'un polymère epoxy, des fibres de carbone et des NTCs. L'étude expérimentale est basée sur des essais de traction et de cisaillement afin de prédire les modules élastiques des composites. Un modèle numérique basé sur le volume élémentaire représentatif a été utilisé et les résultats obtenus à l'aide de ce modèle ont été comparés avec les données expérimentales.

Mots-Clés : matériaux composites, nanotubes de carbone, caractérisation expérimentale, modélisation numérique

A comparison between the periodic and random models for the study of the thermal behavior of long-fiber reinforced composites

236787
Amphi 2

S. El Marzouki¹, H. Elminor²

¹ E2MGC, Equipe de recherche Matériaux Mécanique et Génie Civil, ENSA Agadir, Ibn Zohr University
elmarzoukisarah@gmail.com

² E2MGC, Equipe de recherche Matériaux Mécanique et Génie Civil, ENSA Agadir, Ibn Zohr University
h.elminor@uiz.ac.ma

The objective of this study is to compare two different modeling approaches used in analyzing the thermal behavior of composites reinforced with longitudinally aligned fibers. The periodic and random models are compared by introducing a hybrid configuration consisting of a periodic hexagonal central region surrounded by randomly distributed inclusions. Two analyses were conducted. The first one focused on the macroscopic

behavior, highlighting the random model's similarities with the intermediate configurations and its divergence from the periodic model. The second analysis concentrated on the local thermal response. It was concluded that the periodic model's lower estimates are due to its regularity in the distribution of fibers, preventing the occurrence of high tension zones with greater values of the localized thermal conductivity.

Keywords: long-fiber reinforced composites, periodic model, random model, thermal conductivity

Laminated epoxy composites based on clay and jute Fiber

H. Abdellaoui^{1,2}, R. Bouhfid², Q. Abou Elkacem²

236227

Amphi 2

¹ Moroccan School on Engineering Sciences EMSI-Rabat

² Moroccan Foundation for Advanced Science, Innovation and Research (MAScIR), Rabat, Morocco

The aim of this work is to improve the mechanical properties of polymer composites based on natural fibers. In particular, the adhesion between jute fibers and epoxy is improved by an alkali treatment. Also, the epoxy matrix is filled with different clay content (0, 5, 10, 15, and 20% wt.) to improve even more the mechanical properties (tension and torsion) of these composites. The results show that both jute fibers and clay addition improve the mechanical behavior of the composites, with better results obtained when alkali treatment was applied.

Keywords: laminates, epoxy, jute fibres, mechanical behavior

Homogenization of bio-composite CEB/Nut-shells of Argan

H. Akhzouz^{1,2}, Has. El Minor¹, Han. El Minor^{1,2}

235979

Amphi 2

¹ Equipe de recherche Matériaux, Mécanique et Génie Civil, ENSA Agadir, Maroc

² Laboratoire d'Innovation Durable et de Recherche Appliquée, Universiapolis Agadir, Maroc

The behavior of earthen construction materials regarding accidental loads remains a very complex problem. The modeling of these structures must be able to reliably reproduce the local discontinuous behavior as well as the overall response of the structure [3].

The methodology is developed on a random three-dimensional two-phase elastic microstructure. The influence of microstructure on the elastic properties of blocs en terre comprimée (BTC) is studied in this paper. A statistical numerical homogenization method based on the finite element method (MEF) was used to homogenize the composite material. Several scenarios are performed by varying the volume [2] and the multiple positions of the subdomains according to Poisson process [4].

Keywords: compressed earth blocks, homogenization, finite element method

Analyse de la stabilité des plaques minces en matériaux MFG sous chargement uni-axial

235919
Amphi 2

O. Bourihane^{1,2}, S. Mesmoudi², Y. Hilali², K. Mhada³

¹ Laboratoire de Génie Mécanique, Faculté des Sciences et Techniques Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route d'Imouzzer BP 2202, Fès, Maroc

² Laboratoire d'Ingénierie et Matériaux, Faculté des Sciences Ben M'sik, Université Hassan II de Casablanca, Avenue Idris Al Harthy, B.P 7955 Sidi Othman, Casablanca, Maroc

³ Laboratoire Innovation en Sciences, Technologies et Modélisation, Faculté des Sciences d'El Jadida, Université Chouaib Doukkali, Route Ben Maachou, B.P. 20 Avenue des Facultés, El Jadida, Maroc

We propose in this work a numerical approach to study the stability of thin plates FGM. The mathematical formulation is established using stationarity of potential energy within the kinematics of thin plates. In order to minimize the integration coefficients, the stress and strain vectors are split into a membrane and bending by writing the elastic behavior matrix in adimensional form. The finite element discretization is done using a quadrilateral element with four nodes and five degrees of freedom per node. We adopt the shape functions of Lagrange for the membrane and Hermite for flexion. The efficiency of the model is tested on several examples of buckling plates made of FGM material under uni-axial loading.

Keywords: matériaux MFG, flambage, éléments finis, plaque

Numerical study on reinforced concrete beams by honeycomb sandwich panel structures

235708
Amphi 2

K. Essaadaoui^{1,2}, M. Ait El Fqih^{1,*}, M. Idiri², B. Boubeker²

¹ Laboratoire d'Ingénierie des Structures, Systèmes Intelligents & Energie Electrique (LI2SI2E), ENSAM, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

² Laboratoire d'Ingénierie et Matériaux (LIMAT), Université Hassan II Casablanca, Maroc

The purpose of this work is to present the results of a simulation investigation on reinforced concrete by fiberglass honeycomb panel structures. The numerical study program included three beam specimens. Flexural compression test were simulated and compared to previous work conducted in our laboratory. The experiment was combined with simulations using finite element analysis (FEA) code Abaqus and revealed that both of them were in a fairly good agreement.



Session 25 T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

Chairman: Pr. A. Cheddadi Maroc

Vendredi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 3

Effects of the form factor on the thermalexchanges by natural convection in a rectangular cavity filled with nanofluid

263233
Amphi 3

L. Eljamali, R. Sehaqui

Université Hassan II, Faculté des sciences Ain Chock (fsac), Km 8 route d'El Jadida BP 5366 Maarif, Casablanca, Maroc

Effects of the form factor on natural convection heat transfer and fluid flow in a two-dimensional cavity filled with AL₂O₃-nanofluid is analyzed numerically. A model is developed to explain the behavior of nanofluids taking account of the volume fraction. The Navier-Stokes equations are solved numerically by alternating an implicit method (Method ADI). The nanofluid used is aluminum oxide with water (Pr = 6.2). The problem considered is a two-dimensional heat transfer enclosure. The vertical walls are differentially heated; the right is cold while the left is hot. The horizontal walls are assumed to be insulated. The flow is considered laminar and the nanofluid in the cavity is assumed to be incompressible and Newtonian. The nanoparticles are assumed to have a shape and a uniform size.

Keywords: Nanofluid, heat transfer, thermal exchanges, natural convection, form factor

Numerical simulation of coupeld heat transfer through a concrete hollow brick

240681
Amphi 3

B. Jamal, M. Boukendil, A. Abdelbaki, Z. Zrikem

Cadi Ayyad University, Faculty of Sciences Semlalia, Department of Physics, LMFE, B.P. 2390, Marrakesh, Morocco

The present study aims to investigate coupled heat transfer by natural convection and conduction through a concrete hollow brick. The governing equations for conservation of mass, momentum and energy are discretized by the finite volume approach and solved by the SIMPLE algorithm. The numerical simulations were conducted to investigate the effect of Rayleigh number ($103 \leq Ra \leq 107$) on the heat transfer and fluid flow within the structure.

Keywords: three dimensional numerical simulation, concrete hollow brick, natural convection, conduction

106

Session 25. T8 : Transferts thermiques, Transferts de masse, Énergies renouvelables et environnement

**Étude numerique de la convection naturelle turbulente
d'un nanofluide dans une cavité parallelepipedique
a flux thermique impose**

236626

Amphi 3

Z. Lafdaili¹, S. El-Hamdani¹, A. Bendou¹, B. El-Hafad¹, L. Belarache¹

¹ Laboratoire de Mécanique, Procédés de l'Energie et de l'Environnement (LMPEE), Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir

² LASIE, Université de La Rochelle, Av. Michel Crépeau, 17042 La Rochelle Cedex 1, France

Ce travail est une étude numérique de la convection naturelle turbulente d'un nano-fluide (AL2O3-eau) dans une cavité parallélépipédique. L'objectif est de comparer les effets des nanoparticules d'AL2O3 et du rapport de forme de la cavité sur l'échange thermique par convection. Le modèle de turbulence $\kappa - \varepsilon$ standard est utilisé pour prendre en compte les effets de la turbulence. Les équations gouvernantes sont discrétisées par la méthode des volumes finis en utilisant un schéma à loi de puissance. Les résultats sont présentés sous forme de lignes de courant et des lignes isothermes. La variation du nombre de Nusselt moyen de la paroi droite est calculée en fonction de la fraction volumique Φ des nanoparticules, du nombre de Rayleigh Ra et du rapport de forme de la cavité.

Keywords: convection, natural, turbulence, three-dimensional, nanofluid

**Étude paramétrique d'un dissipateur thermique par stockage
de chaleur latente de fusion**

236488

Amphi 3

H. Faraji, M. Faraji, M. El Alami

Département de physique, Laboratoire LPMMAT, Faculté des Sciences Ain Chock, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

Ce papier présente une étude numérique du processus de changement de phase « fusion » d'un matériau à changement de phase pour le refroidissement d'une source de chaleur. Cette dernière est protubérante et montée sur un substrat « carte-mère » au centre de la paroi inférieure d'une enceinte rectangulaire remplie totalement de MCP. Un modèle mathématique 2D non-dimensionnel est développé en se basant sur les équations de conservation de masse, de quantité de mouvement et d'énergie. L'effet du rapport de forme A de l'enceinte sur le comportement thermique et hydrodynamique du dissipateur thermique à base de MCP est investigué.

Mots-Clés : fusion, MCP, Convection naturelle, refroidissement

**Simulation of natural convection transfer in isosceles triangular
enclosure with square block**

235303

Amphi 3

M.A. Moussaoui, Y. Admi, E.B. Lahmer, A. Mezrhah

Laboratoire de Mécanique & Energétique, Faculté des sciences, Université Mohammed Premier, 60000 Oujda, Maroc

ma.moussaoui@ump.ac.ma, admiyoussef399@gmail.com, lahmerelbachir@gmail.com, amezrhah@yahoo.fr



Natural convection heat transfer in a 2D isosceles triangular cavity with square block in bottom wall is studied numerically. The simulations were performed using a Hybrid thermal MRT-lattice Boltzmann model. The flow (air) is assumed to be laminar and incompressible. All physical properties of the fluid, expect its density, are supposed to be constants. The bottom wall is insulated while cold temperature is fixed in inclined cavity walls. The block is maintained at hot temperature. The interpolation boundary conditions are applied at inclined walls. The results are presented in terms of streamlines, isotherms contours and velocities for different Rayleigh numbers and positions of the block.

Keywords: LBM, natural convection, isosceles triangular enclosure, square block

**Influence des matériaux locaux sur les besoins énergétiques
d'un bâtiment**

234860

Amphi 3

L. Lairgil¹, A. Daya¹, R. El Otmani², M. Touzani¹

¹ Département de physique, Laboratoire de MMESA, FSTE, Université Moulay Ismail, Maroc
lairgilamya@gmail.com, a.day@fste.umi.ac.ma, m.touzani59@gmail.com

² Laboratoire sciences d'énergie LabSipe, ENSAJ, Université Chouaib Doukkali, Morocco
rabieelotmani@gmail.com

Etant donné la part que représentent les bâtiments dans la demande d'énergie, l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments au Maroc constitue une source importante d'économie d'énergie. Afin d'aboutir à des bâtiments à bilan énergétique excédentaire pour maintenir une température intérieure stable, dans ce travail, on s'est intéressé à l'influence des matériaux locaux avec isolation (**Air**) et sans isolation sur les besoins énergétiques d'un bâtiment dans la ville d'Errachidia à l'aide du logiciel **ECOTECT ANALYSIS 2011** dédié à la Simulation Thermique des Bâtiments.

Mots-Clés : besoins énergétiques, chauffage, climatisation, matériaux locaux, isolation, ECOTECT ANALYSIS, Errachidia



Session 26 T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

Chairman: Pr. S. Skali Lami France

Vendredi 8h30–10h30 ENSET Rabat Amphi 4

Reducing drag on a flat plate subjected to incompressible laminar flow

240325
Amphi 4

A. Agriss, M. Agouzoul, A. Ettaouil

Équipe de Recherche Génie Mécanique et Énergétique : Modélisation et Expérimentation ERG2(ME) Université Mohammed V-Rabat, École Mohammadia d'Ingénieurs, Avenue Ibsinsina B.P. 765 Agdal, Rabat, Maroc

The idea behind this work comes from the question: What is the impact of plate corrugations on drag in this context, a numerical study of laminar incompressible flow over a flat plate and over corrugated plates is carried out. Numerical analysis is performed for low Reynolds numbers ($Re = 10, 50, 100, 500, 1000$) using the computational fluid dynamics (CFD) software ANSYS FLUENT. Simulations results are compared to each others and with those of the reference plate (flat plate (figure 4a)). Comparisons are made via drag coefficient C_d . This work is the beginning of a study that evaluates the impact of corrugations on drag reduction on a flat plate.

Keywords: drag, ANSYS FLUENT, flat plate, corrugated plate, laminar, flow

Stabilité de l'interface entre deux fluides newtoniens en écoulement stratifié axisymétrique bicoche

240261
Amphi 4

N. El Kissi

Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP*, LRP, 38000 Grenoble, France

* Institute of Engineering Univ. Grenoble Alpes
nadia.elkissi@univ-grenoble-alpes.fr

Une étude expérimentale de la stabilité interfaciale lors de la co-extrusion axisymétrique de deux fluides newtoniens est proposée. Le banc expérimental, entièrement transparent, est équipé d'un système de génération d'onde sinusoïdale de faible amplitude. L'évolution de cette perturbation est mesurée le long de l'écoulement, permettant une analyse de stabilité à l'interface.

Nos résultats montrent que l'observation expérimentale de l'instabilité du fait d'une différence de viscosité entre les deux fluides, telle que décrite dans les études théoriques, est difficile à démontrer expérimentalement. Il apparaît en effet que, les instabilités observées dans le cas de deux fluides newtoniens de viscosités différentes sont soit stabilisées par les effets de la diffusion à l'interface, soit supplantées par des effets de tension



superficielle (instabilités capillaires). Il est également montré qu'il existe une cause d'instabilité qui n'est pas décrite par les études théoriques. Elle est associée à un mouvement de convection macroscopique à l'interface, dû à la diffusion croisée induite par l'existence de pressions osmotiques importantes. Nous proposons ici une explication de ces observations, basée sur les propriétés des fluides et leur rhéologie.

Mots-Clés : coextrusion, stabilité interfaciale, stabilité linéaire, stratification visqueuse, diffusion

Importance of rheology in the prediction of structural transition phenomena in geopolymmer matrices loaded with phosphogypsum

240057
Amphi 4

N. Lahlou¹, M. Ouazzani Touhami¹, R. Hattaf², R. Moussa²

¹ Department of Physics, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, 20470 Casablanca, Morocco

² Department of Chemistry, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, 20470 Casablanca, Morocco

nouhalahlou1@gmail.com

Through a purely experimental approach, we proceed here to the description of the rheological behavior of the geopolymers matrices in the fresh state according to one or other of the parameters characterizing their formulation. This consolidates the different physicochemical techniques usually used for their characterization. This comes to allow us especially the definition of drafts for the implementation of empirical laws ensuring a better follow-up in the elaboration of these materials or even more optimization in their formulation. This description also allows us to follow the structural transition phenomena from the fresh state to the hardened state. We are particularly interested in demonstrating the impact of the addition of Phosphogypsum on the rheological behavior of geopolymers or on their kinetics of setting.

Keywords: rheology, geopolymers, phosphogypsum, empirical law, kinetics setting

Semi analytical method for calculating Dean's vortex in Torus of elliptical cross section

237857
Amphi 4

S. Ajgoun*, J.K. Naciri, R. Khatyr

Laboratory of Mechanics, Faculty of Sciences Aïn Chock, B.P. 5366, Maarif, Hassan II University, Casablanca 20100, Morocco

* s.ajgoun@outlook.fr

Based on the work of Dean (1927 and 1928) [1,2] and Cuming (1952) [3], the stationary flow of an incompressible Newtonian fluid through a curved pipe of uniform curvature and with elliptic cross section is studied. The Navier-Stokes equations are expressed in toroidal coordinates system. Following Dean's approach, the governing equations for the fluid motion through a curved elliptical channel are solved by using an original semi analytical method for the resolution of a biharmonic equation. The main interest in this study is to test and validate in the case of an elliptical cross section the proposed semi-analytical



110 Session 26. T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

method. The latter can then be used for other geometries for which explicit solutions are not available.

Keywords: toroïdal coordinates, curvature, curved pipes, centrifugal force, dean vortex

A mesh-free approach for the simulation of incompressible flows

M. Rammane¹, S. Mesmoudi¹, A. Tri^{2,3}, B. Braikat¹, N. Damil¹

237580

Amphi 4

¹ Laboratoire d'Ingénierie et Matériaux, Faculté des Sciences Ben M'sik, Hassan II university of Casablanca, B.P 7955 Sidi Othman, Casablanca, Morocco

² Laboratoire de Mécanique, Faculté des Sciences Ain Chock, Hassan II university of Casablanca, Morocco

³ Institut Supérieur des Etudes Maritimes (ISEM), Km 7 Route d'El Jadida, Casablanca, Morocco

In this work, we propose to investigate numerically the incompressible flows by the Asymptotic Numerical Method (ANM) with the Moving Least Square (MLS). The mathematical formulation is based on the Navier-Stokes equations written in a strongly formulation to avoid all difficulties of the numerical integration. The used algorithm is developed to investigate the effective of the ANM with the MLS in the strongly formulation.

Keywords: MLS, asymptotic numerical method, Navier-Stokes equations, incompressible flows

Turbulence study over an aircraft wing based v^2-f model

S. Elouardi¹, B. Radi¹, R. El Maani²

237301

Amphi 4

¹ LIMI, FST Settat, Route de Casablanca, Settat, Morocco
so.elouardi@uhp.ac.ma, bouchaib.radi@yahoo.fr

² LSMI, ENSAM Meknès, Marjane 2, Meknès, Morocco
elmaani.rabi3@gmail.com

Aerodynamics is the science that deals with the forces and movements of an object in the air. In the range of high Reynolds numbers, turbulence influences the behavior of the aerodynamic flow. Indeed, it is necessary to control these flows to give a good design of the structure. In this paper, we carried out a validation of a numerical simulation of a 3D transonic flow over the ONERA M6 wing for which the numerical results will be compared with experimental data. The flow was obtained by solving the steady-state governing equations of continuity and momentum conservation combined with one of two turbulence models (Spalart-Allmaras, v^2-f). The aim of the work is to show the behavior of the flow over the ONERA M6 wing at these conditions and to establish a verified solution method.

Keywords: aerodynamics, CFD, v^2-f , turbulence models

Session 27 T4 : Procédés de mise en forme et de fabrication

Chairman: Pr. A. Laksimi **France**

Vendredi 14h30–16h00 ENSET Rabat **Amphi 1**

Vers une conception préliminaire fiable

H. Zaghar¹, M. Sallaou², A. Ait Taleb², M. El Amine²

246152
Amphi 1

¹ Département Génie Mécanique EST, USMBA, Fès
hamid.zaghar@usmba.ac.ma

² Département Mécanique et Structures ENSAM, UMI, Meknès

Les nouveaux produits mis sur le marché sont de plus en plus complexes. Cette complexité vient en partie du fait que les fonctions assurées par les systèmes requièrent l'intégration de plusieurs composants utilisant divers technologies (mécatronique). Le concepteur doit intégrer et opter pour des solutions qui seront simples à produire, peu coûteuses, très fiables, sécuritaires, faciles à entretenir et ayant un coût global sur tout le cycle de vie qui soit attrayant.

Dans le stade de la conception préliminaire, les décisions seront prises dans un contexte où peu de choses sont définies et les données du problème sont encore mal connues. Nous proposons une vision énergétique et à partir de la loi dite « loi d'intégralité des parties », qui décompose un système en entités particulières. Ce travail propose une démarche de conception basée sur une analyse de fiabilité à suivre pour aider les concepteurs à prendre des décisions sur les choix inhérents et qualifiées.

