

People's Democratic Republic of
Algeria

Ministry of Higher Education and
Scientific Research

Ferhat Abbas, Setif 1 University
Institute of Optics and Precision
Mechanics



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة فرحات عباس سطيف 1
معهد البصريات و ميكانيك الدقة

Abstracts book

3rd International Conference on Mechanics and
Materials

ICMM'2019

11-12 November 2019. Setif, Algeria,

The 3rd Edition



Organized by

- Institute of Optics and Precision Mechanics

Ferhat Abbas, Setif 1 University, Setif, Algeria

International Conference On Mechanics and Materials

PREFACE

The Institute of Optics and Precision Mechanics of Ferhat Abbas University Setif 1, Algeria organizes the third International Conference on Mechanics and Materials ICMM2019. This conference brings together academics and industrials from all over the world. The aim of the conference is to provide an international forum for experts to promote, share, and discuss various issues and development in the field of Mechanics and Materials.



HONORY COMITEE

Honorary President:

Pr. Abdel Krim BENIAICHE
President of the University

Vice honorary President:

Pr. Nouredine BOUAOUADJA
Director of the Institute of Optics and Precision Mechanics

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman : Mr. Semchedine FEDALA

Vice Chairman: Pr. Mohamed HAMIDOUCHE

Members:

Pr. Abdelghani HARRAG
Dr. Housseem SELMANI
Dr. Abla GUECHI
Mr. Samir TEBBANE
Dr. Hind LAOUAMRI
Mr. Abbes OURAHMOUN
Mr. Nacim BENACHOUR

SCIENTIFIC COMMITTEE

Dr. Farouk BENALI President

Pr. Ahmed FELKAOUI Vice President

Members

1. Pr Fakher Chaari Tunisie
2. Pr Mohamed Haddar Tunisie
3. Dr Taissir Hentati Tunisie
4. Pr Didier Rémond France
5. Pr Mohamed El badaoui France
6. Dr Abdelazziz Lakehal U. Souk-Ahras
7. Pr Boualem Keskes U. Sétif
8. Pr Saci Benbahouche U. Sétif
9. Pr Saad Abedessalem U. Sétif
10. Pr Abdellatif Hamouda U. Sétif
11. Pr Rabie Khelif U. Annaba
12. Pr Fouzi Semcheddine U. Sétif
13. Pr Nafissa Khanafi U. Sétif
14. Pr Lakhadar Boualnouar U. Annaba
15. Pr Nouredine Ouelaa U. Guelma
16. Dr Lanto Rasolofondraibe France
17. Dr Xavier Chimentin France
18. Dr Hugo André France
19. Pr Jérôme Antoni France
20. Pr Nacer Hamzaoui France
21. Pr Ferhat Djeddou U. Sétif
22. Dr Hafida Mahgoun U. Sétif
23. Pr Abedelghani Harrag U. Sétif
24. Pr Abderrazek Amira U. Jijel
25. Dr Assia Djerbi France
26. Pr Jérôme Chevalier France
27. Pr Rubio Fausto Espagne
28. Pr Nourredine Fenineche France
29. Dr Riadh Badji CRTI Alger
30. Dr Abdelhalim Merabti CRTI Sétif
31. Pr Nabil Belkhir U. Sétif
32. Pr Lakhdar Smata U. Sétif
33. Pr Kamel Loucif U. Sétif
34. Dr Louamri Hind U. Sétif
35. Dr Menter Loubna U. Sétif
36. Dr Nedjma Bouzidi U. Béjaia
37. Pr Hocine Belhouchet U. M'Sila
38. Pr Abderazak Bezazi U. Guelma
39. Pr Abdelmalek Roula U. Jijel
40. Dr Mansour Rokbi U. M'Sila
41. Dr Ahmed Yousfi U. Laghouat
42. Pr Malika Saadaoui Maroc
43. Pr Gilbert Fantozzi France
44. Dr Laura Montanaro Italie
45. Pr Fethi Benkhanafou U. Tlémcen
46. Pr Mostafa Kolli U. Sétif
47. Dr Zahra Malou U. Sétif
48. Pr Hocine Osmani U. Sétif
49. Pr Mohamed Hamidouche U. Sétif
50. Pr Omar Allaoui U. Laghouat
51. Pr A. Belkacem Bouzida U. Batna
52. Pr Hacène Chadli U. Annaba
53. Pr Abdellah Haouam U. Annaba
54. Pr Zakaria Boumerzoug U. Biskra
55. Dr Sofiane Mahtout U. Béjaia
56. Pr El Hadj Ouakdi U. Sétif
57. Pr Rachid Louahdi U. Sétif
58. Pr Azzedine Soualem U. Sétif
59. Dr Fatiha Keraguel U. Sétif

Summary

PLENARY SESSION

N°	Authors	Article title
1	ALLAOUI Omar	Traitements de Surface des Matériaux : Classification et Utilisation (Cas de la Boruration)
2	BOUGUECHA Anas	Application of the numerical simulation based on the FEM in the field of biomechanics
3	Kamel Loucif	Tribologie : Hier, Aujourd'hui et Demain

T.A1 Modelisation of mechanical systems

N°	Authors	Article title	Page
1	BETTINE Farid	A new approach on the Trajectory Planning of the robot for thermal spray	2
2	ELYOUSFI Bilal	Dynamic modeling of a two stage spur gear system	4
3	FERHAT Hamza	Optimal synthesis of a disc cam mechanism with translating flat-face follower using various follower motion laws	6
4	GHALEM Abdelkader	A study of hydrodynamic lubrication in a circular journal bearing	8
5	HAMLAOUI Katib	Heat transfer in the mold of continuous casting	10
6	LOUNICI Billel	Modélisation d'un robot manipulateur de type SCARA application au fraisage	12
7	SELMANI Houssem	Modélisation numérique du transport éolien par la méthode des éléments discrets	14
8	SELMANI Houssem	A New Hybrid Swarm Intelligence Algorithm for Engineering Applications	16
9	ZEGHBID Ilhem	Numerical study of mixed convection with entropy generation in a square cavity filled with hybrid nanofluids	18

T.A2 Metrology in mechanics

N°	Authors	Article title	Page
1	BELKADI Noufel	Effet des tolérances sur la performance cinématique d'un mécanisme plan	21
2	BENGHANEM Nacera	Etude analytique et numérique du comportement thermoélastique de filaments doublement spiralés	23
3	BOUDOUKHA Rayenne	Super-resolution interference microscopy by photonic jet microlens	30
4	MANALLAH Aissa	Mesure et Contrôle des Petits Angles par Interférométrie Optique	33

5	MESSAGIER Meriem	Contrôle des surfaces de verre par la technique de moiré	35
---	------------------	--	----

T.A3 Computer Aided Design/Manufacturing CAD/CAM

N°	Authors	Article title	Page
1	BENALI Farouk	Influence of print parameters on circularity of bores in 3D printed parts	38
2	BENCHIHEUB Slimane	Influence des paramètres de coupe sur la rugosité Ra obtenue lors de l'usinage de l'acier 42CD4	40
3	BOUZIANE Mohammed-Mokhtar	Finite element analysis of fractured hip cement spacers	42
4	HAMMOUDI Abderazek	Recent Swarm Intelligence Approaches for Mechanical Design Systems	44
5	HARRAG Abdelghani	Multi-objective Optimization of a Cam-Roller Follower Mechanism Based on NSGA-II	47
6	OUBOUZID Ahcene	Study and design of an electric wheelchair grimpes stairs	49

T.A4 Reliability and condition monitoring

N°	Authors	Article title	Page
1	BOUALI Fakhreddine	Détection des défauts d'engrenages d'une boîte de vitesses d'éolienne par SER et SPBF basé sur la DSP du signal	52
2	CHITER Ammar	Mise en œuvre de l'algorithme FastICA pour la séparation des signaux réels de roulements et engrenages	55
3	DRISSI Badreddine	A nonlinear modelling of a spur gear-rolling element bearing system with combined faults in nonstationary conditions: simulation	57
4	FEDALA Semchedine	Transmission Error and Support Vector Machines for Gear fault diagnosis	59
5	FEDALA Semchedine	Instantaneous angular speed for gearboxes monitoring	61
6	HABOUSSI Amar	Supervision du système de clinkérisation de la cimenterie par les systèmes Immunitaires artificiels	63
7	HAMOUCHE Khalil	Méthode de réduction de dimension des indicateurs de défauts par méta-analyse	65
8	HARROUCHE Fateh	Optimisation Structurale d'un Système à Inférence Floue FIS (Fuzzy Inference System) pour l'Identification et la Classification des Défauts de Roulements	67

9	KARAR Naoual	Elasticity analysis for reliability improvement of a cylindrical gear pair	71
10	MAHGOUN Hafida	Detection of wind turbine faults using instantaneous frequency based on EEMD and STFT ridges	73
11	MECHEHOUD Mohamed Islam	Surveillance en ligne de l'état des outils de coupe par analyse des signaux de force	75
12	MEZAGHCHA Amine	New Bearing Fault Index (BFindex) for Diagnosis of Rolling Element Bearing	77
13	TCHIER Souhir	Cyclostationary indicators analysis of gear faults	79