Mots-Clés : conception préliminaire, loi d'intégralité des parties, fiabilité, qualification

Coût économique du tournage d'aluminium en fonction de la rugosité

242551
Amphi 1

I. Elayachi, M. Arinate, O. Akourri

Equipe de Recherche en Modélisation Mathématique et Contrôle, Faculté des Sciences et Techniques, Tanger
elayachi.ilham@hotmail.fr, med.arinate@gmail.com, akourri.omar@hotmail.com

L'état de surface d'une pièce mécanique joue un rôle déterminant aussi bien pour son fonctionnement que pour sa fiabilité mécanique. L'utilisation à grande échelle de matériaux de construction légers, l'aluminium, constitue une priorité dans le domaine du transport. Dans le tournage à sec en finition de l'alliage Al-Cu AA2024, nous avons étudié la vulnérabilité du coût économique de fabrication vis-à-vis de la rugosité Ra et de la durée de vie de l'outil.

Mots-Clés : prix économique, rugosité Ra, tournage, sec, aluminium, durée de vie de l'outil

Genetic algorithm for a flexible slider crank mechanism design variable optimization

M.A. Ben Abdallah^{1,2}, I. Khemili³, N. Aifaoui¹

242505
Amphi 1

¹ *Laboratory of Mechanical Engineering, University of Monastir, Tunisia
med.amine.b.abdallah@gmail.com*

² *Ecole Supérieure Privée d'Ingénierie et des Technologies*

³ *Laboratory of Mechanics of Sousse, University of Sousse, Tunisia
khemili_imed@yahoo.fr*

The dynamic behavior of multibody systems has been widely studied. Thus, effects of imperfections such as clearance, friction and flexibility on the dynamic behavior are dealt with various tremendous works. For a given dynamic response, the mechanism design variables needs to be defined. This identification approach is known as the mechanism synthesis. Despite all these imperfections, the mechanism should describe a precise workspace traduced by the trajectory path of the effector component.

In this work, the dynamic synthesis for a multibody system with imperfections is presented. A demonstrative slider crank mechanism with a flexible connecting rod has been used for the algorithm validation. The identification approach is based on its dynamic responses such as: the slider velocity and acceleration. The genetic algorithm has been developed to identify its design variables. This algorithm is implemented under Matlab(c). The presented results are in great agreement with the real mechanism dimensions.

Keywords: flexible slider crank, mechanism synthesis, genetic algorithm

Analyse des efforts de coupe en fraisage à bout sphérique d'un acier AISI 4140

241979
Amphi 1

S. Belkacem Chebil, M. Bensaid, W. Bensalem

*Laboratoire de Génie Mécanique (LGM), Université de Monastir
belkacemsonia@hotmail.fr*

Cette étude présente une approche numérique développée pour prédire les efforts de coupe résultants du processus de fraisage à bout sphérique de l'acier AISI 4140. Cette approche a été développée en utilisant le code commercial à éléments finis Abaqus-Explicit.

De nombreux facteurs contribuent à la stabilité et à la précision des résultats de la simulation. Il est donc important de bien identifier ces facteurs dans un modèle numérique.

En utilisant cette méthode, l'effet de l'angle d'inclinaison de l'outil sur les efforts de coupe a été établi. L'inclinaison outil/pièce représente ainsi le paramètre clé influençant sur les efforts de coupe. Les résultats de la simulation ont été comparés par des résultats expérimentaux effectués sur l'acier AISI 4140.

Mots-Clés : fraisage à bout sphérique, simulation numérique, efforts de coupe, inclinaison outil/pièce



Simulation numérique 3-D du couplage électrique et thermique au cours d'un processus de frittage flash

240472

Amphi 1

F. Mechighel^{1,2}, B. Pateyron², M. Kadja³, M. El Ganaoui⁴

¹ Université d'Annaba, Laboratoire LR3MI, Département de Génie Mécanique, B.P 12, Annaba, Algérie

farid.mechighel@etu.unilim.fr

² Laboratoire SPCTS UMR CNRS 6638, ENSCI, Centre Européen de la Céramique, Limoges, France

³ Laboratoire LEAP, Département de Génie Mécanique, Université de Constantine I, Algérie

⁴ IUT of Longwy Université de Lorraine, France

Le procédé de frittage « flash » ou SPS (Spark Plasma Sintering) est utilisé comme procédé de consolidation de matériaux céramiques ou métalliques. Une simulation numérique des couplages électrique, thermique et mécanique lors du traitement « SPS » a été menée. Les équations caractéristiques de la conservation de l'énergie, du potentiel électrique et les équations d'équilibre, pour le comportement mécanique, sont résolues simultanément et des couplages forts, en termes de température, sur les coefficients de conductivité thermique et de résistivité électrique sont pris en compte. Les exemples d'application concernent des échantillons céramiques (alumine) ou métalliques (cuivre).

Mots-Clés : frittage SPS (flash), simulation numérique, densification, modélisation, poudre métallique

A three dimensional meshfree-simulation of the selective laser sintering process with constant thermal coefficients applied to Nylon 12 powders

240279

Amphi 1

H. Yaagoubi, H. Abouchadi, M. Taha-Janan

Laboratory of Applied Mechanics and Technologies (LAMAT), ENSET, STIS Research Center Mohammed V University, RABAT, Morocco

3D printing is an interesting process in the context of creating original objects. Selective laser sintering printers use a laser to fuse polyamide particles together with specific resin and heat. the difference in temperature between the different areas in the process causes the appearance of deformations.the objective of this work is the modeling of the thermal SLS phenomena, by following the evolution of the temperature as a function of time.This model is based on the resolution of the heat conduction equation coupling with convection and radiation conditions with a volumetric distribution heat source and constant thermal coefficients by the meshless method based on radial basis function, the result of this study,will be presented and compared with other work.

Keywords: meshfree method, radial basis function (RBF), thermal modeling, heat transfer, selective laser sintering(SLS)



Session 28 T9 : Biomécanique

Chairman: Pr. M. Touhami Ouazzani **Maroc**

Vendredi 14h30–16h00 ENSET Rabat **Amphi 2**

Exoskeleton system with autonomous control system designed for paraplegic children

259203
Amphi 2

A. Elouarzi, Moulay B. Sedra

Elouarzi Abdelkarim: Laboratory of Engineering Sciences and Modeling (SIMO-Lab) Faculty of Sciences, UIT, Kénitra, Morocco (Corresponding Author)
Sedra Moulay Brahim: president Faculty of Science and Technology Errachidia, Morocco

This paper present the design and control of a lower limb exoskeleton system named NOD-P developed to help paraplegic children to move their lower limb and perform a gait motion. The device consists of a wearable robotic device capable to generate and track efficiently a human walk motion and transmit this motion to the human muscle-skeletal system, and that help the paralyzed patient to stand up and walk.

Keywords: exoskeleton children, paraplegic children, wearable robotics, rehabilitation, embedded system, handicap, disabled child

Etude de l'effet de la salive artificielle sur la résistance à la traction des sutures résorbables et non résorbables

256350
Amphi 2

H. Lashab^{1,2}, B. Benaji⁴, N. Lahrech, M. El Haj Tirari⁵, R. Ameziane^{2,4},
B. Meddah⁶, J. Taoufik^{3,4}

¹ Biomedical Engineering, Higher School of Technical Education, Mohammed V University in Rabat

² Group of Therapeutic Chemistry and Clinical Pharmacy -
Drugs Sciences Center-Mohammed V University in Rabat Morocco

³ Group of Bio-pharmaceutical and Toxicology Analysis

⁴ National quality control laboratory of drug, DMP- Ministry of Health, Rabat, Morocco

⁵ Faculty of Dental Medicine, Mohammed V University in Rabat

⁶ Laboratoire MASAFEQ - Institut National de Statistique et d'Economie Appliquée

La plupart des procédures chirurgicales nécessitent des fils de suture (Biomatériaux), aussi appelés fils chirurgicaux, répondant à des critères particuliers. L'implantation d'un fil de suture a pour but d'assurer une bonne cicatrisation des tissus et n'est pas sans conséquence sur l'organisme. Evaluer la résistance à la traction des sutures résorbables et non résorbables en 10 à 28 jours dans des conditions simulées par voie orale. 5 matériaux de suture ont été testés avec un diamètre métrique de 1,5 et 4. Le test de résistance à la traction a été utilisé conformément au protocole de la Pharmacopée Européenne. 5 fragments de chaque matériau ont été mesurés avant et après leur immersion dans la Salive Artificiel (SA). Dans la SA, le fil en polypropylène a maintenu sa résistance à la



traction par rapport à celui en polyamide. Pour les fils résorbable, une perte de plus de 70% de leur résistance initiale est marquée au 7ème jour d'immersion. En conclusion, lors de chirurgie buccale le matériau de choix est en faveur de propylène.

Mots-Clés : biomatériaux, dispositif médical, fil de suture, résistance à la traction, résorbable, non résorbable, salive artificielle (SA), charge minimale de rupture, polyamide, polypropylène, PGA, Polyglactine910, polyester

Synthèse par évaporation sous vide et caractérisation mécanique des revêtements biocompatibles déposés sur alliage de titane pour application biomédicale

241981

Amphi 2

K. Khelifi^{1,2}, C. Ben Aissa¹, H. Dhifelaoui¹, N. Barhoumi¹,
A. Ben Cheikh Larbi¹

¹ Laboratoire de Mécanique, Matériaux et Procédés, Université de Tunis, ENSIT, Tunisie

² Institut Préparatoire aux Etudes d'Ingénieurs d'El-Manar. Université de Tunis El-Manar, Tunisie

La déposition sous vide en phase vapeur présente un procédé performant pour la synthèse de revêtements à propriétés contrôlées. Dans ce travail, nous avons élaboré des couches biocompatibles à base de titane (TiN et TiO₂) sur l'alliage de titane TiAl6V4 par l'évaporation par arc électrique. Nous avons focalisé notre étude sur une caractérisation mécanique des revêtements par des essais d'indentation et des essais de scratch test. Les résultats obtenus montrent une morphologie dense et uniforme couplée à des propriétés mécaniques et interraciales importantes. Le revêtement TiN et TiO₂ ont montré une dureté respectivement de l'ordre de 11,16 GPa et 6,04 GPa. La mesure de l'adhérence par des essais de rayure a montré que les deux revêtements ont une qualité d'adhésion légèrement différente. Les couches élaborées TiN et TiO₂ ont présenté des charges critiques de cohésion de l'ordre de 3,5N avec une charge critique d'adhésion qui dépasse le 13N.

Mots-Clés : revêtements biocompatibles, PVD, propriétés mécaniques, adhérence

Introduction of human skin prestress: effect on the wave propagation velocity

240721

Amphi 2

K. Azzez², M.-A. Abellan¹, M. Chaabane², J.-M. Bergheau², H. Zahouani¹,
A. Dogui¹

¹ Mechanical Engineering Laboratory, LR99ES32 ENIM, University of Monastir, 5000 Monastir, Tunisia

² Laboratory of Tribology and Dynamics of Systems UMR 5513 CNRS, 42023, University of Lyon, France

This paper presents a contribution to the characterization of an important human skin characteristic, which is the natural prestress of the cutaneous tissue. The purpose of this work is to develop a 3D Finite Element (FE) model able to take into account the prestress of the human skin. To this aim, the upper outer surface of a stratified 3D volume of skin



116 Session 28. T9 : Biomécanique

is subjected to a mechanical impact. The cutaneous tissue is considered as an isotropic linear elastic material. The wave propagation velocity is calculated along a path in the surface of the FE model. The influence of the human skin prestress on the velocity of the wave propagation is investigated. A major conclusion states that the prestress slows down the wave propagation. Thus, the wave propagation velocity decreases when the prestress increases.

Keywords: impact, wave propagation, FE model, human skin, prestress

Session 29 T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

Chairman: Pr. N. EL Kissi France

Vendredi 14h30–16h00 ENSET Rabat Amphi 3

Non-Newtonian effects on porous elastic journal bearings

A. Sakim, M. Nabhani, M. Rizk, M. El Khelifi

237242

Amphi 3

Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences and Techniques, PO Box146, 20650
Mohammedia, Morocco
mohamed.elkhelifi@fstm.ac.ma

This work investigates numerically couple stresses influence on finite porous elastic journal bearings performance. Using the micro-continuum theory of Stokes, the Reynolds equation, considering bearing elastic deformation and Beaver-Joseph velocity conditions at the film-porous interface, is derived. The porous flow is modeled using Darcy's law. The resulting equations are sequentially resolved by fixed-point iteration method. The numerical results of this work demonstrated particularly that couple stresses increase load capacity, while the bearing permeability and deformation result in the reverse trends.

Keywords: non-Newtonian lubricants, finite journal bearings, Beavers-Joseph velocity condions, Porous elastic bearings

Magnetohydrodynamic effects on finite and infinite slider bearings

M. Mouda¹, M. Nabhani², M. El Khelifi³

237201

Amphi 3

Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences and Techniques, PO Box 146, 20650
Mohammedia, Morocco

¹ mouhcine.mouda-etu@etu.univh2c.ma

² nabhanimohamed@yahoo.fr

³ mohamed.elkhelifi@fstm.ac.ma

This paper presents a numerical investigation of lubricating slider bearings with conducting couple stresses fluids using externally applied magnetics fields. The modified two-dimensional magnetohydrodynamic couple stress Reynolds-type equation is obtained. This governing equation is resolved numerically by using finite difference scheme, which involves the Gauss-Seidel method to compute the bearing characteristics. Numerical results using different considered values of the couple stress and Hartman number

118 Session 29. T7 : Mécanique des fluides, modélisation, Instabilités et Transition, Rhéologie

are presented. These results demonstrate that the transverse magnetic field and couple stress effects are significant.

Keywords: magnetohydrodynamics, stokes micro-continuum theory, couple stress, slider bearing

Darcy-Brinkman investigation of porous flexible bearings using lubricant additives

236882
Amphi 3

A. Sakim, M. Nabhani, M. El Khelifi

*Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences and Techniques, PO Box 146, 20650
Mohammedia, Morocco
sakim.anas@gmail.com*

In this study, viscous effects on finite porous flexible journal bearings performances are introduced by using Darcy-Brinkman model. Based on Stokes theory, the modified Reynolds equation including both the non-Newtonian rheological behavior resulting from lubricant additives and bearing deformation is derived. The film and porous governing equations are interlinked at the film-bearing interface by continuity conditions of pressure, velocities and of shear stresses, and sequentially solved by fixed-point method. This work demonstrates that the viscous effects increase the load capacity compared to those derived using Darcy model with Beavers-Joseph slip conditions.

Keywords: Darcy-Brinkman model, Porous flexible bearings; Lubricant additives

Etude d'un écoulement turbulent dans un diffuseur axisymétrique plan- comparaison de modèles de turbulence

236331
Amphi 3

A. Aris¹, A. Guessab², D.M. Medjahed³, M. Taha-Janan⁴

¹ Laboratoire de Recherche en Technologie de Fabrication Mécanique, ENP d'Oran-MA, Algérie
arisaek@yahoo.fr

² Laboratoire de Recherche en Technologie de Fabrication Mécanique, ENP d'Oran-MA, Algérie
med_guessab@yahoo.fr

³ Centre Universitaire de Nâama, Département de technologie, BP 66 Nâama 45000, Algérie
medjahedriss@gmail.com

⁴ Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique de Rabat, ENSET-Rabat, Maroc
m.tahajanan@um5s.net.ma

Dans cette contribution, nous présentons une étude numérique d'un écoulement turbulent dans un diffuseur à géométrie variable. Nous déterminons, en premier lieu, l'influence du maillage sur les résultats trouvés, puis nous procédons à la validation de la simulation des résultats obtenus à l'aide du logiciel Fluent par comparaison avec les travaux de la littérature. Donc, pour plus de pertinence, nous avons jugé utile de présenter les résultats suivant les modèles de turbulence ; modèle k-e , modèle (k-w SST). Nous présentons pour chaque modèle les iso-contours, l'évolution de coefficient de frottement (C_f), coefficient de pression (C_p) et $y+$ avec largeur adimensionnelle x/H , les profils de la vitesse, l'énergie cinétique turbulente (k), et le taux de dissipation de l'énergie cinétique turbulente (ϵ).

Mots-Clés : diffuseur, coefficient de frottement, fluent maillage, turbine, turbulence



Numerical modeling transient flow in plastic pipes

N. Achak¹, B. Bahar², K. Gueraoui¹

236310

Amphi 3

¹ Team of Modeling and simulation of Mechanical and Energetic, Faculty of sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco

² Team of Fluid Mechanics & Environment, ENSET Mohammedia, Condensed Matter Physics Laboratory, FST Mohammedia, Hassan II University Casablanca, Morocco

Abstract – We present a numerical code for calculating transient flow in plastic pipes, especially in the polyethylene pipe, to analysis effect of material viscoelasticity on water hammer phenomena. The set partial differential equations to be solved is obtained using conservation laws and behavior for the fluid and the pipe wall, associated with constitutive equations of the two media, and relationships compatibility of interfaces on velocities and stresses. A global digital processing is achieved using the method of characteristics. The results obtained are in good agreement with those found in the literature.

Keywords: hydraulic transient, plastic pipes, polyethylene, water-hammer, methods of characteristics, numerical processing



Session 30 T2 : Modélisation en mécanique des solides et des structures

Chairman: Pr. L. El Bakkali Maroc

Vendredi 14h30–16h00 ENSET Rabat Amphi 4

Étude numérique de l'effet de l'enrobage et du frottement sur l'interface acier béton

242581
Amphi 4

Z. Zenasni¹, S. Atlati², M. Haterbouch¹, K. Hannawi³, W.P. Agbodgan³, K. Nasri², R. Addou², M. Zenasni²

¹ Labo. des Sciences et Métiers de l'Ingénieur, ENSAM, Univ. Moulay Ismaïl , B.P. 15290 Al-Mansor, Meknès

² LM2N, EMCS, BP 669, ENSA, 60000 OUJDA

³ LGGM, 20 Avenue des Buttes de Coësmes CS 70839, 35708 Rennes Cedex 7

Le travail présenté dans cette communication se résume à une analyse numérique de l'effet de l'enrobage sur la résistance de l'interface acierAcier-bétonBéton. L'effet du frottement sur le comportement de l'interface est aussi étudié. Pour ce faire, une brève description du protocole expérimental utilisé généralement pour la caractérisation de l'interface acier-béton est présentée. Le modèle Concrete Damage Plasticity 'CDP' est aussi illustré. Les résultats de la simulation numérique utilisant le code de calcul Abaqus sont présentés avec différents diamètres d'enrobages avec et sans frottement.

Mots-Clés : interface acier-Béton, CDP, adhérence, éléments finis, abaqus-explicit

Structural design and analysis of a 5MW offshore wind turbine blades under critical aerodynamic loads

236723
Amphi 4

H. Boudounit^{1,2}, M. Tarfaoui¹, D. Saifaoui²

¹ ENSTA Bretagne, IRDL, UMR CNRS 6027, F-29200 Brest, France

² FSAC – UH2C, Laboratory for Renewable Energy and Dynamic Systems, Morocco

The rise in fuel prices and the depletion of fossil resources; due to the demand created by rapid industrial growth; have pushed states to resort to renewable energies, notably Offshore wind turbine (OWT). Our study aims to propose a structural design for the development of a composite blade of 48 m length for an offshore wind turbine. The design loads were determined from various loading cases indicated in the international specifications for the wind energy conversion system. Parametric studies are performed with the ABAQUS finite element analysis software to determine and propose a particular structure configuration, which can effectively withstand extreme load conditions.

Keywords: wind turbine blades, critical loads, FEanalysis, aerodynamic, damage, Hashin criterion



**Localisation des zones de concentration de contraintes
dans les jonctions tubulaires soudées de forme T
sous chargement de flexion déviée**

236592

Amphi 4

E. Chouha¹, S.E. Jala^{1,2}, Z. El Maskoui^{1,2}, A. Chouaf¹

¹ Laboratoire de Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des Structures, ENSEM,
Université Hassan II

² Equipe de Mécanique des Matériaux et des Structures, ENSEM, Université Hassan II

Les jonctions tubulaires soudées trouvent leurs applications dans plusieurs secteurs industriels dont on peut citer, entre autres, les ponts métalliques, les tripodes des télécommunications, les supports de plateformes pétrolières, les pipelines, etc... Ces structures peuvent être endommagées à cause du développement des contraintes concentrées au voisinage des cordons de soudure. Les formules semi-paramétriques, disponibles actuellement dans la littérature, peuvent nous informer sur la valeur du facteur de concentration de contrainte, mais pas sur la localisation des points chauds. Dans ce travail, une modélisation par MEF a été effectuée pour une jonction tubulaire de forme T, ceci dans l'objectif de prélever la valeur de la contrainte concentrée autour du pied de cordon de soudure pour une série de chargements de flexion déviée.

Mots-Clés : jonction tubulaire soudée, méthode des éléments finis, facteur de concentration de contrainte, point chaud, méthode de l'extrapolation linéaire

**Analyse elastoplastique des plaques circulaires perforées
par la méthode des éléments finis**

236584

Amphi 4

E. Azelmad¹, R. Ibourk El Idrissi², H. Darnif³, L. Bousshine⁴

¹ Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Casablanca
essaadia.ensem@gmail.com

² Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Casablanca
rachida.ibourk@gmail.com

³ Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Casablanca
hicham.darnif@gmail.com

⁴ Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Casablanca
lbousshine@yahoo.fr

L'étude d'une plaque perforée revient à la remplacer par une plaque pleine d'un matériau équivalent. Depuis les années soixante, plusieurs travaux concernant cette homogénéisation ont été réalisés. Ce travail vise à donner un aperçu de l'évolution du calcul des constantes élastiques équivalentes depuis 1948 jusqu'à présent, avec une application sur des plaques circulaires perforées de facteur de ligament égale à : 0.5 ; 0.4, 0.3 et 0.2. Il a été procédé après à la détermination du rayon séparant la zone perforée de la plaque de celle qui ne l'a pas. Une analyse élastoplastique numérique tridimensionnelle a permis la validation de la plaque équivalente établie.

Mots-Clés : plaque circulaire perforée, simulation numérique, plaque équivalente, méthode des éléments finis



A high order mesh-free nonlocal continuum plate model for large deformation analysis of single-layered graphene sheet

235463
Amphi 4

M. Fouaidi, A. Hamdaoui, M. Jamal, B. Braikat

Laboratoire d'Ingénierie et Matériaux (LIMAT), Faculté des Sciences Ben M'Sik, Université Hassan II de Casablanca, BP 7955, Sidi Othman, Casablanca, Maroc

The present work investigates the Large Deformation Behavior (LDB) of a Single Layered Graphene sheet (SLGS) subjected to external transverse loading. The analysis is carried out employing a High Order Mesh-free Method (HOMM) which is built within the framework of the Nonlocal First Order Shear Deformation Plate Theory (NFOSDPT) employing the Asymptotic Numerical Method (ANM) and Mesh-free Collocation Method (MCM) based on Moving Least Square Approximation (MLS). To verify the efficiency of the proposed approach, an example involving rectangular SLGS with all edges simply supported (SSSS) is considered. The results obtained by the proposed approach are compared with those given in literature. Effects of aspect ratio on the large deformation of SLGS is investigated.

Keywords: large deformation behavior, single layered graphene sheet, nonlocal elastic plate theory, first order shear deformation theory, collocation method, moving least square approximation, asymptotic numerical method (ANM)

Nocivité des défauts elliptiques circonférentiels dans les conduites droites épaisses et moyennes épaisses avec XFEM

233028
Amphi 4

H. Salmi¹, K. El Had¹, H. El Bhilat¹, A. Hachim²

¹ *École supérieure nationale d'électricité et de mécanique, laboratoire de contrôle et de caractérisation mécanique des matériaux et des structures, Casablanca, Maroc*

houda.salmi111@gmail.com

² *Institut supérieur d'études maritimes, laboratoire de mécanique*

Ce travail traite des fissures elliptiques circonférentielles externes dans les conduites droites soumises à une force traction. Le but est d'évaluer la nocivité des défauts similaires dans des tubes droits épais et moyens épais en utilisant la méthode des éléments finis étendus (XFEM). Dans le cas élastiques, un facteur d'intensité de contrainte a été calculé à l'aide de XFEM. Dans XFEM, la fissure en 3D est modélisée en ajoutant des fonctions d'enrichissement dans l'approximation standard par éléments finis. Le résultat montre que le XFEM est un outil efficace pour la modélisation, la fissure est facilement modélisée grâce aux fonctions d'enrichissement. La nocivité d'un défaut similaire entre les tuyaux montre que la coque moyennement épaisse est plus vulnérable au défaut.

Mots-Clés : tuyaux, fissure elliptique en trois dimensions, élastique, XFEM, facteur d'intensité de contrainte, traction

Communications Poster

⊕

⊕—

“Abstracts_Aniss” — 2019/4/10 — 13:06 — page 124 — #142

⊕

—⊕

⊕—

⊕

⊕

—⊕

Session Posters Mécanique des Solides

Chairman: Pr. M. Abbadi **Maroc**, Pr. A. Imad **France**, Pr. A. Limam **France**,
Pr. O. Oussouaudi **Maroc**

Mercredi 17 Avril 2019 10h30–11h30 ENSET Rabat Hall des posters

T2 : Modélisation en mécanique des solides et des structures

Isotropic plasticity in large deformations

263827

N. Saadi

*Department of Physics, Mechanical and Civil Engineering laboratory, Faculty of Sciences and Technology, University Abdelmalek Essaadi, Tangier, Morocco
Ancienne Route de l'Aéroport, Km 10, Ziaten, BP : 416, Tanger, Maroc*

This work concerns the rate independent behavior for metals at large strain. It develops a theoretical study on forming limit diagram, using the two three-dimensional approach proposed by Rice and Cordebois Ladevez. In this context, the critical strain is analyzed in the phenomenological models framework, with Von Mises isotropic yield function, for which the comparison of instability criteria is presented in terms of the hardening parameters.

Keywords: elastic, plastic – large strain, isotropic – isotropic hardening, plastic instability, striction, bifurcation – localisation

Amélioration des propriétés d'un matériau nano composite pour une détection plus performante

262197

S. El Garouge, M. Tarfaoui, H. El Minor, A. El Moumen

*ENSTA Bretagne, IRDL-UMR CNRS 6027, F-29200 Brest, France
Ecole Polytechnique d'Agadir, Universiapolis Agadir, Maroc
Equipe de recherche 2MGC-ENSA Agadir, Maroc*

L'objectif de ce travail, est la présentation de la multifonctionnalité des matériaux composites avec la nanotechnologie, qui prend une place de plus en plus importante dans notre société, et dans les technologies commercialisées. C'est donc, depuis la découverte des nanotubes de carbone (NTCs) et les fibres de carbones que le nombre de travaux de recherche sur ces matériaux composites a explosé, c'est ce qui nous a poussé à les utilisés comme un renfort privilégié, surtout grâce à leurs propriétés remarquables. Par ce travail, nous tentons de développer une nouvelle technologie de détecteurs basée sur la croissance des NTCs sur une fibre de carbone. En dopant par des NTCs, nous pouvons

améliorer le comportement de notre matériau sur le plan mécanique, électrique et thermique pour permettre son utilisation comme nano-capteur et dans plusieurs nouvelles applications.

Mots-Clés : détecteur, nanotube de carbone, fibre de carbone, résine époxy, homogénéisation, nanotechnologies, nano-composites, les nano capteurs, multi fonctionnalité, améliorations de performances, analyses éléments finis

Une méthode de continuation basée sur un approximant de Padé amélioré et un critère d'arrêt explicite pour la simulation du post-flambement des structures

249395

R. Ayane, A. Hamdaoui, B. Braikat, N. Tounsi, N. Damil

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

Dans ce travail, on présente une comparaison entre les domaines de validité des solutions d'un problème de post-flambement des structures cherchées par la Méthode Asymptotique Numérique. Cette comparaison sera faite aussi bien sur les longueurs de ces domaines que sur leur détermination par une méthode numérique et par une méthode analytique qu'on propose.

Mots-Clés : méthode asymptotique numérique, approximants de padé vectoriels

Prédiction du retour élastique par un modèle numérique basé sur les éléments finis

242549

I. El Mrabti¹, A. Touache², A. El Hakimi³, A. Chamat⁴

¹ *Laboratoire de Génie Mécanique, FST de Fès
iliass.elmrabti@usmba.ac.ma*

² *Laboratoire de Génie Mécanique, FST de Fès
abdelhamid.touache@gmail.com*

³ *Laboratoire de Génie Mécanique, FST de Fès
abdelhadi.elhakimi@usmba.ac.ma*

⁴ *Laboratoire de Techniques industrielles, FST de Fès
chamat.abderrahim@yahoo.fr*

Dans le présent article, nous proposons un modèle numérique basé sur les éléments finis afin de simuler le processus d'emboutissage et le retour élastique pour le problème de référence de la conférence internationale Numisheet 1993. L'objectif principal de ce travail est de construire un modèle capable de reproduire d'une manière fiable les résultats expérimentaux avec un temps de calcul faible. Les résultats que nous avons obtenus, montrent que notre objectif est atteint avec et donc le modèle proposé pourra être par la suite utilisé comme une base solide d'un travail d'optimisation des défauts dimensionnelles des pièces embouties.

Mots-Clés : emboutissage, retour élastique, simulation par les éléments finis, problème de référence, Numisheet 1993, paramètres numériques



Reducing steel density by using beams with corrugated webs

242508

A. Jamaleddine, A. Niazi

EHTP asmae.jamaleddine@gmail.com, ab.niazi@yahoo.fr

This paper presents a comparative analysis between a steel plate girder and a beam with corrugated web. The corrugated web design is conform to NF EN 1993-1-5:2007. Using beams with corrugated webs as a replacement of plate steel girders in constructions is still non common in Morocco. This can be explained by the non use of this new technology by engineers in their conceptions. This paper brings more explanations about sinusoidal web behavior and proofs that this new design can make constructors gain up to 40% of benefit by reducing the thickness of the web.

Keywords: corrugated webs, Euronorm EN 1993-15, sinusoidal web, steel construction

CFRP strengthening effect on cyclic characteristics of slender reinforced concrete columns

242388

Y. Si Youcef

Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, Alger, Laboratoire Ville Architecture et Patrimoine

yousefsiyoucef@gmail.com

In this research paper, we present a study of the effect of external reinforcements, made of carbon fiber composite materials CFRP on high slender reinforced concrete columns. The experimental work was carried out by testing seven identical specimens, reinforced differently by a composite of carbon fibers. The specimens were subjected to a double-eccentric monotonic cyclic compression, until failure. Obtained responses have been analyzed to highlight changes in term of peak load; ultimate displacement; rigidity degradation; ductility factor of the curvature; evolution of the residual displacement; energy dissipation capacity; and damage index compared to the control column. As interesting observation, we cite the positive effect in terms of bearing capacity and deformability on all of the reinforced columns.

Keywords: reinforced concrete, column, slender, composite material, instability

Seismic analysis of a reinforced concrete structure by the pushover method

242026

B. Kissi, A. El Haouzi, R. Yahya

Equipe de Modélisation et Simulation des Structures en Génie Civil, ENSAM Casablanca, Université Hassan II

Benaissa.kissi@gmail.com

In recent years, rehabilitation has been the subject of extensive research due to increased spending on building work and repair of built works. In all cases, it is essential to carry out methods of reinforcement or repair of structural elements, and that following an inspection analysis and methodology of a correct diagnosis.

This research focuses on the calculation of the necessary reinforcement sections of carbon fiber for structural elements with reinforced concrete by pushover analysis in order to



improve their load bearing capacity and rigidity. The different results obtained revealed a considerable gain in resistance and deformation capacity of reinforced sections without significant increase in the weight of the rehabilitated elements.

Keywords: pushover, rehabilitation, bearing capacity, carbon fiber

Modélisation d'une chaîne de conversion éolienne reliée à une machine asynchrone à double alimentation

240712

H. Jenkal, B. Bossoufi, A. Boulezhar, A. Lilane, S. Hariss

¹ Laboratoire des Energies renouvelables et systèmes dynamiques, Université Hassan II, Faculté des Sciences Ain-Chock Casablanca, Maroc

² Laboratoire de Génie Electrique et Maintenance, Ecole Supérieure de Technologie, Université Mohammed I Oujda, Maroc

This paper presents the modelling and the control of a wind energy conversion system based Doubly Fed Induction Generator (DFIG). In first place, a modelling of wind turbine and a maximum power point tracking (MPPT) strategy used to extract the maximum of power are presented. Then, the modelling of the system studied in the Park transformation (three-phase to d-q). And finally, the vector control in order to evaluate the performance and dynamics of the wind turbine in different operating conditions. The objective of this modelling is to apply a command to control independently the active and reactive powers generated by the Doubly Fed Induction Generator. Simulation results are provided by MATLAB/Simulink.

Keywords: MADA, turbine éolienne, commande vectorielle, MPPT, modélisation

Reliability analysis buckling of rectangular composite plate with circular hole

240678

A. El Bouhmidi¹, M. Rougui², O. Mouhat³

¹ LGCE, EST-Salé University Mohammed V in Rabat Morocco
abouhmidi@gmail.com

² LGCE, ENSET-Rabat University Mohammed V in Rabat Morocco
rougui93@yahoo.fr

³ LGCE, EST-Salé University Mohammed V in Rabat Morocco
ouadie.mouhat@gmail.com

In this study reliability analysis of laminated composite plate with a centred hole subjected to a bi-axial pressure. The buckling analysis of laminated composite plate is attained by using finite element formulation which is based on the von Kármán assumption and first order shear deformation theory (FSDT), to predict critical load. A parametric study is performed regarding the influence of width b , plate thickness t and orientation of ply θ ,

used to assess reliability limit state, through quadratic polynomial regression of finite element results.

Keywords: buckling composite plate, critical load, finite element method, reliability analysis

Finite element analysis of two dimensional permanent magnets

240614

F. Kassid¹, E. Azelmad², L. Bousshine³

¹ Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Casablanca
fatima.ezzahra.kassid@gmail.com

² Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Casablanca
essaadia.ensem@gmail.com

³ Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique de Casablanca
lbousshine@yahoo.fr

Magnetic separation devices are widely used for the removal of tramp iron from a variety of feed materials and for the benefaction of ferrous ores. These devices for separation of strongly magnetic materials employ a variety of mechanical designs. Recently developed low intensity magnetic separation devices extend the useful application of magnetic separation of permanent magnets for the three dimensional simulation, it can be found in [1].

Keywords: magnetic separation, permanent magnet, finite element method

Microstructure réalisant toute compressibilité balayant les bornes de Hashin-Shtrikman

240604

E.H. Barhdadi, K. Haboubi

Ecole nationale des sciences appliquées d'Al-Hoceima-Université Abdelmalek Essaadi de Tétouan

Dans ce travail nous proposons deux méthodes différentes pour montrer que toute compressibilité effective d'un matériau composite biphasé isotrope peut balayer les bornes de Hashin-Shtrikman [1]. La première méthode utilise le modèle de Milgrom et Shtrikman [2] et la deuxième méthode utilise le modèle à quatre phases tel que le cœur et le deuxième enrobage de la sphère composite sont constitués de la même matière et la phase intermédiaire est de matière différente ou l'inverse.

Mots-Clés : micromécanique, matériaux composites, modèle à quatre phases, bornes de Hashin-Shtrikman

Calibration of coordinate measuring machines modeling and matrix correction (application to the machine Mitutoyo ENSET-RABAT)

240505

K. Bahassou, A. Salih, A. Jalid, M. Oubrek

LaMIP (Laboratoire Marocain de l'Innovation et de la Performance Industrielle) - [Site web](#)
E.N.S.E.T., B.P., 6207 Avenue des Forces Armées Royales, Rabat 10100, Maroc

Dimensional measurement and geometric Was Subjected the last thirty years a trend thanks to the emergence of the machine-to-measure three-dimensional. Then, they have evolved during all year as well on the mechanical part that on the software part. In effect, the measure of CMM and the computer processing follow, leads to many sources of dispersions. According to the ISO Standard 10360, the calibration of a CMM is used to determine the errors of correctness and fidelity by including almost all of the influence of factors Including Those Relating to probing. The object of our study is to determine a matrix of adjustment in order to calibrate the CMM.

Keywords: CMM, calibration, standard ISO 10360

Modeling and singularity analysis of planar parallel manipulator

240496

O. Hamdoun, O. Bendaou, D. El Haiek, L. El Bakkali

*Modeling and Simulation of Mechanical Systems Laboratory, Abdelmalek Essaadi, Faculty of Sciences, BP. 2121, M'hanech, 93002, Tetouan, Morocco
wafae.hamdoun@gmail.com*

Three-degree-of-freedom planar parallel robots are progressively being used in different applications where high performances is required. Indeed, singularity could affect the working space of robot incapable to attend the wanted position, and could even severely fail the work capability of robot. For that, the singular configuration of mechanism must be researched. Thus, in this work, the inverse kinematic modeling and the Jacobian matrix of parallel robot were presented. Then, its working modes and its singular configurations were calculated.

Keywords: inverse kinematic, parallel robot mechanism, singularity, simulation, working modes

Étude expérimentale et numérique du comportement des plateaux de couverture et de bardage

240336

A. Khrifou¹, Z. El Maskaoui², S. Jalal², M. Mazouzi¹

¹ Université Hassan II de Casablanca, ENSEM, LCC MMS

² Université Hassan II de Casablanca, ENSEM, Equipe MSM

Dans cet article, nous proposons une étude expérimentale et numérique d'un plateau de bardage métallique. Dans un premier temps, un montage expérimental a été réalisé dans le but d'observer le comportement mécanique en flexion du plateau. Le dispositif des essais permet de solliciter le plateau en flexion et de mesurer la flèche en fonction de la charge appliquée afin de valider la structure par l'approche expérimentale. En deuxième lieu, un module numérique basé sur la méthode des éléments finis a été élaboré afin de définir la meilleure technique de modélisation permettant de corrélérer les données du test. Une fois au point, la technique de modélisation permettra de générer des résultats pour de nouvelles forme de bardage.

Keywords: essai mécanique, plateau, couverture, bardage, eurocodes3, méthode des éléments finis



**Rehabilitation d'un code d'elements finis pour l'analyse
des structures élastiques aux états plans**

238002

E. Belkasmi¹, L. Bousshine¹, E. Boudaia²

¹ Laboratoire des Technologies de Construction et des Systèmes Industriels (LTCSI), Equipe de Mécanique des Structures et des Matériaux (MSM), ENSEM, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

² Laboratoire Génie Industriel, Faculté des sciences et techniques, Université SMS, Beni Mellal, Maroc

e.belkasmi5@gmail.com, lbousshine@yahoo.fr

L'objectif de ce travail est la réhabilitation d'un programme d'analyse des structures élastiques en état plan de contrainte et de déformation. Pour l'état plan de contrainte, nous avons analysé une plaque mince trouée sollicitée en traction, et pour l'autre état, nous avons analysé l'indentation d'un solide semi-infini. Les résultats obtenus par le programme réhabilité PASSFEM sont comparés aux résultats obtenus par le logiciel commercial PATRAN/NASTRAN.

Mots-Clés : éléments finis, contrainte plane, déformation plane, programme PASSFEM, PATRAN/NASTRAN

**A mixed finite element method for solving the linear elasticity
problem with new boundary condition**

237937

Y. Chadid¹, A. Elakkad², K.I. Janati¹, A. Elkhalifi¹

¹ Departement of Genie Mecanique Sidi Mohammed ben abdellah University Faculte des Sciences et Techniques B.P. 2202-Route d'Imouzzer - Fez, Morocco

² Centre Régional des Métiers d'Education et de Formation de Fès Meknès (CRMEF), Rue de Koweit, Ville Nouvelle, BP : 49 – Fès. Ville : Fès, Maroc

In this work, we introduce the linear elasticity problem with a new boundary condition, generalizes the Dirichlet and the Neumann conditions. Then we derive an adequate variational formulation of elasticity problem. It includes algorithms for discretization by mixed finite element methods. We compare between mini- element P1-bubble/P1 method and the ordinary finite element method by the other side. We use block diagonal preconditioners for elasticity problem. We obtain a faster convergence when applying the pre-conditioned MINRES method. In order to evaluate the performance of the method, the numerical results are compared with some previously published works or with others coming from commercial code like Abaqus.