T.B1 Metallic materials for engineering

N°	Authors	Article title	Page
1	BARKAT Mohamed Redouane	Caractérisation Physico-Chimique D'un Acier Au Carbone Revêtir Par Un Traitements Thermochimique	82
2	BENIDIR Sofiane	Effet de l'ajout d'étain sur les propriétés électrochimiques et spectroscopiques des alliages Zn-Sn	84
3	BENSALEM Ilyas	3D Modeling and analysis of metal foams under dynamic loading	85
4	BOUCHELOUCHE Fatima	Effet du soudage par friction malaxage similaire sur la microstructure et les propriétés mécaniques d'un joint soudé d'alliage A6003	87
5	DEMOUCHE Mourad	Etude expérimentale du comportement en cisaillement des soudures par friction rotative	90
6	FETHI Salah	Application d'une nouvelle théorie hyperbolique de déformation de cisaillement pour analyser les plaques FGM sous l'effet des charges thermomécaniques	92
7	HAKIMI Soumaya	Influence de direction de laminage sur le retour élastique lors de la mise en forme des alliages d'aluminium	94
8	MAATI Ahmed	Determination of true Stress-Strain curves From Tensile Tests via three methods	97
9	MERTANI Boubekur Mohammed Bilel	Etude expérimentale du comportement mécanique des matériaux cellulaire en nid d'abeille soumis à une compression rapide	99
10	REZZIG Djihed	Effects of interphase on elastic properties of aluminum/carbon nanotube nanocomposites	100
11	SADOUN Oualid	Prestressing Steel (PS) bars with several surface condition for bond behaviour improvement of elements in concrete by NSM technique	103
12	SAIT Naima	Effect of iodide ions on corrosion inhibition of copper in 0.5 M HCl	104

T.B2 Glass, ceramics and composites

N°	Authors	Article title	Page
1	BENGHALEM Mohamed Mustapha	Elaboration et caractérisation des creusets résistants aux hautes températures par coulage en barbotine	106
2	BENMORKAT Nejet	Elaboration of forsterite glass ceramics from medical glass waste	108
3	BENNOUIOUA Tahar	Etude du comportement au choc thermique d'un verre revêtu par une couche mince déposée par spray pyrolyse	110
4	BOUCHEKRIT Chafia	Synthesis of magnesium oxide from Algerian dolomite	112
5	BOUDEGHDEGH Kamel	Influence of the glass waste on the behavior of the opaque glazes for sanitary ceramic-ware	114
6	BOUNAR Nedjemeddine	Study of NASICON Ceramics Lithium Ion Conductor $\text{LiTi}_{2-x}\text{Mox}(\text{PO}_4)_3$	116
7	BRAHIMI Salim	Preparation and characterization of bioceramic powder from Guelma hydrothermal limestone	119
8	CHARGUI Fouzia	Elaboration d'une mullite à partir d'un kaolin d'Algérie par ajout de scories d'aluminium	121
9	CHERMAT Zeyneb	Sintering of kaolin carbon mixtures with K_2CO_3 addition	123
10	DJOUALLAH Samira	Phase transformation and sintering behaviour of fluorapatite-alumina composite materials	125
11	FRIH Ahmed	The effect of transverse shear on the vibratory behavior of FGM functionally graduated plates	127
12	GUERAICHE Larbi	Experimental investigation on E-glass/ epoxy cubic specimens' length for a constant strain rate in SHPB test	131
13	GUERMAT Noubel	Deposition times influence on properties of 8 wt% Fluorine – doped Tin Oxide thin films deposited by spray pyrolysis	134
14	HOGGAS Khadidja	Superficial mechanical characterization of magnesium aluminate spinel (MgAl_2O_4) fabricated by Spark Plasma Sintering	136
15	KERDJA Leila	Caractérisation et modélisation OOF2 du comportement mécanique des revêtements composites	138
16	KERMA El-Yazid	Applied the polarized light backscattering measurements for characterizing Alpha Alumina ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)	141
17	KHALDI Mokhtar	À propos de l'influence de la température sur les propriétés mécaniques des fibres d'Alfa	143

18	KHALDI Mokhtar	Analyse expérimentale de l'influence de l'Humidité relative sur les propriétés mécaniques des fibres élémentaires d'Alfa	145
19	KHERIFI Djelel	The reaction between alumina and Algerian natural phosphate	147
20	LAMARA Smail	The kinetics parameters of cordierite materials synthesized using sol-gel process	149
21	LAOUAMRI Hind	Synthesis of anti-reflective silica thin films for optic application	150
22	MAROUANI Abdelhak	Effect of the Particles Size on the Optical Transmission Improvement of Eroded Glass	152
23	MECHEKEF Houda	Synthèse des mousses de verre à partir de verres de récupération jetés dans la nature	155
24	MOKHTARI Afaf	The effect of aluminum powder addition on the sintering of hydroxyapatite	158
25	NACER Sara	Influence of interphase material parameters on effective material properties of multiphase composites	161
26	OSMANI Ismahen	Absorption of silver nanoclusters sodium silicate glass formed by Ag/Na ion exchange	163
27	OUBOUZID Ahcene	Numerical study of honeycomb sandwich structures subjected to impact	165
28	REDAOUI Djaida	Phase Transformation and kinetic parameters of Mullite Formation Prepared by Sol-Gel Process Using Differential Thermal Analysis (DTA)	167
29	ROUABEH Nouhad	Study of the Structural and Optical properties of the Polyvinyl Chloride polymer (PVC) doped by Cadmium Sulfide with Chemical Method	168
30	SOUALEM Azedine	Effet de la température de frittage et du temps de maintien sur la durée de vie de meule réalisée à partir d'un verre récupéré	171
31	TEKILI Sabiha	Analyse fréquentielle des vibrations des poutres sandwichs à âme viscoélastique et peaux en composites	175
32	YOUNES Leila	Effet du temps de traitement de l'échange ionique du verre sur les contraintes résiduelles	177

T.B3 Tribology, fracture and fatigue

N°	Authors	Article title	Page
1	AOUNALLAH Soufyane	Mécanismes d'usure du couple PS Cristal/Acier 100C6	180
2	DELIOU Adel	Etude de la résistance en fatigue des joints soudés X70	182

3	HAMIDOUCHE Mohamed	Microstructural and tribological characterization of Ni-Co-SiO ₂ nanocomposite electrodeposited coatings	184
4	KERDJA Leila	Simulation par la méthode Lagrangienne et SPH de test d'impact de Taylor	186
5	KHENNAFI- BENGHALEM Nafissa	Comportement à l'usure des revêtements en dioxyde de titane et d'alumine	188
6	KHENNAFI- BENGHALEM Nafissa	Comportement tribologique d'un acier Hss revêtu bipoinçonnant un acier recuit	190
7	MESSAGIER Fatima Zohra	Frottement du polystyrène cristal glissant sur un acier dur	192
8	OUBOUZID Ahcene	Behavior study of sandwich panels in fatigue by repeated impact	194

T.B4 Materials development and applications

N°	Authors	Article title	Page
1	AGGOUN Meriem	Etude de l'effet des paramètres de mise en forme sur les propriétés mécanique d'un géopolymère à base de Kaolin Tamazert	197
2	AGHILES Bouibed	Preparation and characterization of hybrid materials based on graphene oxide and silica nanoparticles and their effect on the mechanical and thermal properties of epoxy resin composites	199
3	AZZEDDINE Hiba	Some mechanical properties of an Mg-RE alloy processed by high-pressure torsion	201
4	BELDJEBLI Ouidad	Synthesis and photocatalytic properties of Sol-Gel SnO ₂ thin films	203
5	BENCHIKH Lillia	Preparation of cellulose nanowhiskers (CNC) from "El Diss" plants	205
6	BENSEHIL Ilhem	Élaboration et caractérisation de couches minces magnétiques à base du fer	207
7	BERARMA Khadidja	Inhibition de la corrosion de l'alliage de l'aluminium 2017A par l'acétate de sodium	209
8	BILLAL Mahdi	Etude des propriétés structurales et physiques d'un matériau hybride(organique-inorganique) à base de poly (alcool vinylique) / gel de silice, synthétisé par la méthode sol-gel	211
9	CHERIFI Achraf	Effet de la température sur les différentes propriétés des nanoparticules de nickel déposé sur l'oxyde d'alumine	213
10	DEKHIL Djohra	Elaboration and characterization of an heterojunction CuO/ZnO prepared by Sol-Gel method	215

11	DERAFA Garmia	New low cost materials for water purification	218
12	DERROUCHE Afifa	Effet du laminage à froid sur la microstructure d'un acier inoxydable super-austénitique AISI 904 L	220
13	DJOUADA Djahida	Caractérisation des matériaux diélectrique hétérogènes multicouche en hyperfréquence	222
14	FELLAH Mamoun	Structural characterization of developed near β -Type Titanium Alloys (Ti-25Nb-xZr) for biomedical Applications	224
15	FIZI Yazid	Caractérisation et simulation numérique du comportement mécanique de l'Abradable	226
16	GECHI Abia	Thermodynamic properties of the KAg ₂ AsS ₄ compound, first principles study	228
17	GUECHI Abia	Mechanical and anisotropies properties of semiconductor KAg ₂ AsS ₄	229
18	KATEB Anwar	Study, Application and Modeling of the Acoustic Microwave Signal in Piezoelectric Materials on a Lithium Niobate LiNbO ₃ Substrate Cut (Y-X)	230
19	KEMMACHE Abir	Structural and Optical characterizations of zinc oxide thin films produced via electrochemical method	232
20	KHACHEBA Maria	Synthèse et caractérisation structurale et diélectrique de céramiques pérovskites	235
21	KHALIL Seloua	Synthèse et caractérisation structurale d'un composé nanostructuré de Ti, Mo et Zr pour applications biomédicales	243
22	MOUHOUBI Sabira	Comportement à la rupture d'un composite stratifié	245
23	OURAHMOUN Abbas	Analysis of viscoelastic antiplane contact problems with long memory	247
24	OURAHMOUN Abbas	Etude variationnelle et numérique d'un problème de contact de remodelage osseux	249
25	TEBBANE Samir	Effect of different types of Kaolin grog on Anorthite phase formation by reaction with CaCO ₃	253
26	ZAIOUR Asma	Optical properties of AZO by the Sol gel method	255

List of sessions

Theme A

T. A1. Modelisation of mechanical systems

T. A2. Metrology in mechanics

T. A3. Computer Aided Design/Manufacturing CAD/CAM

T. A4. Reliability and condition monitoring

Theme B

T. B1. Metallic materials for engineering

T. B2. Glass, ceramics and composites

T. B3. Tribology, fracture and fatigue

T. B4. Materials development and applications

Session A1
" Modelisation of mechanical systems"

A new approach on the Trajectory Planning of the robot for thermal spray

FARID BETTINE, HALIM MIRABTI, FAROUK LAIDOUDI, FAYÇAL MEDJILI, AMMAR HABOUSSI, FATMI HAKIM

UDCMA-CRTI, Research Center in Industrial Technologies CRTI,
P.O.Box 64, Cheraga, 16014 Algiers, Algeria
Email: f.bettine@crti.dz, faridbettine@gmail.com

Abstract

A new industrial revolution, which its name is the thermal spray by used robot is being spoken today, because the basis of this revolution is industrial robots the most important features of which are accuracy, speed and efficiency. Today in the industrial robot plays a very important role in improving the quality of products. The aim of study was to improve robot trajectories control during the thermal spraying process on complex geometric objects.

In this study, an analysis on the robot kinematics was proposed to find the motion in the end effector. For the solution of this problem, many solutions such as geometric, iterative and algebraic if the joint structure of the manipulator is more complex.

The results show that the proposed approach has not only greatly reduced the computation time but also improved the precision and quality of products.

Key word: Kinematics, thermal spray, trajectories, robot

Results

The technique of robot applications in industry includes the trajectory planning, process simulation, kinematic analysis, robot programming, optimization, coordinates calibration [1,2]. In these steps, the trajectory planning and kinematic optimization are the key points to improve the robot performance and the productivity as well. As a result, the studies concerning the trajectory generation and the kinematic analysis of industry robot are becoming more and more important. In the meantime, due to the advantages of robots, more and more industrial robots have been introduced to the thermal spraying process [3]. Considering the increasing requirement for robot performance and coating quality, the trajectory generation, kinematic analysis and trajectory optimization are becoming hot topics in this field of industry. Therefore, in this study, the aspect of trajectory generation is presented based on the robot's application in the thermal spraying process.

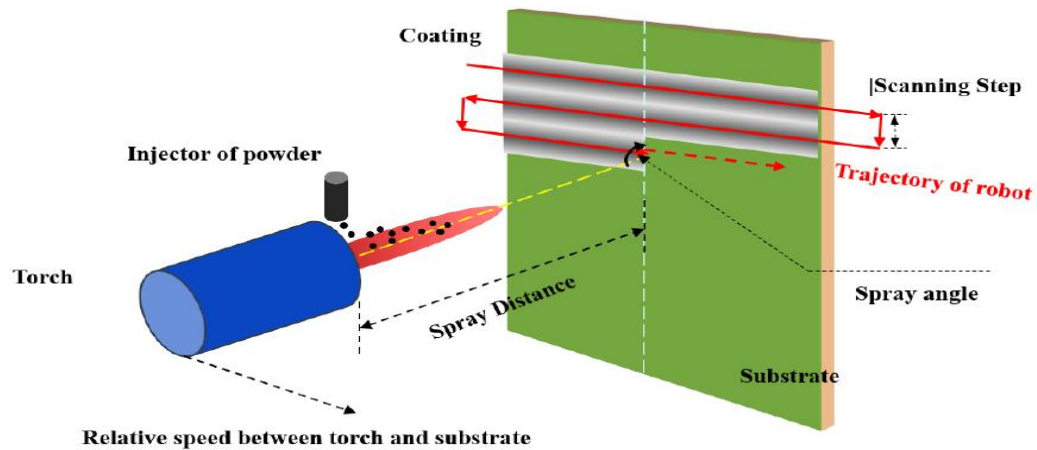


Figure 1. Operating parameters in the thermal spraying process. [3]

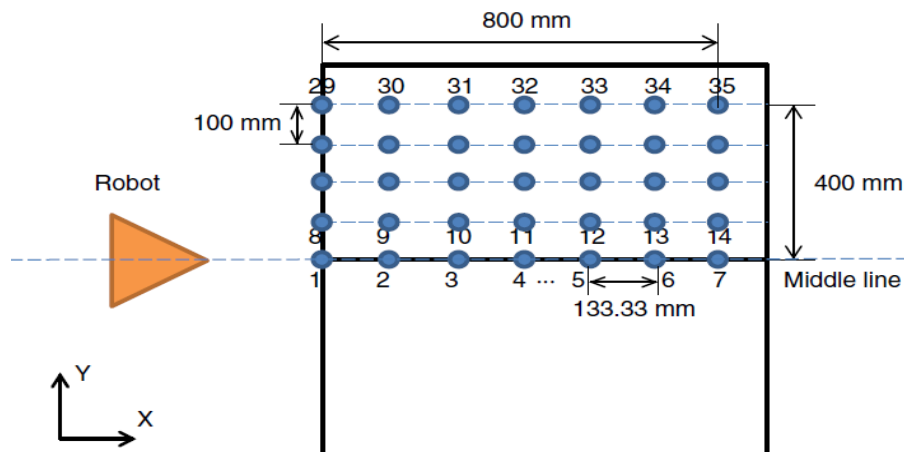


Figure 2. Positions chosen for kinematics analysis. [1]

Références :

- [1] Deng, Sihao, et al. "Kinematic optimization of robot trajectories for thermal spray coating application." *Journal of thermal spray technology* 23.8 (2014): 1382-1389.
- [2] Cai, Zhenhua, et al. "Computer-aided robot trajectory auto-generation strategy in thermal spraying." *Journal of Thermal Spray Technology* 24.7 (2015): 1235-1245.
- [3] CHEN, Chaoyue. Thèse de doctorat. Belfort-Montbéliard (2016)

Dynamic modeling of a two stage spur gear system

ELYOUSFI BILAL¹, SOUALHI ABDNOUR², MEDJAHER KAMAL³, GUILLET FRANÇOIS⁴, ELBADAOUI MOHAMED⁵
^{1,2,4,5} *Laboratoire Analyse des Signaux & des Processus Industriels, Université Jean Monnet de Saint Etienne*
³ *Laboratoire génie de production, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes*
 Email : bilal.elyousfi@univ-st-etienne.fr

Abstract

Nowadays, geared systems are widely used in industrial applications such as automobiles, wind turbines, airplanes and other rotary machines. Gears generally undergo high service load, harsh operating conditions and inevitable fatigue [1]; this is why maintainers consider them as a critical component. Therefore, early fault detection and diagnosis of gears leads to operational and maintenance cost reductions and ensure people safety; spur gear dynamic model can help to understand faults generation mechanism and to develop an effective faults detection and diagnosis methods. Models proposed in the literature can be gathered into three categories according to the method used for time varying mesh stiffness (TVMS) evaluation: analytical methods [2], finite element methods [3] and experimental methods [4]. Another classification of these models can be done following the number of parameters considered in the study like shafts torsional deformation and bearings stiffness and damping. In this study, the potential energy method proposed by Yang and Lin [5], is used to compute the TVMS of the gear pairs considering the hertzian component, bending component, shear component, axial compressive component and torsional component of the gear body, a 10 DOF model is developed to describe the dynamic behavior of a two stage gearbox including the bearing and the shafts stiffness. MATLAB Ode solvers are used for the resolution of the differential equation system to estimate the different quantities such as vibration and velocity in both healthy and faulty conditions.

Key word: gear modeling, potential energy method, diagnostics, time varying mesh stiffness.

Results

Figure 1a, 1b, 1c, 1d represent the TVMS evolution despite the first shaft angle, 1a represents the healthy gear stiffness, 1b represents the deformation of the meshing stiffness with different crack sizes, 1c represents the deformation resulting of a spall in the tooth tip and 1d represent the case of a broken tooth. The dashed line refers to the healthy TVMS in each case.