Keywords: elasticity, mini-element, mixed finite element, block diagonal preconditioners, abaqus



Étude de la criticité des contraintes au voisinage des défauts de soudures aluminothermiques des rails

237919

O. Bouazaoui, A. Chouaf, Z. Elmaskaoui

Ecole Nationale Supérieure d'Électricité et de Mécanique (ENSEM), Laboratoire de Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des Structures (LCCMMS), Maroc
BOUAZAOUI.Oussama@gmail.com, a.chouaf.ensem@gmail.com

Précisons que notre objectif principal tout au long de cet article était d'étudier les endommagements des rails de chemin de fer, à partir des défauts de soudure aluminothermique. La compréhension des effets des défauts sur l'endommagement des rails, permet de mieux maîtriser la sécurité du transport ferroviaire. Pour décrire plus précisément le processus d'endommagement par rupture des zones soudées, cet article sera consacré à l'étude de la concentration des contraintes au voisinage des défauts. Les simulations numériques par la méthode des éléments finis sont effectuées afin de déterminer les historiques de développement des contraintes élasto-plastiques. À partir de ces simulations, nous avons traité la distribution de champ de contrainte et de déformation, et nous avons décrit la sévérité des déformations plastiques au fond de l'entaille sous un chargement statique.

Mots-Clés : simulation, défauts, contraintes, rail

Etude comparative de la fiabilité mécanique de deux tours eolosolaires cylindrique et hyperbolique

237486

S. Rahui¹, E. Azelmad, R. Ibourk El Idrissi, L. Bousshine²

¹ Equipe de Mécanique des Structures et des Matériaux

² Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique ENSEM, Université Hassan II, Casablanca

La technologie innovante de la tour éolosolaire est l'un des projets les plus ambitieux pour la production de l'électricité de masse. Elle fonctionne essentiellement comme une centrale hydroélectrique, mais au lieu de l'énergie de l'eau, elle utilise de l'énergie de l'air chaud. Elle est composée de trois éléments : un collecteur, une cheminée et des aérogénérateurs. La conception de la cheminée présente un grand défi vu sa hauteur considérable. Ce travail présente une contribution à la conception de la cheminée : structure autoportante construite en béton armé et renforcée par des anneaux raidisseurs. Une comparaison entre deux formes architecturales de la coque, cylindrique et hyperbolique, est effectuée. Les simulations numériques basées sur la méthode des éléments finis sont réalisées par le logiciel de calcul « Robot Structural Analysis-Autodesk ».

Mots-Clés : tour eolosolaire, cheminée, conception, autoportante, forme architecturale, béton armé, anneau raidisseur, coque, élément finis, Robot Structural Analysis-Autodesk

Amélioration des propriétés d'un matériau nano composite pour une détection plus performante

236758

S. El Garouge, M. Tarfaoui, H. El Minor, A. El Moumen

¹ ENSTA Bretagne, IRDL-UMR CNRS 6027, F-29200 Brest, France

² Ecole Polytechnique d'Agadir, Universiapolis Agadir, Maroc

³ Equipe de recherche 2MGC-ENSA Agadir, Maroc

L'objectif de ce travail, est la présentation de la multifonctionnalité des matériaux composites avec la nanotechnologie, qui prend une place de plus en plus importante dans notre société, et dans les technologies commercialisées. C'est donc, depuis la découverte des nanotubes de carbone (NTCs) et les fibres de carbones que le nombre de travaux de recherche sur ces matériaux composites a explosé, c'est ce qui nous a poussé à les utiliser comme un renfort privilégié, surtout que grâce à leurs propriétés remarquables. Par ce travail, nous tentons de développer une nouvelle technologie de détecteurs basée sur la croissance des NTCs sur une fibre de carbone. En dopant par des NTCs, nous pouvons améliorer le comportement de notre matériau sur le plan mécanique, électrique et thermique pour permettre son utilisation comme nano-capteur et dans plusieurs nouvelles applications.

Mots-Clés : détecteur, nanotube de carbone, fibre de carbone, résine époxy, homogénéisation, nanotechnologies, nano-composites, les nano capteurs, multi fonctionnalité, améliorations de performances, analyses éléments finis

Etude numerique de la trasformation martensitique a l'echelle multi grain dans l' acier Fe-Ni-C sous une contrainte biaxial

236145

M. Gaci, S. Meziani, A. Fouathia

Laboratoire de Mécanique, Université des Frères Mentouri Campus Chaab Ersas, 25000, Constantine, Algérie
mounir.g2011@gmail.com

Ce travail présente les résultats de la TRIP (Transformation Inducted Plasticity) dans l'acier Fe-Ni-C, dans le cas d'une transformation martensitique sous un chargement mécanique biaxial de traction et compression équivalent (150, 150 Mpa). le calcul numérique de la transformation martensitique à l'échelle de multi grain a été élaboré par un modèle micromécanique bidimensionnel. L'étude porte sur l'influence des paramètres de calcul : domaine de transformation formé de cinq grains , géométrie quelconque et le critère proposé donnant l'ordre de transformations des plaquettes de martensites (FMC). Les résultats obtenus montrent l'influence de la géométrie du grain, l'état de contrainte biaxial et le critère mécanique (FMC) proposé, sur les paramètres de la transformation, à savoir la cinétique, le sens d'écoulement plastique et la valeur du TRIP.

Mots-Clés : transformation martensitique, TRIP, plaquette de martensite, forme géométrique quelconque, contrainte biaxiale, le critère FMC

Épaves submergées comme Brise-lames et récifs écologiques artificiels pour le port d'Agadir

234670

Moulay Ali Alaoui, H. Fatmaoui, J. Chaoufi

University Ibn Zohr, Faculty of Science of Agadir, LETSMP, Agadir, Morocco

Le port d'Agadir est pris pour cas d'étude, parce qu'il représente le parfait exemple du port ouvert sur l'atlantique, exposé de plein fouet à la rudesse des éléments, et toute dégradation instantanée ou temporelles aurait un impact majeur sur les vies humaines et l'activité économique de la région et du royaume de par son rôle stratégique. Ainsi, les infrastructures dont dépend la sécurité nautique du port sont constamment éprouvées par l'action dynamique incessante de la houle, aussi, le plus grand challenge, c'est de les construire assez résistante pour supporter cette agression mécanique et chimique et aussi suivre.

Mots-Clés : Agadir, digue, epaves, modelisation, ecologie marine

T4 : Conception et production intégrées, procédés de fabrication

Wrinkling defect prediction and formability improvement in cylindrical deep drawing of Al-Li alloy using FEM

259554

K. Bouchaâla^{1,2}, M. Fathi Ghanameh^{1,3}, M. Faqir¹, H. Chouiyakh¹, M. Mada², E. Essadiqi¹

¹ Université Internationale de Rabat,AERO school of engineering, LERMA lab, Rocade Rabat-Salé, 11 100 Sala el Jadida, Morocco

² Univerrsité Mohamad V, Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, ITACS lab, Agdal-Rabat, Morocco

³ Departement of mechanical conception-faculty of mechanical and electrical engineering-Damascus University, Damascus, Syria

Deep drawing is responsible for making billions of metal containers. In aviation and aerospace field, the efficient forming of thin-walled simples has been urgently required. However, the wrinkling made by the compressive instability is one of the major defects in sheet metal forming. This research paper presents a 3D finite element-based assessment of the impact of blank holder force, with the aim of understanding plastic wrinkling in sheet metal formability without costly trials. The ABAQUS/Explicit software was used in this study to predict the wrinkling behavior of AA2090 Al-Li alloy in cylindrical deep drawing and also to improve the quality of final cup product.

Keywords: deep drawing, finite element method, blank holder force, wrinkling defect



**Comportement d'usure des outils de coupe en tournage dur Wear
behavior of cutting tools in hard turning**

242383

M. Bourdim¹, M. Djilali Beid¹, A. Bourdim², A. Noreddine³

¹ Centre universitaire Ahmed Zabana Relizane, Algérie
mokhtar_61@yahoo.fr

² Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen, Algérie

³ Laboratoire LaRTFM ENPO Oran, Algérie

Dans les usinages en grande série, on impose souvent une durée d'outil correspondant à une séance de travail ; les outils en service étant systématiquement échangés contre des outils neufs en fin de série. Ou encore, une durée d'outil déterminée par l'importance de la série de pièces à usiner, l'outil étant alors systématiquement échangé à la fin de chaque série. En travaillant ainsi à « durée imposée », on abandonne volontairement le régime économique ou le régime de production maximale ; on consent ainsi à une majoration du coût de l'usinage ou/et à une perte de production pour bénéficier en contrepartie, de facilités de distribution, de montage et d'entretien de l'outillage. Il est bon, toutefois, de s'assurer que cette contrepartie est globalement suffisante pour justifier la perte ainsi consentie au niveau du coût d'usinage.

Mots-Clés : usinage, outil, série, régime, production-montage- coût

**Comparative study of spherical robots based on performances
indices**

240677

D. El Haiek, B. Aboulissane, O. Hamdoun, L. El Bakkali, J. El Bahaoui

Modeling and Simulation of Mechanical Systems Team Abdelmalek Essaadi University, Faculty of Sciences Tetouan, Morocco

In this paper, the comparison analysis has been presented based on performance indices since it is considered as the essential criteria for robot evaluation. Two spherical serial kinematic structures are proposed for the comparative study, which comprises a three rotational joints having concurrent axes, the first one has an orthogonal axis and the second one has a nonorthogonal chain. Several criteria exist for evaluating the efficiency and the performance of the robotic structure, the kinematic indices chosen in this work are manipulability and the dexterity. The simulation results have been developed and compared to each other in order to choose the most appropriate wrist to perform a spherical movement for a desired application.

Keywords: spherical robot, the kinematic indices, manipulability, condition number, the jacobian matrix



Étude comparative de la porosité générée par le procédé FDM expérimental et numérique

237855

M. Othmani, A. Chouaf, K. Zarbane

¹ Laboratoire Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des Structures (LCCMMS), Université Hassan II Casablanca, ENSEM

² Laboratoire de Mécanique Productique et Génie Industriel, EST, Université Hassan II Casablanca, Maroc (LMPGI) EST, Université Hassan II Casablanca, Maroc

La structure interne et le comportement des pièces obtenues par la technique FDM (Modélisation par Dépôt de fil en Fusion) sont fortement influencés par le choix des paramètres de fabrication. De nombreuses études expérimentales ont été menées pour déterminer la bonne combinaison des paramètres permettant d'avoir une meilleure porosité. Compte tenu de la multitude des paramètres impliqués dans ce type de procédé et du coût, le nombre de paramètres considérés dans ces études reste limité. Pour ce faire, nous avons mis en place une démarche numérique capable de simuler le procédé de fabrication FDM des pièces. Cette démarche nous permet de déterminer la bonne combinaison des paramètres pouvant produire des pièces avec les caractéristiques mécaniques souhaitées.

Mots-Clés : fabrication additive, modélisation par déposition par fusion, porosité, ABS, CAO

Mesure de la température et optimisation lors de l'usinage de l'alliage d'aluminium par les méthodes RSM et ANOVA

237841

S. Boutabba, F. Khrouf, M.A. Yallese

¹ Laboratoire de Mécanique Appliquée des Nouveaux Matériaux, Université 08 mai 1945, BP 401, 24000 Guelma, Algérie

² Laboratoire de Mécanique, Campus Chaabet-Ersas, Faculté des Sciences de la technologie, Université Frères Mentouri, 25000 Constantine1, Algérie

³ Mechanics and Structures Research Laboratory (LMS), May 8th 1945 University, P.O. Box 401, 24000 Guelma, Algeria

Ce travail de recherche concerne l'exploitation de la température dans la zone de coupe et du taux d'enlèvement de matière lors du tournage d'un alliage d'aluminium à l'aide d'un outil en carbure revêtu. Des expériences ont été conçues pour analyser l'influence des paramètres de coupe sur la température et le taux d'enlèvement de matière à l'aide de la méthode de Taguchi. Les résultats des expériences d'usinage ont été utilisés pour caractériser les principaux facteurs affectant la température de la zone de coupe et le taux d'enlèvement de matière par la méthode d'analyse de la variance. L'application de cette technique pour prévoir la température de la zone de coupe montre que (V_c) est le facteur le plus déterminant suivi par (ap).

Mots-Clés : ANOVA, Alliage d'aluminium, Température de coupe, RMS



Les métaheuristiques pour la synthèse des mécanismes parallèles : application pour la génération de trajectoire 237499

B. Aboulissane, D. El Haiek, L. El Bakkali, J. El Bahaoui

Equipe Modélisation et Simulation des Systèmes Mécaniques, Université Abdelmalek Essaadi, Faculté des Sciences Tétouan BP.2121, M'hannech, 93002, Tétouan, Maroc

Dans ce travail nous allons traiter la synthèse optimale du mécanisme à quatre barres pour le cas de génération de trajectoire. La technique de recherche utilisée est basée sur une approche d'optimisation fondée sur un algorithme métaheuristique, exploitant les notes de musique associées à une fonction objectif, cette fonction qualifie l'habileté de ce mécanisme à réaliser la tâche désirée par le concepteur.

Mots-Clés : optimisation, métaheuristique, mécanisme parallèle

Etat de l'art du tolérancement mécanique et son adaptation aux systèmes mécatroniques 237077

O. Tahiri, N. Moujibi, S. Boutahari

*LPEDD, Ecole Supérieure de Technologie BP 2427 Route d'Imouzzer 30000, Fès
pr.tahiri@gmail.com*

Dans cette communication nous avons essayé de donner une brève présentation de modèles d'analyse de tolérancement mécanique, avant de montrer l'intérêt de déployer ces modèles pour les adapter à des systèmes mécatroniques, vu le flux croissant de ces derniers dans l'industrie du future.

Mots-Clés : tolérancement, statistique, pire des cas, industrie 4.0, domaines, MMC, mécatronique

Etude comparative entre les critères d'ajustements des moindres carres et du minimax et impact sur la planeité des surfaces 236795

D. Moulai-Khatir^{1,2}, A. Jalid³

¹ *Université Abou Bekr Belkaid, Faculté de Technologie, B.P 230 Chetouane, Tlemcen 13000, Algérie*

² *Laboratoire LaRTFM, Ecole Nationale Polytechnique Maurice Audin, B.P. 1523 El M'naouer, Oran 31000, Algérie*

moulaikhatir@yahoo.fr, djezouli.moulaikhatir@mail.univ-tlemcen.dz

³ *Université Mohammed V de Rabat, Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique (ENSET) de Rabat, Laboratoire LaMIP, Avenue de l'Armée Royale, Madinat Al Irfane, 10100 Rabat, Maroc*

a.jalid@um5s.net.ma

L'identification d'une surface en métrologie tridimensionnelle est une phase très importante pour déterminer par la suite les défauts de forme. Le critère des moindres carrés a été, depuis les années 1970, le plus utilisé, car il peut être traité par un simple calcul



matriciel. De nos jours le critère minimax « Tchebychev » est disponible sur la majorité des logiciels des Machines à Mesurer Tridimensionnelles (MMT). Cet article propose une étude comparative entre les critères d'ajustements des moindres carrés et de Tchebychev, du point de vue stabilité vis-à-vis du nombre de points de palpation sur le défaut de planéité mesuré d'une surface. Ceci, en utilisant le logiciel expérimental GEOFERIF. Nos résultats sont en adéquation avec la nouvelle norme ISO (2018) pour le contrôle de la planéité.

Mots-Clés : critère d'ajustement, définition de palpation, MMT défaut de forme, planéité

Optimization of UNS S31600 cutting parameters in superfinish turning with the artificial bee colony and the Monte Carlo method

236202

Y. Ech-charqy, H. Gziri, M. Essahli

¹ University ibn zohr, Laboratory of Materials, Mechanics and Civil Engineering, National School of Applied Sciences, Agadir, Morocco

² University Hassan, Laboratory of mechanic, industrial management and innovation, Faculty of Science and Technology, Settat, Morocco

³ University Hassan, Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Science and Technology, Settat, Morocco

This work presents the effect of cutting parameters on the surface roughness of a UNS S31600 workpiece (cutting speed, feed per revolution and depth of cut) in superfinishing turning. Experimental analysis was carried out to measure the average roughness of the workpiece. Empirical, intelligent and probability techniques were used to analyze the experimental results. They are based on linear regression analysis, correlation analysis, Monte Carlo method and artificial bee colony, in order to determine the behavior of the average roughness with respect to the chosen cutting parameters, and define their optimal values. Experimental results have shown that feed is the most influential factor on surface roughness, as well as depth of cut. The high quality of the machined surface can be achieved under optimal conditions, specifically feed and length of depth. However, the correlation and regression analysis showed that the cutting speed did not have a significant influence on the UNS S31600 superfinish turning compared to the other cutting parameters. Indeed, an increase in the cutting speed does not guarantee obtaining a high quality of surface condition.

Keywords: superfinish turning, average roughness, Monte Carlo, artificial bee Colony, cutting parameters, optimization

Session Posters Mécanique des Fluides

Chairman: Pr. A. Abdelbaki **Maroc**, Pr. S. Aniss **Maroc**, Pr. M. Asbik **Maroc**,
Pr. A. Bah **Maroc**, Pr. S. Mordane **Maroc**, Pr. A. Oubarra **Maroc**

Jeudi 18 Avril 2019 10h30–11h30 ENSET Rabat Hall des posters

T6 : Milieux poreux et milieux granulaires

Effet de la distribution et de la fraction des cellules fermées et ouvertes sur le calcul de conductivité thermique effective de la mousse polyuréthane à cellules mixtes

242070

C. Hermama, A. El Maliki, S. Lahbabi

*École Nationale Supérieure d'Électricité et de Mécanique [Casablanca] Route el Jadida, BP 8118
Oasis Casablanca, Maroc*

L'objectif de cet article est d'étudier la conductivité thermique effective de la mousse de polyuréthane utilisée dans l'isolation thermique de bâtiments, avec une nouvelle approche pour générer un volume élémentaire représentatif. L'approche proposée est plus réaliste que les approches classiques car elle prend en compte une fraction de cellules fermées et une fraction de cellules ouvertes. Cette étude porte sur la modélisation d'une mousse de polyuréthane contenant 70% de fraction de cellules fermées et 30% de fraction de cellules ouvertes, en utilisant la méthode des éléments finis et l'homogénéisation numérique. Les résultats montrent que la conductivité thermique d'une mousse à cellules mixtes est une fonction linéaire de la conductivité thermique de la mousse à cellules ouvertes et à cellules fermées à une fraction de volume fixe. Ainsi la variation de la conductivité thermique, lorsque la position des cellules fermées ou ouvertes change à une fraction de volume fixe, est de l'ordre de $6 \cdot 10^{-4}$. L'approche proposée montre l'influence des fractions de cellules fermées et ouvertes dans la recherche de la conductivité thermique.

Mots-Clés : homogénéisation numérique, conductivité thermique effective, mousse de polyuréthane, modélisation de la microstructure, méthode des éléments finis

T7 : Mécanique des fluides, rhéologie, modélisation, instabilités et transition

L'effet de la présence d'obstacle sur la dispersion d'émission émise par une cheminée coudée **262021**

F. Zair¹, A. Ouda¹, E. Chatri¹, M. Mouqallid², R. El Maani²

¹ Faculté des sciences, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc
fidae.zair@gmail.com

² ENSAM Meknès, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc

On se propose d'étudier numériquement la dispersion des émissions polluantes en régime turbulent autour d'un obstacle bidimensionnel. On traite principalement l'effet de la présence d'obstacle sur l'écoulement issu d'une cheminée coudée.

Une simulation numérique de la dispersion des particules émises par les cheminées a été réalisée à l'aide du code CFD Fluent. La méthode numérique utilisée pour la résolution des équations décrivant l'écoulement est la méthode des volumes finis et le maillage adopté est non uniforme, très resserré près de la cheminée et de l'obstacle. Les résultats trouvés montrent essentiellement que la présence d'obstacle modifie l'écoulement.

Mots-Clés : dispersion, polluant, cheminée, CFD fluent

Validation of the modified IHL method : Application for U-cup hydraulic rod seals **258744**

M. Hilal, M. Elgadari, B. Elfahime

ENSAM, Université Moulay Ismail, Meknes, Maroc

The hydraulic rod seal is the most common type of reciprocated shaft seals. It's used to withstand substantial differences in pressure, prevent leakage and also reduce friction. To predict the sealing performances, several numerical models have been developed and the Inverse Method IHL remains the most used for the dynamic seals.