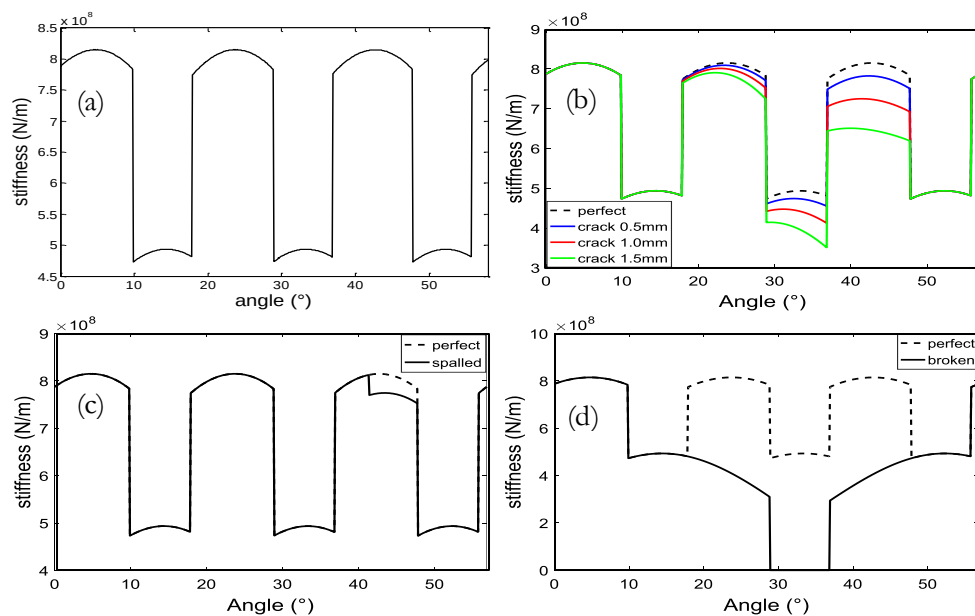


Figure 1: Stiffness vs. angular displacement θ_1 of perfect gears (a); cracked gears (b); spalled gears (c) and gears with broken tooth (d).

Table1 specifies the different parameters used for the simulation of the dynamic model.

Material	Steel: $E = 2.068 \times 10^{11} \text{ Pa}$; $\nu = 0.3$
Modulus	$m_1 = m_2 = 2$
Teeth numbers	$Z_1 = 19$ et $Z_2 = 25$, $Z_3 = 19$ et $Z_4 = 25$
Pressure angle	$\alpha = 20^\circ$
Input frequency	$F_1 = 25 \text{ Hz}$

Table 1: simulation parameters

Figure 2a, 2b, 2c, 2d represent respectively the linear acceleration of the first pinion in healthy conditions, cracked gear, spalled gear and a gear with a broken tooth. One can detect the two meshing periods $T_1 = 0.0021\text{s}$ of the first stage and $T_2 = 0.0028\text{s}$ of the second stage; a crack or a spall cause a local amplification of the vibration at the fault position, the case of a broken tooth is drawn in two revolutions to show the high level of vibration it causes.

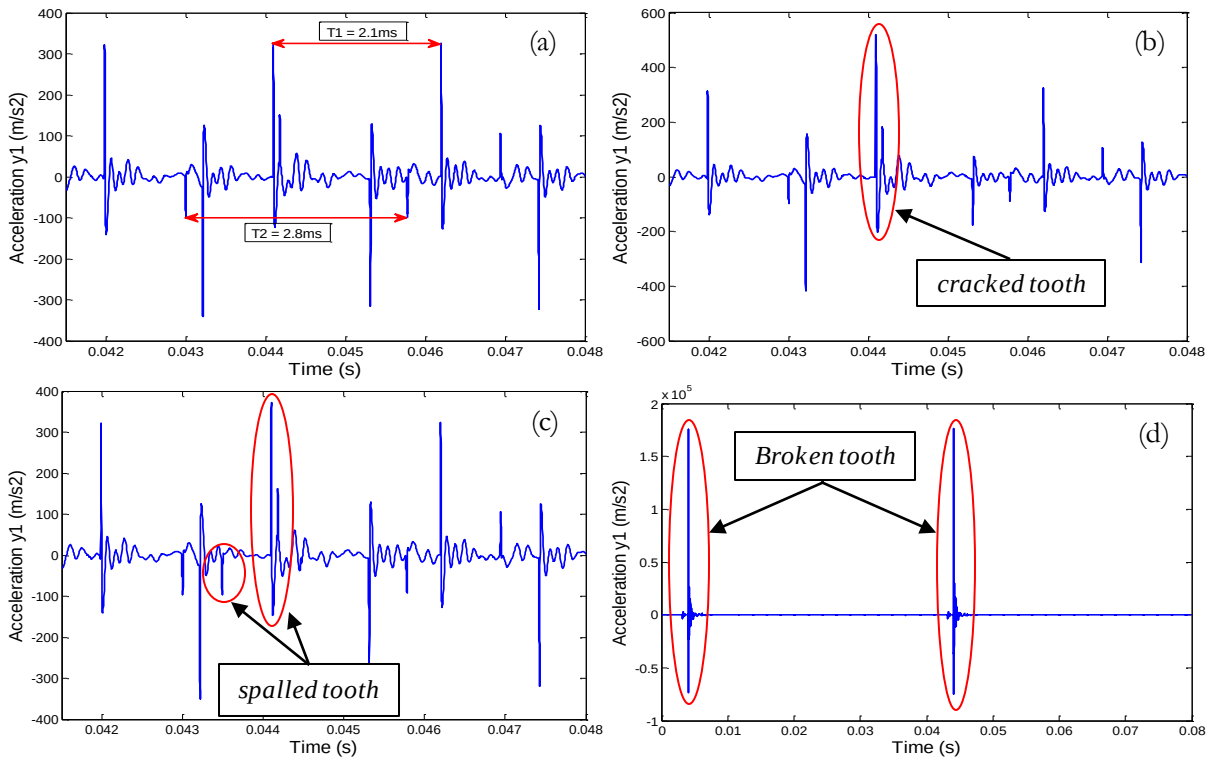


Figure 2: vibration y_1 of perfect gears (a); cracked gears (b); spalled gears (c) and gears with broken tooth (d).

References:

- [1] Liang, Xihui, Ming J. Zuo, and Zhipeng Feng. "Dynamic modeling of gearbox faults: A review." *Mechanical Systems and Signal Processing* 98 (2018): 852-876.
- [2] J Chaari, Fakher, Tahar Fakhfakh, and Mohamed Haddar. "Analytical modelling of spur gear tooth crack and influence on gearmesh stiffness." *European Journal of Mechanics-A/Solids* 28.3 (2009): 461-468.
- [3] V.K. Ambarisha, R.G. Parker, Nonlinear dynamics of planetary gears using analytical and finite element models, *J. Sound Vib.* 302 (3) (2007): 577–595.
- [4] N.K. Raghuwanshi, A. Parey, Mesh stiffness measurement of cracked spur gear by photoelasticity technique, *Measurement* 73 (2015): 439–452.
- [5] Yang, D. C. H., and J. Y. Lin. "Hertzian damping, tooth friction and bending elasticity in gear impact dynamics." *Journal of mechanisms, transmissions, and automation in design* 109.2 (1987): 189-196.

Optimal synthesis of a disc cam mechanism with translating flat-face follower using various follower motion laws

FERHAT HAMZA¹, DJEDDOU FERHAT¹, HAMMOUDI ABDERAZEK¹, REZKI INES¹

¹Applied Precision Mechanics Laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanics, University of Setif 1
Email : hamzaferhat@univ-setif.dz

Abstract

Cam-follower is one of the important and versatile mechanisms existing in mechanical machinery when the task of accurate function is required. The mechanism consists of transforming the rotary motion of the cam to a translating or oscillating motion of the follower having predetermined kinematic characteristics with a high level of precision. Applications of cam mechanism are widely found in mechanical devices and machines such as printing presses, shoe machinery, textile machinery, screw machines, etc. Once the cam curve is decided, the practical cam profile can be easily designed based on the basic size of the mechanism and the types of cam and follower. Because the property of the cam curve directly affects the performance of the cam mechanism, how to design the cam curve with more advantageous efficiency with respect to the design requirement is a challenging task for mechanical engineer [1].

The motion design, which deals with selecting the suitable law to describe the follower motion, plays a key role in the cam design process. The purpose of the present paper is to optimize the design of a cam mechanism with translating flat-face follower regarding several follower motion laws. The motion laws considered in this study are cycloidal, modified sinusoidal acceleration, polynomial 3-4-5, and polynomial 4-5-6-7 functions [2,3]. The proposed optimization procedure aims to optimize the size of the system and is based on satisfying multiple constraints as cam pressure angle, curvature radius and several geometric constraints. The design parameters, aimed to be optimized, include the base circle radius of the cam R_b , length of the follower face L as shown in Fig. 1.