The weak point of this theory is using only one inflection point of the contact pressure field to deduce the film thickness, although the second pressure derivative admits several roots.

Thus, this work aims at performing a new numerical approach to solve the Reynolds equation with the inverse method IHL, but without taking into account the inflection point. The numerical results are compared with the IHL method and validated with experimentation published previously.

Keywords: hydraulic seals, inverse hydrodynamic lubrication IHL, reynolds equation, finite element method simulation FEM, friction force



The dynamics of a triple jet in cross flow model

240948

A. Radhouane¹, N. Mahjoub Said², H. Mhiri¹, P. Bournot³

¹ National Engineering School of Monastir, Monastir, Tunisie
radhouane_amina@yahoo.fr

² LGM, ENIM, Preparatory Institute for Engineering Studies, University of Monastir, Tunisia
mahjoub_nejla@yahoo.f

³ Aix Marseille University, CNRS, IUSTI, Marseille, France

The present paper considers the interaction of multiple tandem jets in cross flow in a try to detail the proper dispersion of each of the implicated flows and then the different stages of their combination. In this context, we considered 8 mm-diameter, 60°-inclined and three great diameter-spaced nozzles, discharging air jets in a wind tunnel. CCD images together with PIV techniques were used to track the evolution of the interacting flows and extract the different corresponding dynamics' variables (velocity, vorticity, turbulence describing variables). Results show the complementary of the jets' height and injection ratio over the resulting flow field establishment, since both an injection inferior to one ($R < 1$) and a close emission of the jets to the ground promote the attachment effect.

Keywords: multiple jets, crossflow, injection height, flow structures, attachment effect

Influence de la texturation en forme de chevron sur la lubrification hydrodynamique du joint à lèvre rotatif

240669

I. Lahjouji, M. El Gadari, M. Radouani

Research team IMSM, Moulay Ismail University, ENSAM, Meknes, Morocco
imanelahjouji14im@gmail.com, m.elgadari@ensam-umi.ac.ma,
m.radouani@ensam-umi.ac.ma

La texturation est une technique qui a fait l'objet de nombreuses études dans le domaine de la lubrification hydrodynamique des joints à lèvre, vue qu'elle augmente le support de charge ainsi qu'elle réduit le frottement et les fuites. Dans cette étude, un modèle de lubrification hydrodynamique transitoire a été adopté afin d'étudier les performances d'un joint à lèvre monté sur un arbre texturé. Dans ce sens une forme de textures en chevron a été considérée. Conformément à la forme de texture choisie, une analyse paramétrique a été effectuée afin de trouver les paramètres optimaux permettant un support de la charge et un taux de pompage inversés plus élevés. Les résultats montrent que la prise en compte de certains paramètres pourrait avoir un effet positif sur le fonctionnement du joint à lèvre.

Mots-Clés : joint à lèvre, texturation, chevron, support de charge, débit de pompage inverse



**Étude des écoulements en charge autour d'un obstacle
par la méthode de Lattice-Boltzmann**

240603

J. Smily¹, B. Radi²

¹ Laboratoire IMMII, université Hassan 1^{er}, FST Settat
jaouadsmily@gmail.com

² Laboratoire IMMII, université Hassan 1^{er}, FST Settat
bouchaib.radi@yahoo.fr

La méthode de Lattice-Boltzmann est une méthode de dynamique des fluides (CFD). À la place des équations de Navier-Stokes, l'équation discrète de Boltzmann est résolue pour simuler le comportement de fluides à l'aide d'un schéma de collision-propagation. Dans ce travail, on a intégré la LBM dans un code python afin de simuler en 2D le comportement d'un fluide en charge à l'encontre d'un obstacle, chose qui va nous servir par la suite à déterminer dans les conduites les zones les plus sollicitées (vitesse maximale et pression maximale) pour mieux dimensionner à la fois la conduite et ses accessoires (vanne, clapet, etc.) et éviter leur dégradation rapide.

Mots-Clés : écoulement en charge, simulation, méthode de Lattice-Boltzmann, equation de Navier-Stokes

**T8 : Transferts thermiques, transferts de masse,
énergies renouvelables et environnement**

**Mixed phenomenon natural convection-wettability
by using Shan-Chen lattice Boltzmann method**

263561

S. Channouf, M. Jami, A. Mezrhab

Université Mohammed Premier, Faculté des Sciences, Laboratoire de Mécanique et Energétique
BP 717 60000 Oujda Maroc, BV Mohamed VI BP 717, Oujda 60000, Maroc

In the last years, the lattice Boltzmann method (LBM) have been widely used as a solver for simulating hydrodynamics problems. Thus, this method is used to simulate two-phase flows in a 2D computational domain by using the pseudo-potential model proposed by Shan-Chen in (1993) which is called Chan-Chen LBM model. Firstly, we validated our code with the work of Huang et al. who have modeled the wettability phenomena of a liquid drop. Secondly, we have studied the effect of natural thermal convection on a liquid drop inside a differentially heated square cavity by fixing the density of the surface wetting on 2 and by varying the Rayleigh number from 10^3 into 10^6 . Results show that the liquid drop moves under the effect of gas flow caused by the convection and it evaporates by exchanging heat with gas.

Keywords: Lattice Boltzmann method, Two-phase flows, Shan-Chen LBM model, Wettability phenomenon, Natural thermal convection, Convection Wettability



Étude numérique de la convection naturelle dans une cavité à paroi ondulée

263360

K. Najid, R. Sehaqui

Université Hassan II, Faculté des sciences Ain Chock, Laboratoire de Mécanique, Equipe de modéli

Cet article a pour but, l'étude numérique des résultats obtenus lors d'un transfert thermique par convection naturelle laminaire stationnaire dans une cavité ondulée. Les équations gouvernantes ont été discrétisées par la méthode des différences finis en utilisant la méthode ADI (Alternating Direction Implicit) et la méthode SOR (successive over relaxation). Un code de calcul a été conçu et réalisé dans ce contexte pour utiliser la simulation numérique. Les résultats sont analysés à travers les champs thermique et dynamique . Ce travail a été validé en comparant à ceux de la littérature. Une étude paramétrique a été menée en considérant le nombre de Rayleigh et l'amplitude d'ondulation.

Mots-Clés : convection naturelle, transfert de chaleur, cavité ondulée

Modélisations mathématique et numérique de la production de biogaz pour la valorisation énergétique de déchets de tournesol

263090

R. Belgada¹, K. Gueraoui¹, A. Mzerd², H. Benbih¹

¹ *Equipe de Modélisation et Simulation en Mécanique et Energétique (MSME) Faculté des sciences, Université Mohammed V, Rabat B, P. 1014, Maroc*

kgueraoui@yahoo.fr

² *Equipe de semi-conducteurs et technologie des capteurs pour l'environnement, Faculté des sciences, Université Mohammed V, Rabat*

mzerd@yahoo.fr

La méthanisation consiste à faire fermenter la matière organique dans une cuve appelée digesteur sans oxygène. Le matériau se dégrade progressivement, produisant un gaz composé principalement de méthane. Et un résidu appelé digérer. Ce processus naturel est assuré par l'action de divers microorganismes. L'objectif principal de ce travail est d'étudier les bases mathématiques et numériques concernant la modélisation de la dégradation des déchets de tournesol. Nous considérons un bioréacteur comme un milieu poreux réactif. Le modèle mathématique est basé sur l'équation de conservation de la masse, l'équation de l'énergie, les équations empiriques de Van Genuchten. Ce modèle a été mis au point pour décrire le comportement réel du bioréacteur dans la phase méthanogène anaérobiose. Nous avons utilisé la méthode des volumes finis pour résoudre les équations de conservation. Ce travail de recherche a voulu mettre l'accent sur l'importance de la valorisation des déchets de tournesol par la fermentation à travers les digesteurs, approché comme une source d'énergie renouvelable et inépuisable pour protéger notre environnement.

Mots-Clés : méthanisation, dégradation, déchet de Tournesol, modèle mathématique, bioréacteur, modèle biologique, méthode des volumes finis



Multiplicité de solutions pour la double diffusion dans une cavité rectangulaire remplie par un fluide non newtonien et soumise à des flux croisés de chaleur et de masse

262662

T. Makayssi, M. Kaddiri

*Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Modélisation des Ecoulements et des Transferts (LAMET), B.P. 523, Béni-Mellal, Maroc
t.makayssi@usms.ma*

Dans le cas d'une cavité rectangulaire horizontale allongée remplie par un fluide non-newtonien et chauffée et salée de façon uniforme par le bas en présence d'un chauffage horizontal, il est possible d'utiliser l'hypothèse d'un écoulement parallèle pour obtenir une solution analytique décrivant les champs d'écoulement, de température et de concentration dans la région centrale de la cavité. On démontre ainsi que des solutions multiples sont possibles. La solution analytique ainsi obtenue est validée numériquement en résolvant les équations bidimensionnelles régissant par une méthode aux différences finies.

Mots-Clés : convection doublement diffusive, fluide non newtonien, chauffage latéral, multiplicité de solutions

Développement d'un nouveau matériau pour l'isolation thermique des bâtiments à base de granulats de papier et de la chaux

247240

B. Mandili^{1,2}, M. Taqi¹, M. Errouaiti², O. Douzane³

¹ *Laboratoire d'Ingénierie et Matériaux (LIMAT), Faculté des sciences Ben M'sik, Université Hassan II Casablanca, Casablanca, Maroc*

² *Laboratoire public d'essais et d'études Casablanca, Maroc Affiliation*

³ *Laboratoire efficacité énergétique matériaux, IUT Amiens, Université Jules Verne Picardie Amiens, France*

L'objectif de cette étude est la valorisation de déchets de papier, en le transformant à des granulats. De nouvelles briques sont confectionnées à base de ces granulats. Une caractérisation physique et thermique de ces granulats est réalisée pour déterminer la granulométrie, la masse volumique en vrac, le taux et la cinétique d'absorption d'eau et la conductivité thermique et une analyse de la microstructure. Trois types de briques ont été confectionnés à base des granulats tout en faisant varier le dosage de la chaux, les résultats obtenus montrent que ces briques ont des faibles masses volumiques de l'ordre de 498 kg/m³ et une faible conductivité thermique de l'ordre de 0,114 W/m.K, ces valeurs sont encourageantes pour utiliser ce nouveau matériau à l'isolation thermique des bâtiments.

Mots-Clés : valorisation, granulats de papier, la chaux, isolation thermique



Modelisation par lattice Boltzmann de l'écoulement de la convection naturelle à Rayleigh élevé dans un local chauffé par le bas 242953

N. Abouricha, M. El Alami, El Mehdi Berra

LPMMAT, Département de Physique, Faculté des Sciences Aïn Chock, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

Dans ce travail nous modélisons par la méthode Lattice Boltzmann (LBM) l'écoulement de la convection naturelle à Rayleigh élevé dans un local de côté H rempli d'air ($\text{Pr} = 0,71$) et chauffé par le bas par une température $\theta_C = 1$. L'une des parois verticales comporte une portion froide de température $\theta_F = 0$. Les autres parois sont adiabatiques. Les calculs ont été effectués en deux dimensions (2D) pour des nombres de Rayleigh $\text{Ra} = 108$ et $\text{Ra} = 1,5 \cdot 108$ et pour différentes tailles du plancher chauffant $0,2 \leq \text{Lr} = \ell/H \leq 0,8$ représente la source. Les résultats sont présentés sous forme de lignes de courant, lignes isothermes et le profil de la température. Le transfert de chaleur est étudié en termes du nombre de Nusselt moyen calculé au niveau de la paroi chaude.

Mots-Clés : méthode lattice Boltzmann, convection naturelle turbulente, local chauffé par le bas, Rayleigh élevé

Modeling of permeation through clay/polymer nanocomposite membranes 242354

L. Aissaoui, A. El Afif

Laboratory of Innovation in Science, Technology and Modeling (ISTM), Chouaïb Doukkali University, El Jadida, Morocco

We propose a viscoelastic model to describe the unsteady permeation behavior of a solvent into polymer nanocomposite nonporous membranes. The addition of exfoliated nano fillers shows enhanced barrier properties. Two state variables are used to describe this dynamic behavior namely the solvent mass fraction, and the composite viscoelastic extra stress tensor. Scaling analysis leads to two dimensionless parameters: the diffusion Deborah number and a diffusion-stress coupling constant. Our model predictions are compared with experimental data taken from the literature and a good agreement is observed.

Keywords: nanocomposites, permeation, viscoelasticity

Étude numérique et expérimentale d'un échangeur de chaleur à lit fluidisé périodique 241982

M. Sennoune¹, M. Mansouri^{2,3}

¹ Univ sultan Moulay Slimane, LIPOSI, ENSA-Khouribga, Maroc

² Univ Hassan 1, LISA, ENSA-Berrechid, Maroc

³ Univ Hassan 1, LIMII, FST-Settat, Maroc

Dans cet article, on présente une étude numérique réalisée sur un échangeur de chaleur à lit fluidisé périodique. L'influence des différents paramètres de fonctionnement tels



que les vitesses du fluide chaud et froid, comprises entre la vitesse minimale et la vitesse limite de fluidisation, les durées des modes d'échange chaud/froid et la température d'entrée de l'air chaud sur les performances de l'échangeur est étudié. Cette étude vise à un calcul CFD du comportement dynamique et thermique d'un écoulement en convection forcée pour deux fluides pour améliorer les performances des échangeurs de chaleur.

Mots-Clés : échangeur de chaleur à lit fluidisé périodique, échange à chaud, échange froid, CFD

Simulation numérique d'un système de chauffage par le sol : considérations de conception pour une utilisation optimale du système

241968

S. Oubenmoh¹, R. Saadani¹, M. Rahmoune¹, A. Allouhi², A. Ait MSSAD², M. Bentaleb¹

¹ Laboratoire d'Etude des Matériaux Avancés et Applications, FS - EST Meknès, Université Moulay Ismaïl, BP 11201, Avenue Zitoune, Meknès, Maroc

² Ecole Supérieure de Technologie de Fès, U.S.M.B.A, Route d'Imouzzer BP 2427, Maroc

Ce travail traite un problème physique concernant le comportement thermique d'un système de chauffage par plancher intégré dans un bâtiment via des calculs CFD. S'agissant d'habitat, la notion de confort des usagers est primordiale autant que celle de consommation d'énergie. L'objectif de ce travail est d'étudié certains paramètres qui doivent être contrôlés pour un bon fonctionnement approprié du système. Ces paramètres comprennent la vitesse à l'intérieur des tuyaux, les températures d'entrée et les formes des tubes et un paramètre pour calculer l'homogénéité thermique du plancher a été introduit et évalué.

Mots-Clés : chauffage par le sol, conductivité thermique, distribution de température, homogénéisation thermique, conception, configuration

Study and analysis of the mppt control of a photovoltaic solar generator

240713

A. Lilane, D. Saifaoui, S. Hariss, H. Jenkal, Y. Aroussy

Laboratory of Renewable Energies and Dynamics of Systems Hassan II University, Faculty of Science Ain Chock, El-Jadida road Km9 -BP 5366 Maarif, Casablanca, Morocco, Maroc

Freshwater scarcity is one of the most serious crises facing humanity. Therefore, it is urgent to introduce new water treatment technologies against this crisis. The desalination of seawater or brackish water by reverse osmosis is an effective solution as a new water treatment strategy, but this strategy is still expensive because of the dependence of technology on fossil fuels, which is why it is important to develop reverse osmosis based on renewable energies, especially solar photovoltaic energy.

In this work, the solar field operated for the desalination system works will be controlled by three methods of MPPT, it is about Disturb and Observe, Incremental Conductance and fuzzy logic control. The objective of this study is to analyze and compare the three MPPT methods before practiced on the desalination system.

Keywords: solar energy, renewable desalination, GPV, MPPT control



Évaluation of diffusivity and activation energy of sewage sludge of meknes city

240642

El Houssayne Bougayr¹, El Khadir Lakhali¹, A. Idlimam², Az. Fantasse¹, A. Lamharrar², M. Kouhila², F. Berroug¹

¹ Laboratory of Automation, Environment and Transfer Processes LAEPT, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakesh, Morocco
bougayr@gmail.com

² Team of Solar Energy and Medicinal Plants EESPM, Teacher's Training College, Cadi Ayyad University, BO 2400 Marrakesh, Morocco
aidlimam@gmail.com

Sewage sludge treatment is an environmentally sensitive problem in terms of both energy and pollutants. In this context, sludge drying is often an essential step to facilitate later management such as valorization or storage.

This work aims to exploit the kinetics of solar drying for three waste sludge temperatures of the wastewater treatment plant in Meknes to determine the diffusion coefficient during the drying process.

The value of the sludge diffusion coefficient was measured by applying the Fick's diffusion model and was varied from 7.1×10^{-10} to $1.4 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ with increasing temperature. The Arrhenius equation gives an activation energy value of 17.53 kJ/mol expressed the effect of temperature on the effective diffusivity.

Keywords: sludge, drying, activation energy, diffusion coefficient

Étude numérique des performances d'un capteur photovoltaïque thermique (PVT) sous différents conditions

240628

M. Hissouf¹, M. Feddaoui¹, N. Monssif²

¹ Laboratoire GEMS, ENSA Agadir, Maroc

² FST Mohammedia, Maroc

Dans ce papier, nous avons modélisé un capteur hybride PVT. Le modèle mathématique établi est basé sur le principe de bilan thermique, ce bilan est appliqué aux différents nœuds constituant le capteur. La résolution numérique est obtenue en utilisant la méthode de Range-Kutta. Les résultats obtenus montrent que la circulation de fluide caloporteur permet d'augmenter le rendement électrique de capteur. L'effet de la vitesse du vent, la température ambiante et l'irradiation solaire sur les performances électriques de capteur PVT ont été étudié. Les résultats ont montré que le refroidissement des cellules est important dans le cas où l'irradiation solaire et la température sont élevées. L'influence de la vitesse du vent sur le rendement électrique est négligeable.

Mots-Clés : capteur PVT, hybride, fluide caloporteur



**Étude analytique et numerique de la convection mixte
thermosolutale dans une cavité horizontale simplement entrainée**

240256

K. El Marrakchi¹, M. Lamsaadi², M. Naïmi³

¹ Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Modélisation des Ecoulements et des Transferts (LAMET) B.P. 523, Beni-Mellal, Maroc
elmarrakchikamal@gmail.com

² Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Modélisation des Ecoulements et des Transferts (LAMET) B.P. 523, Beni-Mellal, Maroc
lamsaadima@yahoo.fr

³ Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Modélisation des Ecoulements et des Transferts (LAMET) B.P. 523, Beni-Mellal, Maroc
naimima@yahoo.fr

Le présent travail est dédié à l'étude de la convection mixte thermosolutale dans une cavité rectangulaire bidimensionnelle remplie d'un fluide Newtonien. L'écoulement est initié en imposant aux parois verticales qui sont rigides des densités de flux de chaleur et de masse uniformes. Par contre Les parois horizontales de l'enceinte sont supposées adiabatiques et imperméables, la paroi supérieure (couvercle) est animée par un mouvement uniforme. La résolution analytique est basée sur l'approximation de l'écoulement parallèle, tandis que l'étude numérique est faite en utilisant la méthode de différence finis. La structure de l'écoulement, le transfert de chaleur et de masse sont examinés en termes de paramètres gouvernant le problème. Les résultats obtenus montrent un bon accord avec les deux approches (analytique et numérique).

Mots-Clés : mixed convection, finite difference, lid-driven cavity, parallel flow, heat and mass

Étude comparative de l'effet du traitement thermique aux hautes températures sur les propriétés mécaniques et structurales de l'acier inoxydable austénitique Hastelloy C2000 et austéno-ferritique SAF 2205

239870

A. Amri^{1,2}, A. Ibnlfassi¹, S. Elmadaani²

¹ Laboratoire Sciences de l'Environnement Et Développement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan 1^{er}, Settat, Maroc

² Laboratoire Physico-chimie des Procédés et des Matériaux, Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan 1^{er}, Settat, Maroc

Les traitements thermiques de l'acier SAF 2205 et de l'acier Hastelloy C2000 effectués à trois températures différentes ont montré la présence de la phase ferritique et austénitique ainsi que des carbures de chrome et des phases intermétallique (sigma, χ et austénite secondaire), identifiés également par diffraction de rayons X. Ces derniers influencent significativement la sensibilité de cet acier ainsi que ses propriétés mécaniques et microstructurales. Pour la dureté, elle atteint une valeur finale de 47,5 pour les trois pièces. Alors que pour l'acier Hastelloy, après les traitements thermiques, les résultats obtenus ont révélé la présence des carbures de chrome de morphologies diffé-





rentes, aux joints et à l'intérieur des grains, des transformations discontinues ainsi que le phénomène de coalescence des grains.