Keywords: cam mechanism, flat faced follower, optimization, follower motion law

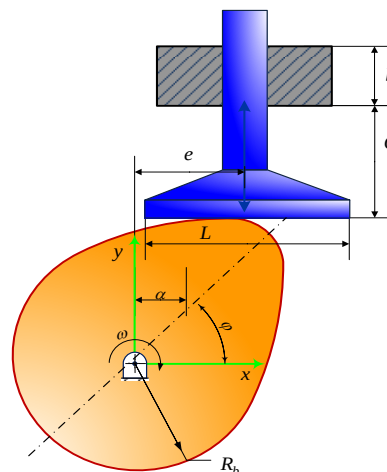


Fig. 1 Cam mechanism with translating flat-face follower

Results

The proposed methodology is applied to optimize the cam mechanism design parameters where the follower offset is set equal to zero ($e=0$ mm). The optimization problem is solved by employing the well-known *fmincon* optimization tool. The motion kinematics of the four laws are illustrated during the rise period in Figs. 2 to 5. The final optimization results are tabulated in Table 1.

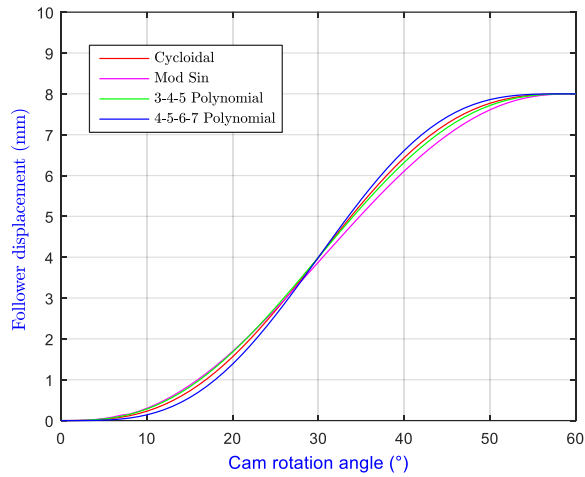


Fig. 2 Follower displacement for different motion laws

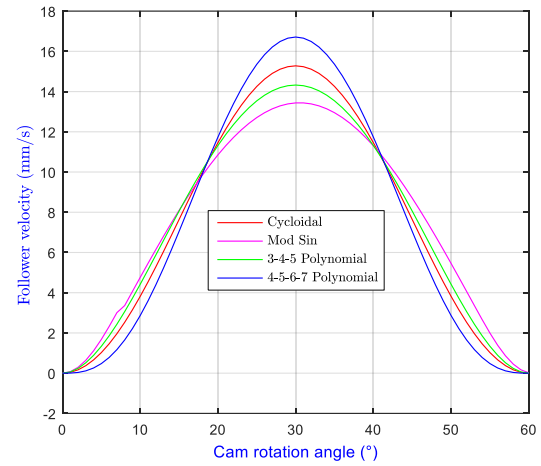


Fig. 3 Follower velocity for different motion laws

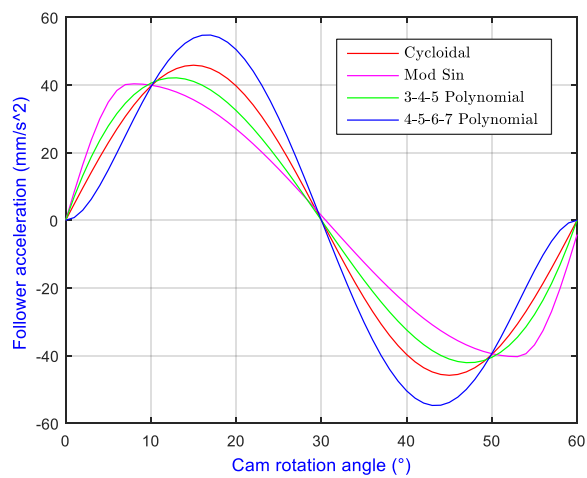


Fig. 4 Follower acceleration for different motion laws

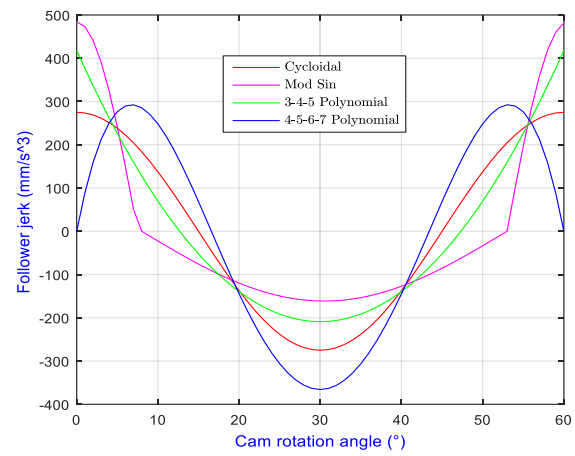


Fig. 5 Follower jerk for different motion laws

Table 1. Optimal design parameters of the cam mechanism with different motion laws of the follower

Motion law	Objective function	R_b (mm)	L (mm)
Modified sine	62.4064	35.5340	26.8725
3-4-5 Polynomial	66.3508	37.7029	28.6479
Cycloidal	72.1398	41.5821	30.5577
4-5-6-7 Polynomial	83.2029	49.7804	33.4225

Références :

- [1] Q. Hua, L. Chang-Jun, L. Zi-Ye, O. Hiroaki, W. Jian, Y. Yong, A universal optimal approach to cam curve design and its applications. Mech Mach Theory 40: 669–692 (2005).
- [2] RL. Norton, Cam Design and Manufacturing Handbook. Industrial Press, New York (2002).
- [3] HA. Rothbart, Cam design handbook. McGraw-Hill, New Jersey (2004).

A study of hydrodynamic lubrication in a circular journal bearing.

ABDELKADER GHALEM¹, MILOUD TAHAR ABASE², ABDELKADER SAHLI³

¹Labo de LME, Faculté de SEI, Université Hassiba Benbouali of Chlef, Algeria

²Labo de LME, Faculté de Technologie, Université Hassiba Benbouali of Chlef, Algeria

³Labo de LME, Faculté de Technologie, Université Hassiba Benbouali of Chlef, Algeria

Email : ghalet_2005ab@yahoo.fr

Abstract

A study of hydrodynamic lubrication of a fluid film in a circular journal bearing is presented in this paper. In bearing analysis, oil film is routinely assumed to be isothermal. The modelling, based on the numerical resolution of the Reynolds equation, makes it possible to determine the evolution of the hydrodynamic performances of the bearing. A finite difference computer program was developed to numerically solve the Reynolds to find the trend of a few variables of a sliding bearing such as the minimum thickness of the film, the eccentricity ratio, the journal speed and the maximum pressure in the contact. The pressure field in the lubricant film was calculated in both the circumferential and axial directions. This numerical study is carried out thanks to the development of a hydrodynamic calculation program using the Fortran 90 language. Such simple boundary conditions result in significant computational savings and, therefore, may be attractive to the practicing designer. In comparison with the published results, generally these results showed better agreement. The results show that the variations of the minimum thickness of the film and the eccentricity ratio have a considerable influence on the operating performance of a bearing.

Keywords: Circular journal bearing, Hydrodynamic lubrication, Finite Difference Method, Fortran 90.

Geometric model.

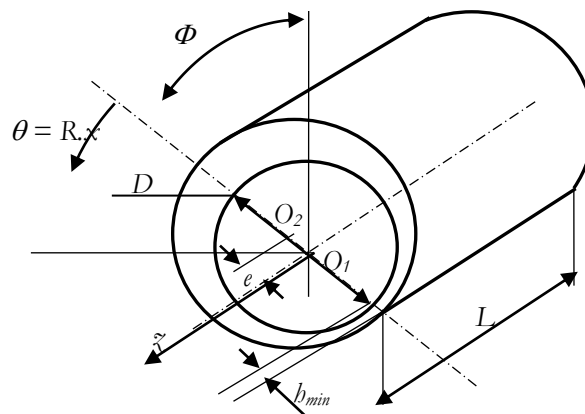


Figure 1. Schematic representation of a circular journal bearing.

Results

From the pressure versus circumferential co-ordinates graphs one can say that maximum pressure obtained where oil film thickness is minimum and zero pressure in cavitations zone.

Figure. 2. Represented the repartition of film thickness in radial and circumferential directions.

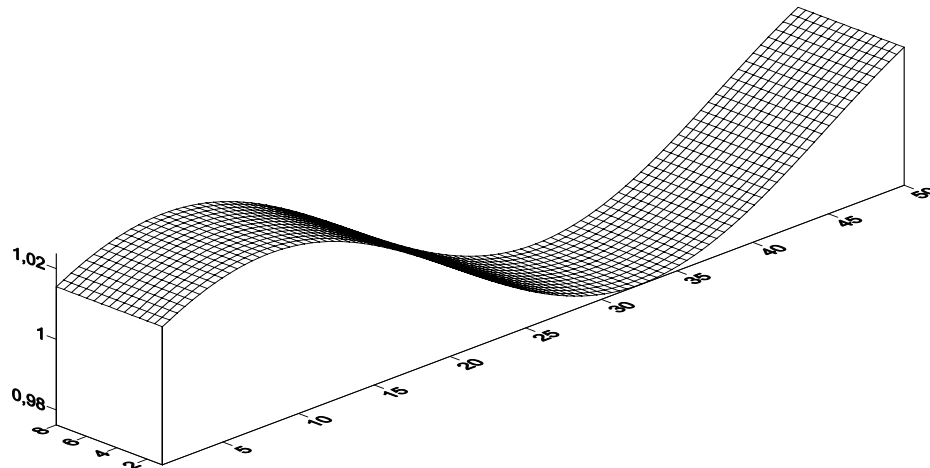


Fig 2. Repartition of film thickness in radial and circumferential directions. ($W=7000\text{N}$, $V=3000\text{Tr/mn}$)

Figure. 3. Illustrates the circumferential pressure distribution against angular position.

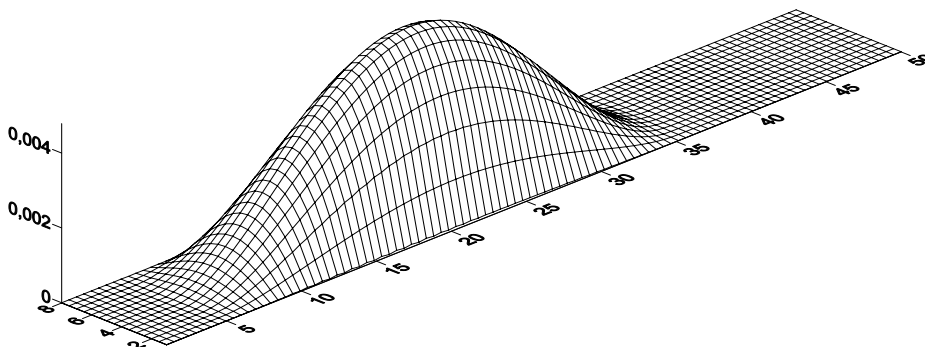


Fig 3. Pressure distribution in radial and circumferential directions. ($W=7000\text{N}$, $V=3000\text{Tr/mn}$)

Références :

- [1] Fillon, M., and Bouyer, J. 2004. Thermohydrodynamic analysis of a worn plain journal bearing. Tribology International. Vol. 37(2004), pp. 129-136.
- [2] J. L. LIGIER, (1997), 'Lubrification des paliers moteurs', Editions Technip, Paris.
- [3] K D. Chaitanya and Dilip C Patel, (2005), "experimental analysis of pressure distribution of hydrodynamic journal bearing: a parametric study" International Conference on Mechanical Engineering 2005, Dhaka, Bangladesh.
- [4] Z. Yaacob and M. Bin Hasan, (2014), "experimental Family of Gauss-Seidel Method for Solving 2D Reynolds Equation in Hydrodynamic Lubrication Problem" Conference of (IRICT), (2014) 361-369. Johor, Malaysia.
- [5] J. Frêne, D. Nicolas, B. Degueurce, D. Berthe, M. Godet, Lubrification hydrodynamique paliers et butées, Eyrolle, Paris, (1990).

Heat transfer in the mold of continuous casting

KATIB HAMLAOUI^{1, 2}, HOCINE BENDJAMA¹, KHEIREDDINE SLIMANI¹, LOUAFI SNANI²

¹Research Center in Industrial Technologies CRTI, B.P.64, Cheraga 16014 Algiers, Algeria,

²Badji Mokhtar University -Annaba- B.P.12, Annaba, 23000 Algeria,

Email : k.hamlaoui@crti.dz

Abstract :

Continuous casting of slabs is a widespread steelmaking process. It occupies an important place in the production chain because of the advantages over the traditional ingot casting technique, such as: energy saving, labor, better performance and product quality. The trend of research today is oriented towards a generalized modeling of the process [1]

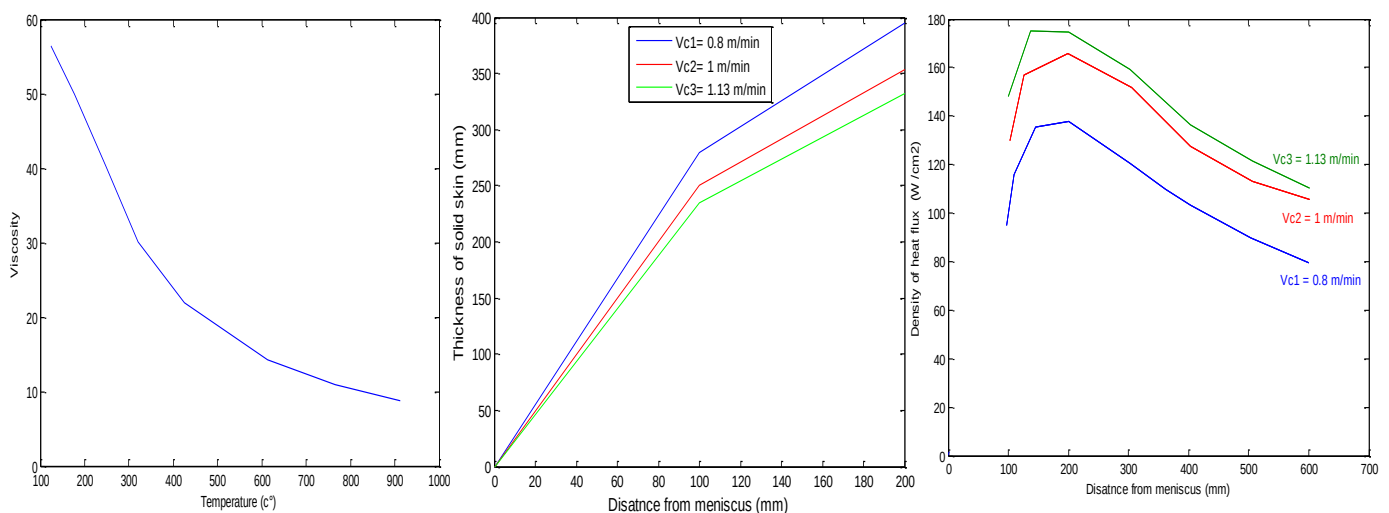
The main function of the mold is to form a solid crust of sufficient thickness to eliminate the risk of breakout; it is also important that the crust thus formed does not give rise to surface or subcutaneous defects. The most important parameters of mold solidification are heat transfer, oscillation and lubrication [2].

This thickness increases with the value of the viscosity at 1500 °C of the slag and with a speed of extraction. When the starting crystallization temperature is high (> 1100 °C), thickening of the slag film can occur at the bottom of the mold.

As long as a liquid slag film is present in contact with the steel, the hydrodynamic friction forces remain quite low. Problems can arise when this liquid film is no longer present: a solid-solid friction can then occur. The lubricant used in the mold can have a significant influence on thermal extraction. [3].

Keyword: Continuous casting, mold, lubricant, heat transfer.

Results



Crystallization of powder from the casting:



Physical properties of continuous casting :[4]

Characteristic	Data
Density ρ in the liquid state (g/cm ³)	7
T _f melting temperature (°C)	1536,6
Temperature of the casting (°C)	1520
Speed of the casting (m/min)	0.8, 1 and 1.13
Extraction speed (m/min.)	1,5
Depth of meniscus (mm)	200

Référence :

- [1].LoïcBazart,"Operation Mode Change Detection: Application to the continuous flow of steel", "IAEM Lorraine doctoral school", PP 95, 2014.
- [2].R. Alberny and A. Leclercq, "the mold of continuous slab casting and its thermal balance (metallurgy magazine)" PP 547, July-August 1976.
- [3]. B. Mazumder," A Process fo Developing Continuous Casting mold-powder(Regional Research Laboratory, Bhubaneswar, India)" PP 774,July 1999
- [4]. Jeanne Choné, "Continuous Casting of Steel (Physical and Metallurgical Data)", "Engineering Techniques", No.: M 7 810. PP 5-8, 2005.

Modélisation d'un robot manipulateur de type SCARA application au fraisage

BILLEL LOUNICI¹, MOHAMMED OUALI², EL HADI OSMANI³

^{1 2 3}Laboratoire de Structure, Faculté de Technologie, Université Saad Dahlab de Blida

Email : billeg.lounici@hotmail.com

Résumé

Le fraisage est un procédé de fabrication mécanique par enlèvement de matière, assuré par deux mouvements : de coupe (rotation de la fraise) et d'avance (translation de la pièce). Ce procédé a des avantages tel que : un rendement élevé, surface bien fini, une haute précision...

On propose de modéliser un robot manipulateur de type SCARA à trois degrés de liberté à chaîne ouverte, porte les deux mouvements : de coupe et d'avance en même temps. La solution proposée, nous semble la plus appropriée et la plus judicieuse par rapport à l'utilisation des machines cartésiennes, généralement, utilisées pour le fraisage. Les objectifs visés lors de cette modélisation : qualité supérieure, rapidité avec une grande flexibilité pour des formes compliquées, l'espace de travail, la mobilité et l'agilité du modèle proposé.

L'intérêt de notre travail consiste à établir une étude cinématique et dynamique du bras mécanique articulé, d'établir, en premier lieu, plusieurs modèles, à savoir les modèles géométriques (MGD/MGI), les modèles cinématiques (MCD/MCI), et le modèle dynamique (MDI) nécessaires pour l'étude, et, en deuxième lieu, d'utiliser le logiciel MATLAB pour l'établissement du modèle numérique.