Mots-Clés : SAF 2205, Hastelloy C2000, traitements thermiques, dureté, microscopie optique, diffraction par rayons X

**Comparative analysis of thermal performance of cooling circuit
for Marine engine**

239688

Y. Jihani, El Mostafa Mabsate, A. Adham

*Mechanical and Energy Engineering Research Team: Modeling and Experimentation [ERG(2M)]
Mohammadia School of Engineers, Mohammed V University Rabat, Maroc*

In the energy and environmental contexts related to yield improvement and loss reduction, the use of CFD (Computational Fluid Dynamics) with the ANSYS Fluent simulation code of the various thermal and hydraulic parameters components of the marine diesel engine cooling system was conducted in the interest of identifying the most stressed components in this circuit.

This study gives a comparison of several thermal parameters relating to the heat exchange and the pressure drop in the two main thermal systems of engine cooling circuit which are supercharging air cooler, responsible for charge air conditioning and the Multitubular heat exchanger fresh water/sea water. Results show that the supercharging air cooler is more efficient, represents a lot more heat exchange (26%) and less energy loss.

Keywords: CFD, heat exchanger, supercharging Air Cooler

**Modeling the velocity of marine currents resources on a Tangier
coastal using SWAN model**

237897

S. Hazim, A. El Ouatouati, M.T. Janan, A. Ghennioui

Laboratoire de Mécanique, Procédés et Process Industriels (LM2PI), ENSET, Université Med V-Souissi, Avenue de l'Armée Royale, Madinat Al Irfane, BP 6207 Rabat, Maroc

Due to its geographical position, Morocco has great renewable energy resources potential, especially the Marine Renewable Energy (MRE/EMR). It has 2 seas: Mediterranean and Atlantic seas, this last one is characterized by its predictability and potential that is not exploited yet. The aim of this work is the characterization of the marine renewable energy resource, more precisely the marine currents, on a Moroccan coastal zone, the Tangier zone, with a spatial resolution of 200 m. In this work, we are interested in the numerical modeling of marine currents, which allows us to describe their direction and speed on the studied area. Our contribution to this work was made using the SWAN digital model. The characteristics obtained will be presented in the form of maps or tables of values.

Keywords: marine currents, SWAN digital model, modeling, renewable energy



Étude numérique de la convection naturelle dans une cavité carrée remplie de nanofluide en présence de la dissipation visqueuse **236779**

H. Amini Alaoui, R. Sehaqui

Hassan II University, Faculty of Sciences Aïn Chock, Laboratory of Mechanics, BP 5366 Maarif, Casablanca, Morocco

Dans ce travail nous avons mené une étude numérique de la convection naturelle dans une cavité carrée remplie d'eau et des nanotubes de carbone (NTC) en présence de la dissipation visqueuse. Les équations gouvernantes ont été discrétisées par la méthode des différences finies. Les simulations numériques ont été effectuées pour le nombre de Prandtl $Pr = 6.2$ (l'eau), le nombre de Rayleigh variant dans la gamme $10^3 \leq Ra \leq 10^4$, pour différentes fractions volumiques (φ entre 0 et 10%) et le nombre d'Eckert ($Ec = 0$ et 0.001). Nos principaux résultats sont l'influence de la dissipation visqueuse sur le transfert thermique local et global, sur les lignes de courant et sur les isothermes.

Mots-Clés : nanofluide, convection naturelle, cavité carrée, dissipation visqueuse

Simulation d'une flamme de diffusion turbulente avec co-courant d'air d'un mélange de CH₄-H₂ **235226**

A. Guessab¹, A. Aris²

¹ *Laboratoire de Recherche en technologie de Fabrication Mécanique (LaRTFM)-ENPO MA, Algérie
med_guessab@yahoo.fr*

² *Laboratoire de Recherche en technologie de Fabrication Mécanique (LaRTFM)-ENPO MA, Algérie
arisaek@yahoo.fr*

Cette étude s'intéresse à la simulation numérique des flammes de diffusions au sein des chambres de combustion des turbines à gaz. L'un des objectifs principaux auquel nous nous intéressons ici est d'étudier l'influence des modèles de turbulence (correction de pope), et de un schéma réactionnel sur la prédition du champ d'écoulement et des concentrations des espèces chimiques. L'étude concerne la prédition numérique d'une flamme de diffusion d'un écoulement turbulent confiné de gaz CH₄-H₂ à l'aide du code Fluent. Les résultats numériques obtenus sont comparés à ceux de [1]. Le modèles de turbulence k-ε standard auquel on a adjoint le model de combustion dit « Eddy dissipation Concept » avec un schéma réactionnel de 4 étapes sont utilisées.

Mots-Clés : flamme CH₄-H₂, EDC, k-ε



T10 : Interaction fluide-structure

Effect of clay concentraton on soil erosion during the hole erosion test

240673

B. Kissi, M. Ait Elfqih, A. El Haouzi

Equipe de Modélisation et Simulation des Structures en Génie Civil, ENSAM Casablanca,
Université Hassan II

Benaissa.kissi@gmail.com

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 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.

Our contribution is to validate and confirm the experimental results found by many authors in the field of civil engineering. Our contribution has shown that the concentration of the clay found in the mixture increases the risk of erosion in hydraulic structures. Soil erosion is a very serious phenomenon under hydraulic structures, to detect this problem we have studied the effect of shear stress causing erosion at the solid-structure interface.

Keywords: external erosion, tube erosion test, clay concentration, wall roughness, wall laws, turbulence

Sur les petites oscillations d'un liquide parfait dans un container supporté par une structure élastique

236263

H. Essaouini¹, P. Capodanno²

¹ Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, M2SM ER28/FS/05, 93030 Tétouan,
Maroc

essaouini@yahoo.fr

² Université de Franche-Comté, 2B Rue des jardins, F - 25000, Besançon, France
pierre.capodanno@neuf.fr

Dans le présent travail, nous étudions les petites oscillations d'un liquide parfait pesant dans un container ouvert supporté par une structure élastique. Les équations du mouvement du système sont présentées et analysées dans le cadre de la théorie linéaire. Afin d'étudier la stabilité du modèle nous analysons l'équation opératorielle équivalente à l'équation variationnelle.

Mots-Clés : liquide parfait, petites oscillations, structure élastique, méthodes variationnelles et spectrales



Session Posters Mécanique des Solides

Chairman: Pr. K. El Had **Maroc**, Pr. M. Nouari **France**, Pr. M. Rahmoune **Maroc**,
Pr. M. Zenasni **Maroc**

Vendredi 19 Avril 2019 10h30–11h30 ENSET Rabat **Hall des posters**

T1 : Dynamique, vibrations et acoustique

**Lamb wave-based crack localization in plates using difference
in time of arrival procedure**

259702

H. Chouiyakh¹, M.F. Ghanameh^{1,2}, E. Essadiqi¹, M. Faqir¹

¹ Université Internationale de Rabat, Aerospace engineering school, LERMA lab, Rocade Rabat-Salé, 11 100 Sala al Jadida, Morocco

² Departement of mechanical conception-faculty of mechanical and electrical engineering-Damascus University, Damascus, Syria

Lamb waves have long been used for cracks detection in plates where comparison is made between healthy and damaged structures' signals. Thus, we aim through this work to investigate the difference in time of arrival technique for cracks localization. A cracked $0.1 \times 0.1 \times 0.001$ Aluminium plate is considered. It contains an elliptical shaped, through, inclined crack. A piezoelectric actuator is used to generate acoustic waves and three sensors are used for signal acquisition. By controlling the difference in time of arrival associated to the sensors, the direction of arrival of the wave is estimated, hence, the angular position of the crack. The efficiency of the algorithm is proved through this work.

Keywords: lamb waves, difference in time of arrival, sensors, cracks, localization

**Contrôle vibratoire des machines tournante de la centrale thermique
de Jerada**

251706

R. Zarrouk¹, H. El Maati², M. El Amrani³

¹ Laboratoire Electronique et Systèmes, FS Oujda
zarroukredouan1@gmail.com

² Office National de l'Électricité et de l'Eau Potable, Jerada
elmaati@onee.ma

³ Laboratoire Electronique et Systèmes, FS Oujda
mostafa_elamrani@yahoo.fr

Dans les centrales thermiques, les Groupes Turbo-Alternateurs (GTA) sont classés dans la catégorie des machines vitales dont l'indisponibilité entraîne immédiatement la perte de la production de l'électricité.



Ils peuvent être aussi le siège d'incidents voir d'accidents graves menaçant directement la sûreté de fonctionnement de la machine ainsi que la sécurité du personnel. L'inspection en service est une solution très efficace pour décroître la probabilité d'un tel accident. La technique choisie d'inspection est le contrôle vibratoire qui peut détecter, à un âge très précoce, les éventuels défauts mécaniques, électriques et électromagnétiques présents dans les GTA. Dans cet article, nous présentons différentes techniques d'analyse vibratoire, que nous avons appliquée sur les GTA de la centrale thermique de Jerada, ainsi que les résultats obtenus.

Mots-Clés : contrôle et diagnostic vibratoire des GTA, analyse spectrale, analyse de phase, analyse d'enveloppe

The effect of ply orientation on the vibration of stiffened panels composite materials for a structures

251228

O. Mouhat¹, H. Boubel¹, O. Elmabet¹, M. Rougui¹, A. El Bouhmidi¹, A. Khamlich²

¹ Mohammed V University, Structure LGCE l'EST, Salé -CED de l'EMI, Rabat, Morocco

² Abdelmalek Essaadi University, Communications Systems and Detection Laboratory, Tetouan, Morocco

The present work concerns the nonlinear dynamic buckling of symmetrically laminated we based on the classical shell with the geometrical nonlinearity in von Karman–Donnell. The behavior of this composite stiffened panel is in axial compression.

Procedure to carry out this work passes by three steps, first step determining the fundamental frequencies of natural vibration with different direction of layers, the second to find the critical stress, finally the influence of initial imperfections on the stability of the panels The dynamic critical buckling loads of the composite stiffened panels under axial loading are considered with duration, the critical buckling loads are found according to the Budiansky-Roth criterion and the Runge-Kutta method.

The results obtained show the effects of material properties and input factors, for example the forms of pulses on dynamic buckling and the numerical results found in this work can be compared with those of other authors in the same line of research.

Keywords: buckling dynamic, stiffened panel, finite element method, vibration

Geometrically non-linear free vibration of rectangular plates simply supported at two opposite edges and connected by distributed translational and rotational springs at the two other edges

240372

A. Babahammou¹, R. Benamar²

¹ University Mohammed V in Rabat E.M.I., BP 765, Rabat, Morocco
ahmedbabahammou@gmail.com

² University Mohammed V in Rabat E.M.I., BP 765, Rabat, Morocco
rhalil.benamar@gmail.com

A complementary study of the works available on geometrically non-linear rectangular plate vibrations is presented, corresponding to a new combination of edge conditions,



involving edges elastically supported. In addition to its theoretical interest, this study may be of a crucial importance in experimental identification. A plate SS at two opposite edges and connected by distributed translational and rotational springs (DTRS) at the two other edges is examined using trial functions defined as products of appropriate beam functions in the x and y directions. The general formulation of the non-linear problem, based on Hamilton's principle and spectral analysis, is presented, followed by a case study, leading to the backbone curves for plates having different combinations of stiffness and aspect ratios.

Keywords: rectangular plates, nonlinear vibration, elastically restrained support, Hamilton principle, mode shapes, backbone curves, single mode approach

Utilisation des vecteurs de ritz dans le comportement dynamique des ponts à haubans 236214

M. Ouanani^{1,2}, B. Tiliouine², S. Belkacemi², S. Lakehal²

¹ Université de Djelfa, Faculté des Sciences et de la Technologie, Route de Moudjbara, 17000 Djelfa, Algérie

² Laboratoire de Génie Sismique et de Dynamique des Structures, Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie

Dans la présente étude, un modèle numérique tridimensionnel du pont de Mila, l'un des premiers ponts à haubans construits en Algérie, est développé en vue d'appréhender le comportement en vibration libre 3-D des ponts construits par encorbellements successifs et les particularités de leur modélisation.

Deux techniques de résolution sont utilisées pour la résolution des problèmes de dynamique des structures. La technique de superposition des modes propres et la technique de superposition des modes de Ritz ; basée sur un algorithme très performant, permettant la génération systématique des vecteurs orthogonaux de Ritz dépendant du chargement. Les caractéristiques modales 3-D des vibrations verticales, longitudinales, latérale et torsionnelles des modes supérieurs symétriques et antisymétriques du pont haubané de Mila calculées par les deux approches, sont ensuite identifiées et discutées.

Mots-Clés : pont à hauban, modélisation 3-D par M.E.F., vecteurs propres, vecteurs de Ritz, caractéristiques dynamiques, réponse sismique

Dynamique des systèmes mécaniques avec l'utilisation d'un schéma d'intégration temporelle 232880

R. Kouli, S. Mamouri, F. Hmadi

Université Tahri Mohammed -Bechar, L2ME, Algérie
redouane.koulli@gmail.com

Les simulations numériques par éléments finis de structures en régime dynamique utilisant des schémas d'intégration temporelle implicites à un pas nécessitent de filtrer les hautes fréquences parasites qui perturbent la réponse calculée. Ces dix dernières années, des auteurs ont proposé différents schémas d'intégration implicites à amortissement contrôlable. L'étude et l'analyse de comportement dynamique des systèmes méca-



niques, est primordiale afin de s'assurer du bon fonctionnement de ces derniers. Nous présentons les résultats de l'étude de la consistance et de la stabilité du schéma de **Newmark** et **Bathe** dans les cas linéaires.

Mots-Clés : dynamique, éléments finis, intégration temporelle, Newmark, Bathe

T3 : Matériaux solides et composites

Effect of curing temperature on compressive strength of high volume fly ash mortar 259496

L. Rida, A. Hafidi Alaoui

*Laboratory of Mechanics & Civil engineering, Department of Physics-Faculty of Science & Technology (FST) of Tangier, Abdelmalek Essaadi University (AEU), Morocco
Loubaba.rida@gmail.com*

In this paper, we present an experimental research work about improving the compressive strength of high volume fly ash mortar by using curing treatment. Indeed, we targeted the curing temperature effect on mechanical proprieties. The cement was replaced with 50% and 80% of class F fly ash. The samples were cured by using three treatment methods: hot water curing (60°C), normal water curing (20°C) and air curing. The test results indicated that for the high temperature, the mechanical strength of both replacements improves.

Keywords: fly ash, class F, mortar, curing temperature, cement, waste

An experimental study of nonlinear behavior of Graphite/Epoxy laminate in a three-point bending test 251754

M. Bellahkim, Y. Benbouras, A. Maziri, El Hassan Mallil, J. Echaabi

Équipe de Recherche Appliquée sur les Polymères, Département de Génie Mécanique, ENSEM, Université Hassan II de Casablanca BP 8118, Oasis, Casablanca, Maroc

In this work, we present an experimental study of behavior for carbon/epoxy woven laminates under a three point bending test by varying the distance between the supports and the geometrical dimensions of the specimens. This study has allowed us to confirm the relationship between the behavior of the specimens and the span-to-depth ratio (l/h). Finally, the succession of the failure and the failure mode has been followed and identified in detail.

Keywords: three, point bending test, graphite, epoxy composite, woven laminate, linear and nonlinear behavior



Effect of partial substitution of dune sand by crystalline slag aggregates on mortar performance

242094

M. Maza^{1,*}, N. Tebbal², Z. Rahmouni^{1,**}

¹ Geomaterials Development Laboratory, Civil Engineering Department, Faculty of Technology, M'sila University, M'sila (28000), Algeria

* mekkimaza57@yahoo.fr, ** rahmouniz@gmail.com

² Geomaterials Development Laboratory, Institute of Urban Management Techniques, M'sila University, M'sila (28000), Algeria

tebbalnadia@yahoo.fr

The recovery of industrial waste as a substitute material will help safeguard a large part of natural resources and protect the environment. In this study we have sought to use crushed crystalline slag blast furnace in the manufacture of high performance mortars. Three types of mortar mix with crystallized slag were prepared; 15%, 20% and 25% slag and a control mortar without crystallized slag. The characterization of these mortars was made from their mechanical properties.

The experimental results showed a beneficial effect related to the percentage of crystallized slag used in mortars. As well as improvements in the mechanical performance of mortars containing 15% slag gravel were recorded.

Keywords: mortar, mechanical resistance, crystallized slag, superplasticizer

Mechanical properties of compressed and stabilized cement blocks, white sawdust and yellow sawdust

240939

J. Hakana¹, J.R. Maché², A. Balo Madi², G.E. Ntamack¹,

S. Charif D'Ouazzane³

¹ GMMA: Group of Mechanics, Materials and Acoustics, GMMA, Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Ngaoundéré B.P. 454 Ngaoundéré, Cameroon

² Local Materials Promotion Authority (MIPROMALO), P.O. BOX 2396, Yaounde, Cameroon

³ LMTM: Laboratoire de Mécanique, Thermique et Matériaux, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Rabat, ENSM, B.P. 753 Rabat, Maroc

The purpose of this work is to highlight the materials that have been used for a long time in housing construction in North Cameroon. For this purpose we carried out tests which allowed us to determine the compressive strength of the blocks of earth compressed and stabilized with cement, white sawdust and yellow sawdust and unstabilized blocks. We then determined the limit deformations that these blocks undergo as a result of progressive loading, which allowed us to calculate their elasticity and to evaluate their damage.

Keywords: earth, compressive strength, boundary deformations, cement, white sawdust, yellow sawdust, elasticity, damage



**Analyse de la prédition de la durée de vie du joint de brasure
dans les boîtiers BGA sous chargement mécanique cyclique**

240618

Z. Elhaddad, O. Bendaou, L. El Bakkali

*Equipe M2SM, UAE/E28FS-Faculté des sciences de Tétouan, Université Abdelmalek Essaâdi
zakaria_elhaddad@hotmail.fr*

Dans cette étude, une simulation par éléments finis tridimensionnels utilisant ANSYS APDL sur des joints de brasure dans un boîtier (BGA) sous test de flexion mécanique cyclique a été exécutée pour prédire la durée de vie en fatigue du joint de brasure. Pour prédire ce dernier, nous divisons notre analyse de simulation en trois parties comme suit : Premièrement : l'analyse par éléments finis en trois dimensions pour calculer l'ensemble de rigidité et les valeurs de déformation imposées.

Deuxièmement : fluage conjoint unidimensionnel et analyse de déformation plastique indépendante du temps sous contrainte de flexions cycliques mécaniques pour le calcul de l'énergie de déformation inélastique.

Et enfin, l'analyse de la prévision de la durée de vie.

Mots-Clés : joints de brasure, boîtier BGA, déformation plastique, durée de vie

**Effect of the retarder adjuvant on the mechanical properties
of a mortar subjected to high temperatures**

240273

N. Tebbal¹, Z. Rahmouni², S. Ait Yahia³

¹ Geomaterials Development Laboratory, Institute of Urban Management Techniques, M'sila University, M'sila (28000), Algeria
nadia.tebbal@univ-msila.dz

² Geomaterials Development Laboratory, Civil Engineering Department, Faculty of Technology, M'sila University, M'sila (28000), Algeria
zineelabidine.rahmouni@univ-msila.dz

³ Laboratory of Materials, Hydrology, Djillali Liabes University of Sidi Bel Abbes, Algeria
aityahiasiham@yahoo.fr

This research work includes an experimental investigation of the effect of high temperatures on the mechanical and physical properties of mortars formulated with an adjuvant. The mortar was exposed to three high temperature levels (200, 400 and 600 °C with a rise in temperature of 10 °C/min, without any load imposed during heating. A retarder was used; the mechanical properties of the mortar were studied at different high temperatures. The results showed a reduction of the properties studied by different rates for the adjuvant and for each temperature, the decrease was very limited at a temperature up to (200 °C) but was clear between (400–600 °C).