Mots clés : Manipulateur de type SCARA, Fraisage, Modélisation, Matlab

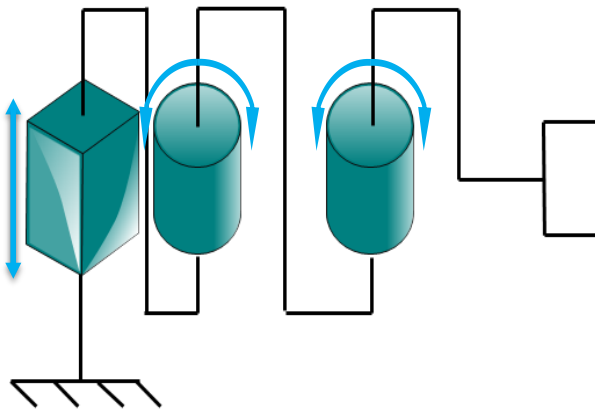


Figure.1 Chaîne cinématique de solution proposée

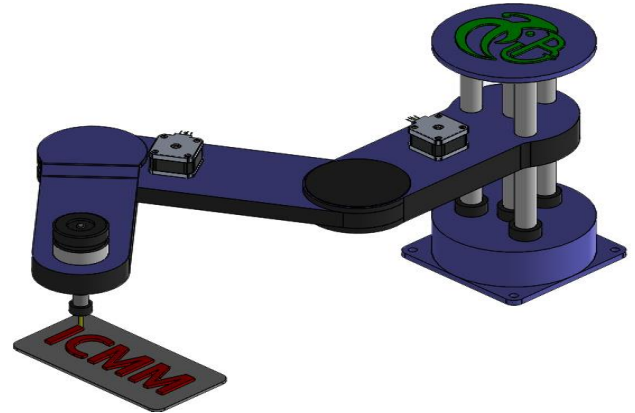


Figure.2 Modèle CAO de la solution proposée

Résultats

Tableau 1. Paramètres géométriques du robot

j	σ_j	$\alpha_j(\text{rad})$	$d_j(\text{m})$	$q_j(\text{rad})$	$r_j(\text{m})$
1	1	0	0	0	R_1
2	0	0	$D_1=0.1875$	q_1	0
3	0	0	$D_2=0.25$	q_2	0
E	0	0	$D_3=0.2$	0	$D_4=-0.102$

Pour suivre la description morphologique (mouvement articulaire) du robot lors de l'exécution de la tâche de façon systématique, exige une méthode de modélisation adéquate pour assurer un bon suivi. La méthode de Denavite-Hartenberg [1] est la plus répondus pour notre robot. Cette dernière permet nous de remplir le tableau 1.

La programmation, sous MATLAB, permet d'obtenir les résultats de la modélisation précédente sous forme graphique afin de faciliter la compréhension de l'évolution des variables articulaires, telle que : $q_j, \dot{q}_j, \ddot{q}_j, k_j$ au cours de durée de la tâche.

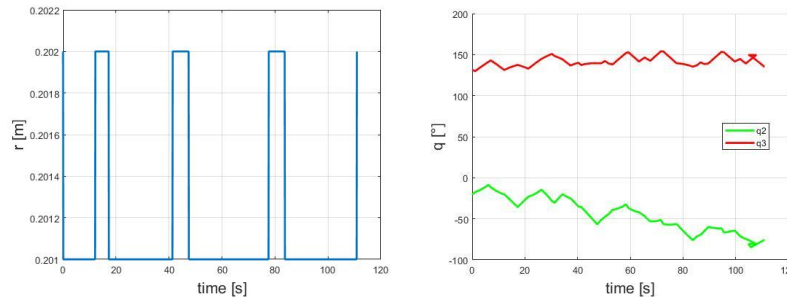


Figure.3 Déplacements articulaires du robot

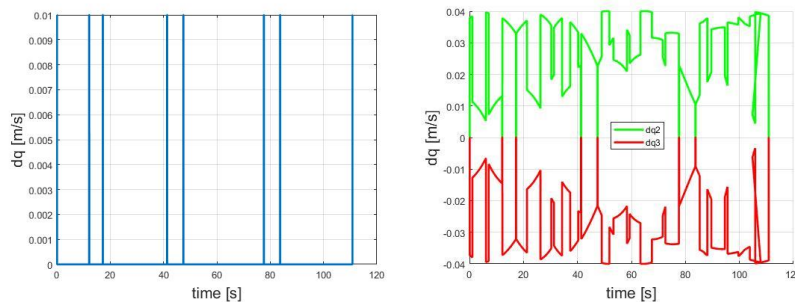


Figure.4 Vitesses articulaires du robot

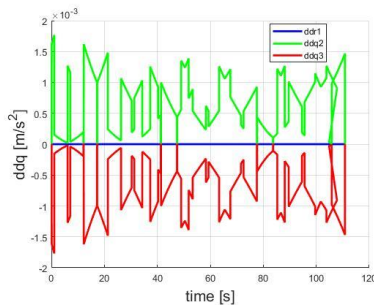


Figure.5 Accélérations articulaires du robot

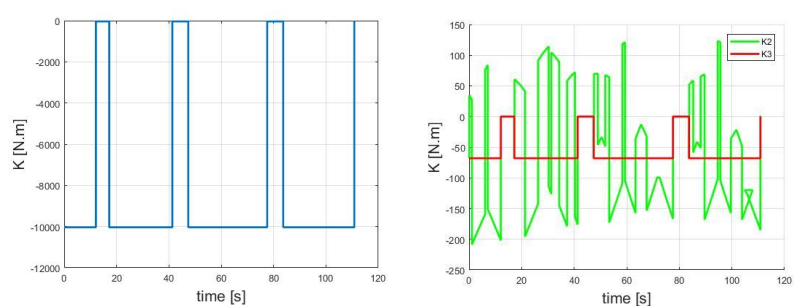


Figure.6 Couples articulaires du robot

Références :

- [1] Denavite J. Hartenberg R.S, A kinematic notation for lower pair mechanism based on matrices, Trans. Of ASME, J. of Applied Mechanics, Vol. 22, juin 1955, p. 215-221.
- [2] Khalil W. Dombre E, Modélisation identification et commande des robots. Hermes science, Paris, 1999.
- [3] Paul R.C.P, Robot manipulators: mathematics, programming and control, MIT press, Cambridge, 1981.
- [4] Angeles J, Fundamentals of Robotic Mechanical Systems (Theory, Methods, and Algorithms) Springer, 2014.
- [5] Osmani E.H, Dynamique Des Systèmes Multicorps Appliquée aux Bras Manipulateurs, mémoire de magister, université Saad Dahlab de Blida, Faculté de technologie, Département de mécanique. Algérie, 2012.
- [6] Luh J.Y.S, Walker M.W, Paul R.P.C, On line computational schema for mechanicals manipulators, Journal of dynamics systems, measurement and control, V. 102, 1980.

Modélisation numérique du transport éolien par la méthode des éléments discrets

HOUSSEM SELMANI¹

¹LMPA, Institut d'optique et mécanique de précision, Université de Ferhat Abbas Sétif 1
Email :selmani.h@univ-setif.dz

Résumé :

La méthode des éléments discrets (DEM) introduite par [1], est parmi les outils les plus puissants pour la simulation des matériaux granulaires. La DEM est basée sur une approche Lagrangienne qui détermine la position, la vitesse et l'orientation des particules à chaque pas du temps durant la simulation. Cette méthode est capable de simuler l'écoulement des grains de propriétés physiques différentes.

De même que pour un assemblage de particules, les forces de contact sont dérivées d'une loi de contact définie (modélisée par un système de ressort / amortisseur), fonction des paramètres du matériau, des interpénétrations des particules et des vitesses relatives. En limitant l'effet des interactions aux seules particules voisines, l'équation du mouvement de Newton peut être résolue explicitement pour chaque particule à chaque pas de temps. L'interpénétration peut être considérée comme la déformation des particules locales au contact, mais est principalement un artifice destiné à expliquer et à simplifier la résolution numérique. Dans ce travail, l'approche par dynamique moléculaire est utilisée et le mot DEM qui sera utilisé pour désigner cette approche particulière couplée avec un modèle RANS pour la phase fluide. La figure (1) montre le résultat de la simulation de 1000 particules.

Key word: Modélisation numérique, éléments discrets, flux de masse saturé.

Résultats :

Le transport de sable stable et homogène est essentiellement quantifié par le flux saturé volumétrique Q_{sat} , c'est-à-dire le volume des particules traversant une surface verticale par unité de temps. Il a la dimension d'une longueur au carré par unité de temps. La question clé est la dépendance de Q_{sat} avec la vitesse de cisaillement ou, de manière équivalente, sur le nombre de Shields Sh . Afin de mettre en évidence cette dépendance, la figure (2) montre le flux saturé redimensionné en fonction du nombre de Shields. Les résultats obtenus sont en bon accord avec les observations expérimentales, nous avons aussi trouvé que le flux saturé a une dépendance linéaire avec le nombre de Shields (ou u^{2}) dans le cas du transport éolien par saltation. La plupart des modèles de transport éolien négligent l'influence de la rétroaction négative du transport sur le flux. Par conséquent, ils ne donnent pas la mise à l'échelle correcte, ce qui prédit Q_{sat} / u^{3*} .*

La figure (2) révèle l'existence d'un seuil de vitesse de cisaillement en dessous duquel le flux s'annule. Plus précisément, nous définissons un nombre de Shields dynamique Sh_d de l'extrapolation de la courbe de flux saturé à 0, ce qui donne dans notre cas $Sh_d = 0.004$ pour l'air ($\rho_p / \rho_f = 2000$) où ρ_p est la masse volumique du sable, ρ_f est la masse volumique de l'air.