Keywords: mortar, mechanical resistance, temperature, a retarder adjuvant



High performance sandcrete (HPS)

240270

D. Benamara¹, N. Tebba², Z. Rahmouni³

¹ Civil Engineering Laboratory, Ziane Achour University, BP 3117, 17000 Djelfa, Algeria
benamaradilila2018@gmail.com

² Geomaterials Development Laboratory, Institute of Urban Management Techniques, M'sila University, M'sila (28000), Algeria
nadia.tebba@univ-msila.dz

³ Geomaterials Development Laboratory, Civil Engineering Department, Faculty of Technology, M'sila University, M'sila (28000), Algeria
zineelabidine.rahmouni@univ-msila.dz

High performance sandcrete (HPS) are new concretes characterized by particles having a diameter less than 5 mm, as well as very high mechanical strength and durability. This work consists in finding solutions to make sandcretes with good physico-mechanical and durability properties for this new generation of micro-concrete. However, upgrading ordinary sandcrete into high performance sandcrete (HPS) requires a thorough study of formulation parameters (equivalent water/binder ratio, type of cement and its dosage, kind and amount of superplasticizer, and gravel/sand ratio).

This research study concerns the formulation, characterization and durability, in a sulphate environment, of a high performance sandcrete (HPS), made from local materials.

Keywords: HPS, additif, formulation, résistance mécanique, durabilité

Mussel shell uses in concretes and mortars-a review-

237852

M. El Biriane¹, M. Barbachi¹, A. Imad²

¹ Laboratory of Mechanics, Energy and Environment Processes (LMPEE), National School of Applied Sciences, Agadir, Morocco
mohamed.elbiriane@edu.uiz.ac.ma

² Laboratory of Mechanics Lille, Polytech Lille, Paul Langevin Avenue - 59655 Villeneuve d'Ascq cedex, France
abdellatif.imad@polytech-lille.fr

Concrete is a composite material consisting essentially of aggregates bonded by an hydraulic binder. It is one of the most commonly used materials on earth. The concrete industry generates negative effects on the environment, particularly during cement production, which is accompanied by the rejection of greenhouse gases. As a result, several scientific studies have been carried out to develop new so-called ecological or eco-friendly concretes.

This paper aims to provide a summary of the various scientific studies that have examined the use of mussel shells as a building material in concrete and mortar. The development of this eco-material required a characterization of its physical, chemical, mechanical and thermal properties based on a series of laboratory tests. It is also examined how the incorporation of this shell waste influences the properties of the formulated composites.

Keywords: concrete, mortar, mussel shell waste, physical, chemical and mechanical characteristics, thermal characteristics

Conception innovante d'un moule rtm pour l'industrie automobile

237512

A. Ouezgan*, S. Adima, A. Maziri, E. Mallil, J. Echaabi

Équipe de Recherche Appliquée sur les Polymères, Département de Génie Mécanique, ENSEM, Université Hassan II De Casablanca, BP 8118, Oasis, Casablanca, Maroc

* Ahmedouezgan@gmail.com

Le moulage par transfert de résine (RTM) est le procédé le plus reconnu de la famille de moulage des composites par voie liquide (LCM). Malgré ses nombreux avantages, l'application de ce procédé dans le secteur automobile reste limitée à cause des exigences et des contraintes dictées par ce domaine. L'objectif de cet article est de proposer et discuter une conception innovante du moule RTM destinée au secteur automobile. L'innovation est obtenue par l'application de la théorie TRIZ (théorie de la résolution de problèmes inventifs), qui permet d'éliminer les liens conflictuels existant entre les exigences de ce secteur.

Mots-Clés : RTM, LCM, TRIZ, automobile

Static analysis of porous functionally graded plates (FG) using refined order shear deformation theory

232927

S. Merdaci¹, A. Hadj Mostefa², H. Belghoul³

¹ Laboratoire des Structures et Matériaux Avancés dans le Génie Civil et Travaux Publics, Département de GC&TP, Université Djillali Liabès, Sidi Bel Abbès, Algérie

² Laboratoire des Matériaux Procédés et environnement (URMPE) université de Boumerdes, Département de Génie Civil, Institut des Sciences & Technologie, Centre universitaire de Relizane

³ Laboratoire de Mécanique Physique des Matériaux (LMPM), Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès

The bending responses of porous functionally graded (FG) thick rectangular and square plates are investigated according to a refined order shear-deformation theory. Both the effect of shear strain and normal deformation are included in the present theory and so it does not need any shear correction factor. The equilibrium equations according to the porous FG plates are derived. The solution of the problem is derived by using Navier's technique. Numerical results have been reported, and compared with those available in the open literature for non-porous plates. Effects of the exponent graded and porosity factors are investigated.

Keywords: functionally graded, bending, refined order theory, porosity, plates

Mechanical properties and durability of lime mortar using aggregate made from phosphogypsum and steel mill slag

231721

A. Harrou¹, S. Oumnih^{1,2}, E. Gharibi¹, N. Bekkouch^{2,3}, K. El Hamouti³, N. Fagel², M. El Ouahabi²

¹ Laboratory of Mineral and Analytical Solid Chemistry, Faculty of Sciences, Mohamed I University, Oujda, P.O. Box 60000, Morocco

² UR Argile, Géochimie et Environnement sédimentaires (AGEs), Département de Géologie, Quartier Agora, Bâtiment B18, Allée du six Aout, 14, Sart-Tilman, Université de Liège, B-4000, Belgium

³ Département de Géologie, Faculty of Sciences, University Mohammed first, Oujda, Morocco. P.O. Box 60000

The present investigation deals with the utilization of phosphogypsum and steel mill slag combined with lime and raw bentonite as a cementitious material used for road construction and durability of mortar.

The result reveals that the stabilization of bentonite by lime enhances mechanical strength of the material, mainly due to the alkaline environment promoting the formation of aluminates and silicates found in Portland cement. Additionally, the addition of phosphogypsum increases the compressive strength by 7 times, with an increase of 20% compared to lime-bentonite aggregate. This is partially due to stratingite formation, obtained by reaction of CAH10 with C-S-H. The steel mill slag further increases this compressive strength by 10 times, because the occurrence of dicalcium silicate and metal flakes.

Keywords: phosphogypsum, mechanical strength, steel mill slag, bentonite, lime, ciment

T5 : Rupture et fatigue des matériaux

Influence des défauts combinés sur le comportement mécanique des éprouvettes en ABS

259519

A. En-naji^{1,*}, N. Mouhib^{1,2}, M. Lahlou¹, M. El Ghorba¹

¹ Laboratory of Control and Mechanical Characterization of Materials and Structures, National Higher School of Electricity and Mechanics, BP 8118 Oasis, Hassan II University, Casablanca, Morocco

² ISEM/Higer Institute of Maritims Studies, Km 7 Road El Jadida Casablanca, Morocco

Dans la présente étude, la discontinuité géométrique dans le matériau a été identifiée comme étant un mécanisme morphologique responsable de la détérioration mécanique de l'ABS, sous une sollicitation uni-axiale. De ce fait, l'objectif principal de cet article est d'évaluer l'influence des défauts combiné sur le comportement mécanique de la structure par le biais d'une étude du dommage – fiabilité, de comparer l'effet de dommage statique et unifié et son impact pour juger la nature d'intervention en cas des incidences, afin de prédire la durée de vie des équipements et par la suite la planification de la maintenance prédictive des installations industrielles.

Mots-Clés : ABS, damage, tensile tests, mechanical behavior, reliability



Numerical simulation of the interaction of two parallel edge cracks

243479

K. Nasri^{1,2,*}, Z. Zenasni³, M. Zenasni²

¹ LSCD, FSO, Tetouan, 93030, Maroc

² LM2N, EMCS, BP 669, ENSA, 60000, OUJDA

³ Laboratoire des Sciences et Métiers de l'Ingénieur, ENSAM, Meknès

In the present work, the eXtended Finite Element Method (XFEM) is used to study the interaction phenomenon between two edge cracks and the parameters governing their behavior in infinite plate. X-FEM is implemented in ABAQUS software using Python code. The XFEM method proved to be an adequate method for stress intensity factor computation, and, furthermore, no remeshing is required for crack growth simulations. To analyse the interaction effect between two cracks and elucidate the parameters that govern the growth and the path of these cracks in a mono-material. A study of interaction between two cracks is conducted for several transverse displacement of the crack. The effect of the longitudinal displacement is also studied.

Keywords: XFEM, Interaction, SIF, Two cracks

Mechanical behavior of wood subjected to mode II fracture: application on Thuja of Morocco and Eucalyptus Grandis

242701

A. Saoud¹, A. El Amri, M. Ziani¹, Kh. Kimakh¹, M. Chergui^{1,2}, M. Elmatar³

¹ LCCMMS, ENSEM, Université Hassan II, Casablanca

² Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (INSAP)

³ Centre Technique d'Industrie du Bois et d'Ameublement (CTIBA)

Shear strength is one of the properties often used to qualify a wood species for use in industry. However, until then there is no standardized test that can understand this phenomenon. In our work, we adopted a new approach to study the behavior of wood material subjected to mode II of rupture, to be done, we designed and realized a new prototype of a specimen of wood, which we tested within our laboratory. Where we have been able to observe that the propagation of the crack in our case is stable which gives rise to an evaluation of the rupture until separation by shearing of the specimen in the single longitudinal plane. A series of tests were carried out on two species, Thuja (*Tetraclinis Articulata* (Vahl) Masters) and *Eucalyptus Grandis* as test material obtain the typical recording of the displacement displacement curve, which allowed us to determine a parameter considered important in the linear fracture mechanics: The GIIC mode II initiation fracture toughness and this by using the criterion of IRWIN KIES as well as the method of complacency.

Keywords: shear, mode II, rupture



**Investigation métallurgique de la rupture des réchauffeurs d'air
Ljungström dans une centrale thermique**

241272

M.R. Kabiri¹, I. Benmoussa¹, R. Saadani²

¹ Laboratoire Sciences et Métiers de l'ingénieur, ENSAM, Meknès
r.kabiri@ensam-umi.ac.ma

² Laboratoire des études des matériaux avancées et applications, EST, Meknès
rachidsaadani@gmail.com

L'amélioration du rendement réel des centrales thermiques disposées par l'ONEE oblige le groupe à pousser les études pour éliminer les causes de leurs dégradations. A cet effet, une phase préliminaire a été réalisée afin d'analyser les conditions actuelles de fonctionnements des réchauffeurs d'air. Celles qui nous ont permis – à partir des analyses et des examens appropriés – de mener un diagnostic des causes de l'encrassement des RALJs responsables de la dégradation de ces derniers. A l'aide d'une modélisation de fonctionnement des réchauffeurs en mode normal et poussé, nous avons décortiqué les problèmes de dégradations des RALJs, tout en identifiant les causes les plus dangereuses.

Mots-Clés : réchauffeur RALJ, dégradation, corrosion fissuration, rupture

Fatigue limit of wire rope (19*7) and its components

240541

A. Jikal^{1,2}, H. Chaffoui¹, M. El Ghorba²

¹ Laboratory of Atmosphere's Physics and Modeling, FST Mohammedia, Hassan II University of Casablanca, BP 146, Mohammedia, Morocco

² Laboratory of Control and Mechanical Characterization of Materials and Structures, National Higher School of Electricity and Mechanics (ENSEM), Hassan II University of Casablanca, B.P 8118 Oasis, Casablanca, Morocco

This study presents a new approach to predict the lifetime of a steel wire rope and its components (wire, strand) under static load. The evolution of wire rope damage is monitored, based on experimental tensile tests carried out on virgin and other corroded samples at different levels of corrosion. Furthermore, the effect of corrosion on the fatigue limit is studied from (S-N) fatigue curves. The main results are compared with experimental. This approach enables to predict the useful life service of this structure and to deposit it at the appropriate time.

Keywords: wire rope, effect of corrosion, damage, tensile tests, lifetime, fatigue curves

Fatigue damage study of aircraft composite materials by finite element approach

240504

M. El Moufari, O. Bendaou, L. El Bakkali

Modeling and Simulation of Mechanical Systems Laboratory, Abdelmalek Essaadi University, Faculty of Sciences, Tetouan, Morocco



The main goal of this work is to understand and analyze more closely the specific progressive damage mechanisms that occur under fatigue loadings of composite structures used in aeronautics. For this purpose, a study of different types of existing models in the literature is necessary. And as a contribution, a finite element model is constructed based on continuum damage mechanics concepts and damage accumulation models to evaluate the degradation of composite material properties under fatigue loading.

Keywords: fatigue, finite elements method, composite material, damage

Modélisation et simulation de la propagation de fissures de fatigue dans un tuyau en acier inoxydable austénitique soumis à une pression interne uniforme

239908

M. Azouggagh¹, A. Nebgui, O. Oussouaddi², M. Haterbouch³, A. Zeghloul

¹ LEM2A, Faculté des Sciences de Meknès, Université Moulay Ismaïl, Maroc

² MAA, ENSAM, ENSAM de Meknès, Université Moulay Ismaïl, Maroc

³ LEM3 UMR CNRS N° 7239, Université de Lorraine - Metz, 57045, France

Ce travail a pour objectif d'étudier la vitesse de propagation des fissures de fatigue dans un tube en acier inoxydable austénitique de type 304L soumis à une pression interne uniforme et pour différentes valeurs de la température. Pour quantifier l'endommagement par fatigue, un modèle associant la densité d'énergie et le modèle du plan critique a été adopté. Le comportement cyclique du matériau est décrit par le modèle de Lemaitre-Chaboche qui associe l'écrouissage isotrope et cinématique non linéaire. Ce modèle a été implémenté dans le code de calcul par éléments finis ABAQUS/Standard pour différentes valeurs de la température supposée uniforme dans l'épaisseur du tube. Dans une première étape où le comportement du matériau est considéré élastique, les résultats des simulations ont été utilisés pour déterminer le Facteur d'Intensité de Contraintes. Dans une seconde étape, où le comportement du matériau est considéré élastoplastique, nous avons déterminé la vitesse de propagation des fissures de fatigue. L'influence de la température sur le comportement du tube, L'influence de la température sur la vitesse de propagation des fissures a été également étudiée.

Mots-Clés : propagation de fissure, fatigue oligocyclique, acier inoxydable, FEM, facteur d'intensité de contraintes

Thougness of quasi-brittle materials. Application : Concrete C0.7

237809

H. Chbani¹, El Mostapha Boudlal², M. Barakat², M. Chergui¹

¹ Ecole nationale supérieure d'électricité et de mécanique ENSEM, Route d'El Jadida, km 7, BP : 8118, Oasis, Casablanca, Maroc

² Institut supérieur d'études maritimes, Km 7 Route d'El Jadida, Casablanca, Maroc

Dans cet article nous traçons la courbe R afin de déterminer le facteur d'intensité de contrainte critique ainsi l'évolution de la fissure en précisant les stades où il y a un arrêt de la fissuration, propagation stable, et propagation instable. La courbe R est obtenu à



partir de la courbe liant l'écartement des lèvres de la fissure à la charge appliquée sur des éprouvettes prismatiques entaillées latéralement (SENB) normalisées par ASTM. Ces éprouvettes sont fabriquées en béton de résistance à la compression égale 25 MPa, et soumises à une flexion trois points. Le rapport adimensionnel de la longueur initiale d'entaille et la largeur de l'éprouvette est comprise entre 0,3 et 0,6.

Mots-Clés : toughness, R-curve, CMOD, SENB, three-point bending

Study of the static damage of a specimen of acrylonitrile Butadiene Styrene pre-damaged under a static effect 237488

F. Sabah^{1,2}, A. Naji², A. Wahid^{1,2}, M. Elghorba², H. Chakir¹, K. Kartouni¹

¹ Laboratory, Condensed materials Department, Physics University, Hassan II ben m'sick, Morocco

² Laboratory of Control Caracterization Mechanics of materials and structurs, B.P 8118, Oasis-Route El Jadida, ENSEM / Casablanca, Morroco

Polymers have experienced a remarkable historical development and their use has greatly taxed in our civilization in a matter of decades gradually overtaking the most ancient materials. These polymer materials have always distinguished themselves by their simple formatting and inexpensive, their versatility lightness chemical stability but despite their widespread use both in everyday life and in advanced technologies, these materials are generally still very misunderstood which requires a thorough knowledge of their chemical, physical, rheological and mechanical. In this work, we focus on the characterization of an ABS plate under uni axial loading using the unified theory of damage.

Keywords: polymer, breakdown, damage, traction, ABS

Étude numérique du comportement d'une éprouvette (CT) en acier P265 GH 236734

M. Lahlou¹, N. Mouhib², M. Bechtaoui², M. El Ghorba¹

¹ École Nationale Supérieur d'Electricité et de Mécanique (ENSEM), Laboratoire de Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des Structures (LCCMMS), Casablanca, Maroc
lahloumohammed89@gmail.com

² Institut Supérieur d'Etudes Maritimes, Km 7 Route d'El Jadida, Casablanca, Maroc

La rupture brutale des pièces mécaniques a généralement lieu dans des zones où il y a concentration des contraintes, c'est à dire à la racine d'un défaut ou d'une entaille mécanique. L'effet de l'entaille se traduit généralement par une augmentation de la contrainte en fond de l'entaille. La répartition des contraintes n'est pas uniforme en particulier au voisinage immédiat du défaut. L'objectif de cet article est d'établir une modélisation numérique par éléments finis sur une éprouvette (CT) à l'aide du code de calcul CASTEM2013. Le matériau étudié est l'Acier P265GH utilisé couramment sous forme de tôle dans les chaudières et les appareils à pression.

Keywords: rupture, fissures, éléments finis, contraintes, facteur d'intensité de contrainte



Fatigue damage in fieldshapers used during electromagnetic welding processes at high frequency impulse current

236426

B. Saadouki¹, T. Sapanathan², P. Pelca³, M. Elghorba¹, M. Rachik²

¹ Laboratory of Control and Mechanical Characterization of Materials and Structures, National Higher School of Electricity and Mechanics, BP 8118 Oasis, Hassan II University, Casablanca, Morocco

bouchra.saadouki@gmail.com

² Sorbonne Universités, Université de Technologie de Compiègne, Laboratoire Roberval, CNRS UMR – 7337, Centre de Recherche Royallieu, CS 60319, 60203 Compiègne Cedex, France

³ Lebronze alloys – Bornel, 11 rue Ménillet, 60540 Bornel, France

Fieldshapers used in electromagnetic forming and welding processes are prone to have fatigue damage. During each test, impulse current passes through the coil that induces an eddy current cycle and a cyclic Lorentz force on the fieldshaper. Thus, the failure of the fieldshapers during service is associated with the cyclic loading conditions during a decaying high frequency electric current pulse. Various fatigue loading cases with input voltages of 6–8.5 kV were investigated to predict the influence of dynamic cyclic loading on the fatigue damage of Siclanic fieldshapers. This study provides a clear understanding of the fatigue damage due to electromagnetic loading and establishes a linear correlation to predict the life cycle for an input electric current.

Keywords: fatigue damage, fieldshaper, electromagnetic impulse, Siclanic

Reliability of CPVC material under the influence of temperature by the probabilistic system

235247

F. Gugouch¹, S. Sandabad², N. Mouhib³, M. El Ghorba⁴

¹ LCCMS, ENSEM, Hassan II University, Casablanca, Morocco
gugouch.f@gmail.com

² ISEM, Hassan II University, Casablanca, Morocco
sandabad.sandabad@gmail.com

³ ISEM, Hassan II University, Casablanca, Morocco
mouhib.nadia@gmail.com

⁴ LCCMS, ENSEM, Hassan II University, Casablanca, Morocco
medelghorba2@gmail.com

Our work consists in characterizing the CPVC and studying its mechanical behavior in order to make reliable the installations based on this material structures, CPVC is produced by adding more chlorine to the PVC molecule in order to raise the glass transition temperature of the base resin to the 115–135 °C range [1]. CPVC is thermoplastic polymer, this choice is due to the increasing consumption of plastics thanks to these interesting qualities; the CPVC is cheaper compared to metallic materials, its implementation is simple...; it stands out among the other polymers by the adaptation of use at low temperature and high temperature and it has better thermal insulation, which keeps the heat warm and avoid freezing cold, CPVC pipes can withstand higher pressures compared to PVC at 50 °C [2]. CPVC embrittle with the temperature and pressure exposure because of



appearance of heterogeneous new defects [3]. In this paper CPVC specimens was subjected to static tensile tests in a temperature range of -10°C to 95°C , the exploitation of the results of the tests by the probabilistic system allowed us to determine the mechanical properties of the CPVC and to follow the evolution of its damage to control the damage or degradation of CPVC installations, in order to predict its life, which is essential for the industrial sector, especially the maintenance department.

Keywords: CPVC, damage, static tensile tests, temperature, service life

Index of Authors

A

- Aalaoui Z. 43
Abakouy A. 64
Abalouch I. 91
Abbadi M. 13, 125
Abdelbaki A. 61, 105, 139
Abdellaoui H. 103
Abdoun F. 40
Abed A. 40
Abed-Meraim F. 86
Abellan M.-A. 115
Abou Elkacem Q. 103
Abouchadi H. 83, 113
Aboulissane B. 135, 137
Abouricha N. 145
Abourida B. 75
Aboussaleh M. 41
Abtal E. 69
Achak N. 119
Achenani Y. 68
Achoubir K. 74
Addou R. 70, 120
Adham A. 149
Adima S. 159
Admi Y. 106
Adnene B. 22
Agbodjan W.P. 70, 120
Aghzer S. 16
Aginagalde M. 90
Agounoun R. 32
Agouzoul M. 24, 93, 108
Agriss A. 108
Ahmed A. 39
Aifaoui N. 112
Aissaoui H. 56
Aissaoui L. 145
Ait Ben Ahmed A. 34
Ait El Fqih M. 69, 104, 151
Ait MSSAD A. 146
Ait Taleb A. 111
Ait Yahia S. 157
Ajgoun S. 109
Akdim S. 62
Akhzouz H. 103
Akourri O. 111
Al Korachi I. 64
Alaoui Moulay Ali 134
Ali Aljinaidi A. 32
Aljinaidi A. 29
Allouhi A. 146
Alouah M. 47
Amahmid A. 26, 47, 60, 89, 90
Ambari A. 99
Ameziane R. 114
Amimi M. 95
Amini Alaoui H. 150
Amrani N.B. 14
Amri A. 148
Aniss S. 50, 63, 64, 76, 77, 139
Ansari O. 46
Aouali K. 52
Arfaoui A. 63
Arinate M. 111
Aris A. 118, 150
Arjdal H. 88
Aroussy Y. 146
Asbik M. 139
Askour O. 86
Assarar M. 56, 84, 87
Assoul M. 63, 64
Atifi A. 92
Atlati S. 13, 120
Ayad R. 56, 84
Ayane R. 126
Azari Z. 7, 14, 58
Azelmad E. 121, 129, 132
Azouggagh M. 163
Azrar A. 32
Azrar L. 29, 40, 41, 70, 87
Azzez K. 115

B

- Babahammou A. 153
Bagar H. 73

- Bah A. 139
 Bahassou K. 129
 Bahi Y. 92
 Bahloul E. 56
 Bahrar B. 22, 119
 Bakkali A. 70
 Balo Madi A. 156
 Barakat M. 163
 Barbachi M. 158
 Barhdadi E.H. 129
 Barhoumi N. 115
 Barreau M. 14
 Bechtaoui M. 164
 Behamou J. 34
 Beji H. 28, 29
 Bekkouch N. 159
 Belaasilia Y. 58
 Belalia A. 14
 Belarche L. 75, 106
 Belfallah K. 53
 Belgada R. 143
 Belghoul H. 159
 Belhaou M. 57
 Belkacem Chebil S. 112
 Belkacemi S. 154
 Belkasmi E. 131
 Bellahkim M. 44, 155
 Belouettar S. 44
 Ben Abdallah M.A. 112
 Ben Aissa C. 115
 Ben Bettaieb M. 86
 Ben Cheikh Larbi A. 115
 Ben Hadid H. 49
 Ben Khalifa A. 85
 Ben Lenda O. 71
 Ben Smail Y. 83
 Benaji B. 114
 Benakrach H. 21
 Benamar R. 33, 39, 40, 153
 Benamara D. 158
 Benazzouk A. 28, 29
 Benbih H. 143
 Benbouras Y. 44, 155
 Bendaou O. 130, 157, 162
 Bendou A. 106
 Benmoussa I. 162
 Bensaid M. 112
 Bensalem W. 112
 Bentaleb M. 55, 146
 Bentis S. 75
 Benyza J. 76
 Benzaoui A. 78
 Bergheau J.-M. 115
 Berra El Mehdi 145
 Berroug F. 147
 Bezzazi M. 53
 Bhouri M. 30
 Bihiche K. 79
 Bonfoh N. 30
 Bossoufi B. 128
 Botton V. 34, 49, 78
 Bou-Ali M.M. 49
 Bou-Ali M. 6, 25, 89, 90
 Bouazaoui O. 132
 Boubel H. 153
 Boubeker B. 104
 Bouchâla K. 134
 Bouchgl J. 50, 63
 Boudaia E. 131
 Boudlal El Mostapha 163
 Boudounit H. 120
 Bougayr El Houssayne 147
 Bougoul S. 25
 Bouhaki L. 73
 Bouhfid R. 103
 Boukendil M. 61, 105
 Boukhattem L. 91
 Boukour M. 85
 Boulezhar A. 128
 Bounif K. 13
 Bounouib M. 22
 Bourdim A. 135
 Bourdim M. 135
 Bourich M. 26, 60
 Bourihane O. 33, 54, 104
 Bournot P. 141
 Boussaoui F. 57
 Boussen R. 31
 Bousshine L. 88, 99, 121, 129, 131, 132
 Boutabba S. 136
 Boutahari S. 137
 Bouzaid M. 46
 Bouzid A.-H. 58
 Braiek S. 85
 Braikat B. 33, 53, 54, 57, 58, 86, 110, 122,
 126
 Brunet Y. 72

C

Cambonie T. 49



Capodanno P. 151
Chaabane M. 115
Chadid Y. 131
Chaffouï H. 68, 162
Chahine C. 95
Chajdi M. 39
Chakir H. 15, 164
Chamat A. 34, 126
Champmartin S. 99
Channouf S. 142
Chaoufi J. 88, 134
Charif D’Ouezzane S. 3, 156
Chatri E. 21, 140
Chbani H. 163
Cheddadi A. 60, 68, 74, 105
Chergui M. 67, 161, 163
Chilali A. 84
Chouaf A. 16, 18, 67, 121, 132, 136
Chouha E. 18, 121
Chouiyakh H. 134, 152
Cordier L. 49, 50

D

Daghab H. 24
Dahani Y. 47, 90
Daher S. 28
Damil N. 17, 33, 53, 54, 58, 110, 126
Darnif H. 121
Daya A. 107
Dellagi S. 54
Denni C. 77
Derraz M.R. 85
Dhifelaoui H. 115
Diany M. 56
Dinzart F. 30
Djilali Beid M. 135
Dkiouak R. 84
Doghmi H. 75
Dogui A. 115
Douzane O. 144
Draoui A. 60
Dubert D. 49
Dubois F. 66

E

Ech-charqy Y. 138
Echaabi J. 44, 155, 159
Echchadli M. 64, 76
Ed-Din Fertahi S. 32

El Afif A. 73, 75, 90, 145
El Alami M. 106, 145
El Amine M. 111
El Amrani M. 152
El Amraoui A. 60
El Amri A. 161
El Bahouai J. 120, 135, 137
El Bakkali L. 130, 135, 137, 157, 162
El Bhilat H. 67, 122
El Bikri K. 32, 39, 92
El Biriane M. 158
El Bouazzaoui O. 16
El Bouhmidi A. 128, 153
El Gadarí M. 141
El Ganaoui M. 113
El Garouge S. 125, 133
El Ghorba M. 15, 68, 160, 162, 164, 165
El Ghoulabzouri A. 35
El Had K. 67, 122, 152
El Haiek D. 130, 135, 137
El Haj Tirari M. 114
El Hakimi A. 34, 126
El Hami A. 45
El Hamouti K. 159
El Haouzi A. 35, 127, 151
El Harti K. 55
El Jaouahiry A. 63, 64
El Jid R. 43
El Kabir S. 66
El Kadiri M. 40
EL Kaïmbillah A. 33
El kenzaoui M. 31
El Khelifi M. 117, 118
El Kissi N. 117
El Kouri M. 70
El Maani R. 110, 140
El Maati H. 152
El Mabchour F-E. 83
El Mahi A. 43
El Maliki A. 139
El Mamouni A. 84
El Mansouri A. 47, 89, 90
El Marrakchi K. 148
El Marzouki S. 102
El Maskouï Z. 18, 121, 130
El Minor Han. 102, 103, 125, 133
El Minor Has. 103
El Moufari M. 162
El Moumen A. 83, 102, 125, 133
El Moustaphaoui A. 67



El Moutaouakil L. 61
El Mrabti I. 126
El Omri A. 84, 85
El Otmani R. 107
El Ouahabi M. 159
El Ouatouati A. 52, 149
El-Hafad B. 106
El-Hamdani S. 106
Elabbassi Fz. 91
Elahrach K. 43
Elakkad A. 131
Elamerany K. 100
Elayachi I. 111
Elfahime B. 140
Elgadari M. 92, 140
Elghorba M. 15, 164, 165
Elhaddad Z. 157
Elharfi H. 24, 79
Eljamali L. 105
Eljaouahiry A. 63, 77
Elkadmiri R. 19
Elkhalfi A. 131
Elmaani R. 21
Elmadani S. 148
Elmaskaoui Z. 132
Elmatar M. 161
Elmrabet O. 153
Elouardi S. 110
Elouarzi A. 114
En-naji A. 160
Erchiqui F. 7, 69
Errarte A. 25, 90
Errouaiti M. 144
Essaadaoui K. 104
Es-Sadek M.Z. 22, 28
Essadiqi E. 134, 152
Essahli M. 138
Essaouini H. 151
Ettaouil A. 108
Ettohami M. 92

F

Fagel N. 159
Fakri N. 29, 32
Fantasse Az. 147
Fantozzi G. 68
Faqir M. 134, 152
Faraji H. 106
Faraji M. 106

Fathi Ghanameh M. 134
Fatmaoui H. 134
Feddaoui M. 147
Fihri-Fassi H. 43
Filahi I. 26, 47
Fouaidi M. 122
Fouathia A. 133
Funschilling P. 26

G

Gaci M. 133
Galassi S. 19
Garambois P.A. 64
Gavalda F. 49
Ghanameh M.F. 152
Gharibi E. 159
Ghenaim A. 64
Ghennioui A. 52, 149
Ghorbel E. 5, 102
Guenbour A. 31
Gueraoui K. 119, 143
Guessab A. 118, 150
Gugouch F. 165
Gziri H. 138

H

Haboubi K. 129
Hachim A. 67, 122
Hachimi M. 100, 101
Haddar M. 52
Haddout Y. 61
Hadj Mostefa A. 159
Hafidi Alaoui A. 155
Haiek M. 17
Haimoud H. 77
Hairch Y. 90
Hajjaji A. 31
Hakana J. 156
Hamadaoui A. 58
Hamadou-Ali M. 28
Hamdani H. 45
Hamdani M. 40
Hamdaoui A. 53, 122, 126
Hamdoun O. 130, 135
Hamid H. 62
Hamidi M. 41
Hammadi F. 56, 87
Hammadiche M. 76
Hamza H. 89



Hamzaoui I. 78
Hanchi N. 62, 89
Hannawi K. 120
Hannawi Salmo K. 70
Hariri S. 13
Hariss S. 128, 146
Harrou A. 159
Hasnaoui M. 26, 47, 60, 73, 89, 90, 93
Haterbouch M. 120, 163
Hattaf R. 109
Hazim S. 52, 149
Hechmi K. 22
Henry D. 49, 78
Hermama C. 139
Hifdi A. 50, 65, 76
Hilal M. 140
Hilali Y. 104
Hissouf M. 147
Hmimou A. 101
Hmmedi F. 154

I

Ibnlfassi A. 148
Ibourk El Idrissi R. 121, 132
Ichchou M.N. 39
Idiri M. 104
Idlimam A. 147
Idmoussa R. 89
Iken O. 32
Imad A. 83, 125, 158

J

Jabrali A. 94
Jalal S. 130
Jalal S.E. 18, 121
Jalid A. 28, 129, 137
Jamal B. 105
Jamal M. 33, 53, 54, 58, 122
Jamaeddine A. 127
Jami M. 34, 142
Jammoukh M. 69
Janan M.T. 149
Janati K.I. 131
Jbara O. 71
Jenkal H. 128, 146
Jihani Y. 149
Jikal A. 68, 162
Joanny J.-F. 4

K

Köhler W. 25
Kaba S. 74
Kabiri M.R. 47, 162
Kabiri R. 13
Kacem N. 52
Kaddiri M. 24, 79, 144
Kadiri I. 32
Kadja M. 113
Kanit T. 72
Kartouni K. 164
Kassid F. 129
Kebir H. 84
Kerhervé F. 50
Kerkour-El Miad A. 17
Kerkour-El Miad Ai. 17
Khaddach N. 63
Khalil S. 58
Khamlich A. 53, 153
Khatyr R. 94, 109
Khemili I. 112
Khelifi K. 115
Khrifou A. 130
Khrouf F. 136
Kibbou E. 54
Kimakh Kh. 16, 67, 161
Kissi B. 35, 69, 71, 127, 151
Kouhila M. 147
Kouli R. 154
Kourta A. 23, 63
Koutsawa Y. 44
Kumar N. 50

L

Lachheb A. 47
Lafdaili Z. 106
Lafdi K. 102
Laghzale N. 57
Laghzale N. Eddine 58
Lagra A. 26
Lahbab S. 139
Lahjomri J. 61, 62, 89
Lahjouji I. 141
Lahlou K. 99
Lahlou M. 17, 160, 164
Lahlou N. 48, 109
Lahlou S. 48
Lahmam H. 57
Lahmer E.B. 106



Lahrech N. 114
Lahyani F. 84
Lairgi L. 107
Lakehal S. 154
Lakhal El Khadir 147
Lakhal L. 72
Laksimi A. 111
Lamharrar A. 147
Lamine M. 65, 76
Lamrhari M. 41
Lamsaadi M. 24, 79, 148
Lapeira E. 49
Lapusta Y. 66
Lartiges B. 26
Lashab H. 114
Lilane A. 128, 146
Limam A. 28, 125
Liu Y. 64
Lmai F. 83

M

Maazouzi W. 22
Mabrouki M. 56
Mabsate El Mostafa 149
Mabssout M. 45
Maché J.R. 156
Mada M. 134
Mahjoub Said N. 141
Mahmoud H. 46
Majdouline I. 54
Makayssi T. 144
Makradi A. 44
Mallil E. 16, 44, 159
Mallil El Hassan 155
Mamou M. 60
Mamouri S. 154
Mandili B. 144
Mansour A. 26, 60
Mansouri K. 69
Mansouri M. 93, 145
Manyo J.A. 87
Marcoux M. 100
Martínez J. 39
Maslouhi A. 100, 101
Maslouhi Ab. 99
Maza M. 156
Mazellier N. 23
Maziri A. 44, 155, 159
Mazouzi M. 130

Mechighel F. 113
Meddah B. 114
Medjahed D.M. 118
Mehdari A. 93
Merdaci S. 159
Merzoud M. 29
Mesmoudi S. 104, 110
Meziani S. 133
Mezrab A. 34, 106, 142
Mhada K. 104
Mhiri H. 141
Mialdun A. 25
Mikdam A. 44
Millet S. 78
Miralles S. 49
Mohri F. 33
Mojtabi K. 4
Monssif N. 147
Mordane S. 51, 139
Mouda M. 117
Moudjed B. 49
Moufki A. 54
Mouhat O. 128, 153
Mouhib N. 15, 160, 164, 165
Mouhib T. 93
Mouhsin N. 46
Moujibi N. 137
Moulai-Khatir D. 137
Moulay Abdelali H. 33
Mouâa A. 58
Mouqallid M. 21, 140
Moussa R. 109
Moussaoui M.A. 106
Moustachi O. 40
Moutou Pitti R. 66
Mouzori S. 17
Mrabet E. 52
Mrani I. 71, 73
Mzali F. 30
Mzerd A. 143

N

Naïmi M. 79, 148
Naasse S. 95
Nabhani M. 117, 118
Naciri J.K. 21, 109
Nader K. 19
Naimi M. 24
Naji A. 164



Najid K. 143
Nasri K. 120, 161
Nassraoui M. 68
Nebgui A. 163
Niagui M. 61
Niazi A. 127
Noreddine A. 135
Nouari M. 13, 66, 152
Noureddine B. 52
Ntamack G.E. 52, 87, 156

O

Othmani M. 136
Ouanani M. 154
Ouardi A. 15
Ouazzani M.T. 5, 48, 60, 74, 77, 94, 109, 114
Oubarra A. 61, 62, 89, 139
Oubenmoh S. 146
Oubre M. 46, 129
Ouda A. 21, 140
Ouezgan A. 159
Ouhni S. 88
Oukhlef A. 99
Oumnih S. 159
Ourghi R. 43
Oussouaddi O. 125, 163
Ouzaouit M. 75
Ouzizi A. 40

P

Pateyron B. 113
Pelca P. 165
Potier-Ferry M. 86

Q

Qanza H. 100, 101
Quintard M. 100

R

Rachid H. 94
Rachik A. 50
Rachik M. 165
Radhouane A. 141
Radi B. 45, 68, 110, 142
Radouani M. 141
Raffak T. 93
Raghay S. 24

Rahmoune M. 13, 32, 41, 47, 55, 73, 92, 146
Rahmoune Med. 55
Rahmoune M. 152
Rahmouni Z. 156–158
Rahoui A. 43
Rahui S. 132
Rammane M. 110
Recho N. 66
Rida L. 155
Riyad Y. 71
Rizk M. 117
Rougui M. 128, 153
Ruiz X. 49

S

Sââdaoui M. 68
Saad E. 71
Saadani R. 47, 55, 73, 146, 162
Saadi N. 125
Saadouki B. 165
Sabah F. 15, 164
Sabar H. 30
Sahlaoui Z. 51
Saïfaoui D. 120, 146
Saintis L. 14
Sakami S. 91
Sakim A. 117, 118
Salençon J. 3
Salhi N. 64
Salih A. 129
Sallaou M. 13, 111
Salmi A. 99
Salmi H. 67, 122
Sanbi M. 55
Sandabad S. 165
Sannad M. 75
Saoud A. 16, 161
Sapanathan T. 165
Sarsri D. 14, 17, 19, 41, 56
Schraml M. 25
Sedra Moulay B. 114
Sehaqui R. 48, 105, 143, 150
Selvam R. 13
Sennoune M. 93, 145
Serroukh H.K. 45
Şeta B. 49
Shevtsova V. 25
Si Youcef Y. 127
Skali Lami S. 26, 108



Smaini Z. 87
Smily J. 142
Souhar M. 26, 50

T

Taha-Janan M. 21, 22, 43, 46, 52, 83, 113, 118
Tahir Y. 32
Tahiri M. 53
Tahiri O. 137
Tamani M. 22
Tamoh K. 100
Taoufik J. 114
Taqi M. 144
Tara A. 71
Tarmaoui M. 102, 120, 92, 125, 133
Tassi N. 29
Tebbal N. 156–158
Tempesta G. 18, 19
Terfous A. 64
Tiliouine B. 154
Timesli A. 19, 35
Touache A. 34, 126
Tougui T. 88
Tounsi N. 126
Touzani M. 107
Touzani S. 74
Tri A. 86, 110

V

Varon E. 23
Verga A. 6

W

Wahid A. 15, 164

Y

Yaagoubi H. 113
Yahya R. 127
Yallese M.A. 136

Z

Zaghari H. 111
Zahouani H. 115
Zahrouri H. 86
Zair F. 21, 140
Zaki S. 41
Zarbane K. 136
Zarrouk R. 152
Zeghloul A. 163
Zenasni M. 70, 120, 161
Zenasni M. 152
Zenasni Z. 70, 120, 161
Zergoune Z. 52
Zeriab Es-Sadek M. 83
Zeroual S. 25
Zerrouki R. 28
Ziani M. 161
Zidi M. 85
Zitoune R. 85
Zniber K. 62
Zouari W. 56, 84, 87
Zougari A. 39
Zrikem Z. 46, 61, 105