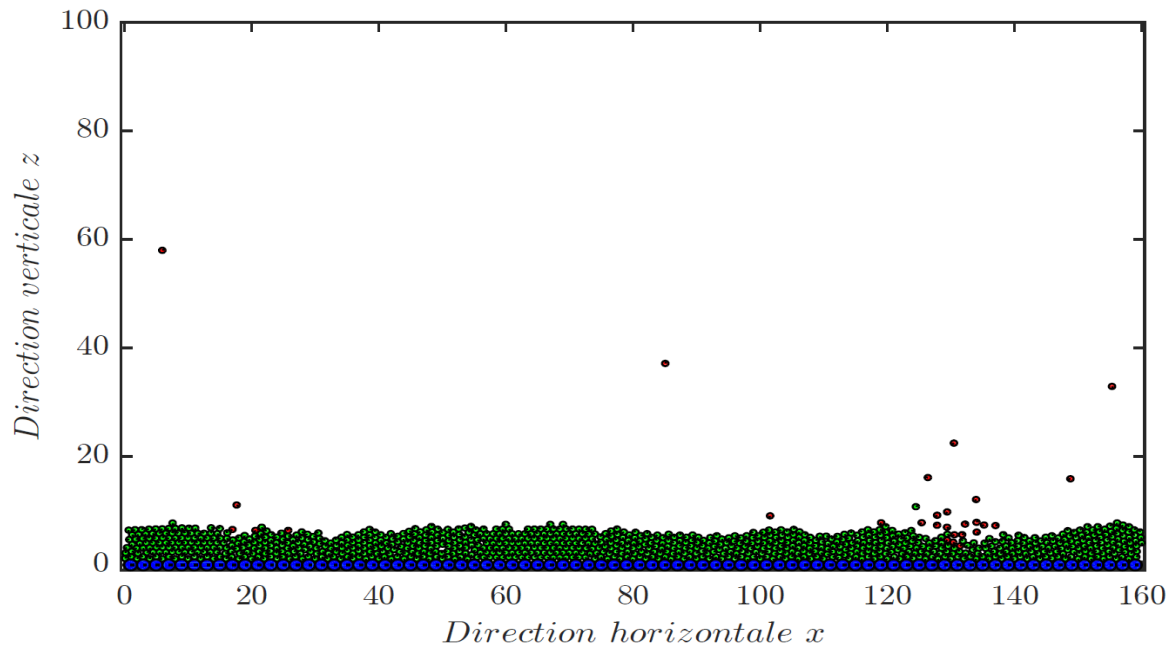


Figure 1. Photo instantanée de la simulation avec un profil de vent initialement logarithmique. Le système contient 1040 particules, le nombre de Shields $Sh = 0.02$. Les couleurs représentent la vitesse des particules.

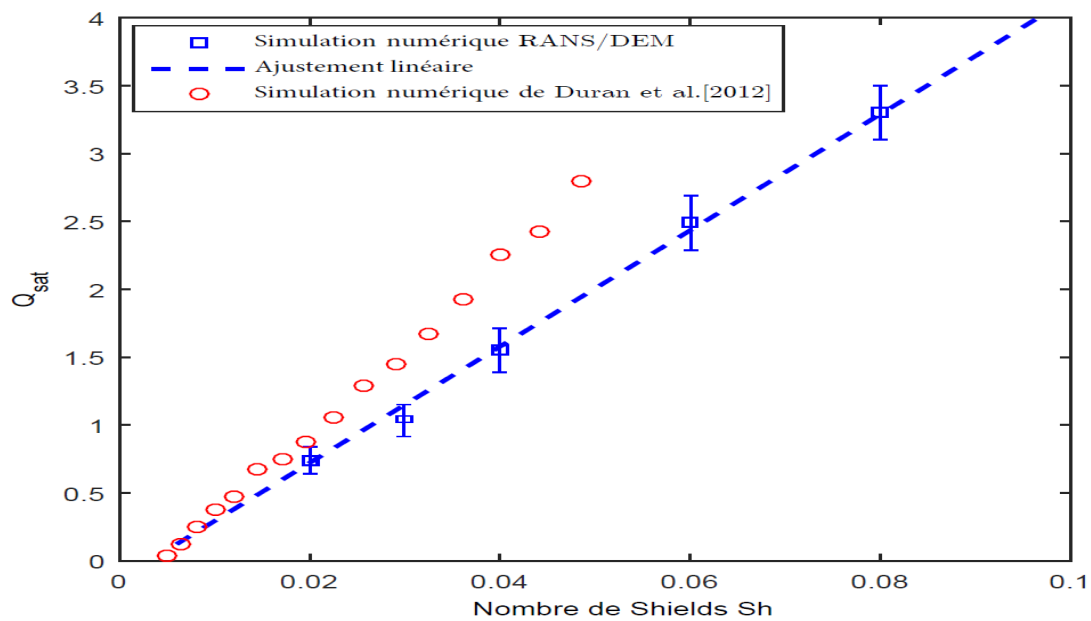


Figure 2. Flux de masse normalisé en fonction du nombre de Shields obtenu avec la simulation numérique et comparé avec les résultats numérique de [2].

Références :

- [1] Cundall, P. A., and O. D. L. Strack (1979), A discrete numerical model for granular assemblies, *Géotechnique*, 29, 47-65.
- [2] Durán, O., B. Andreotti, and P. Claudin (2012), Numerical simulation of turbulent sediment transport, from bed load to saltation, *Physics of Fluids*, 24, 103,306.

A New Hybrid Swarm Intelligence Algorithm for Engineering Applications

SELMANI HOUSSEM¹, HAMMOUDI ABDERAZEK^{1,*}

¹*Applied Precision Mechanics Laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanics, University of Setif 1*

*Email: a_hammoudi@univ-setif.dz

Abstract

The search for the best compromise between economic, mechanical and technological imperatives has always been the primary aim of the mechanical engineer. Most design optimization problems in structural engineering are highly non-linear, include several constraints on stresses, displacements, load carrying capability, and geometrical configuration. Up to now, various optimization algorithms have been developed and introduced to solve engineering optimization problems. These methods can be divided into two major categories, i.e., gradient-based methods and meta-heuristic algorithms. Usually, the gradient algorithms are sensitive to initial values and need the derivatives information of the objective and constraints functions, so it can be as an available option for solving the simple problems while they generally fail to solve real engineering design problems. By contrast, metaheuristic optimizers do not require the gradient information of the optimization problem and use random steps in order to achieve the global or near-global solution.

During the last few decades, the researchers have been developed and proposed various algorithms to solve the variety of real-life engineering optimization problems. In the same context, this paper presents an effective hybrid algorithm based on swarm intelligence approach and gradient-based algorithm for solving complex engineering optimization problems. The performance of the proposed algorithm is numerically tested using seven problems including four unconstrained benchmark functions and three real challenging mechanical problems. The optimization results obtained by the developed variant are compared with those of the literature using different algorithms. The comparisons results illustrate that the proposed method has fast convergence speed and is more successful for most test problems in terms of solution quality and computational efficiency.

Keywords: Meta-heuristics, Swarm intelligence algorithms, Engineering design optimization.

Results

In the first step, the performance of the developed algorithm is tested by optimizing four mathematical functions (F1-F4) collected from the special session CEC 2005 and three mechanical problems. For the functions, our algorithm method is compared with following four implemented optimizers: particle swarm optimization (PSO), grey wolf optimizer (GWO), ant lion optimizer (ALO), sine cosine algorithm (CSA) and whale optimization algorithm (WOA). For faire comparison between the investigated techniques, the population size and the maximum iterations are fixed as: $n_p = 50$, $t_{max} = 300$.

The performances of the meta-heuristics in solving the problem are evaluated in terms of convergence speed, solution quality and robustness. The algorithms are executed 50 times and the statistical results include the best, mean and the worst solutions as well as standard deviation.

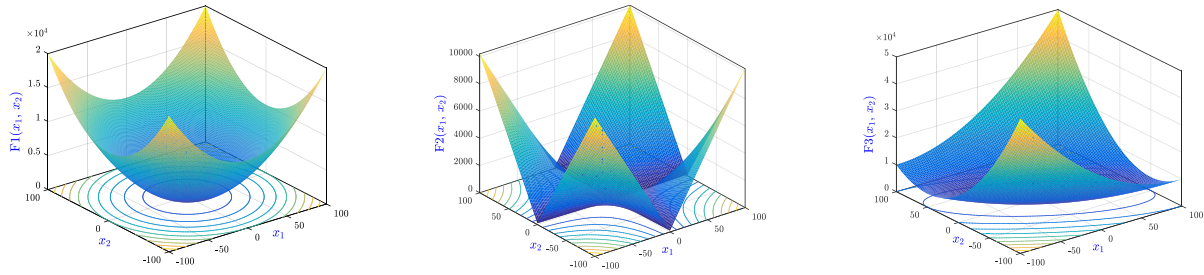


Fig. 1 The 2-D version of the mathematical functions

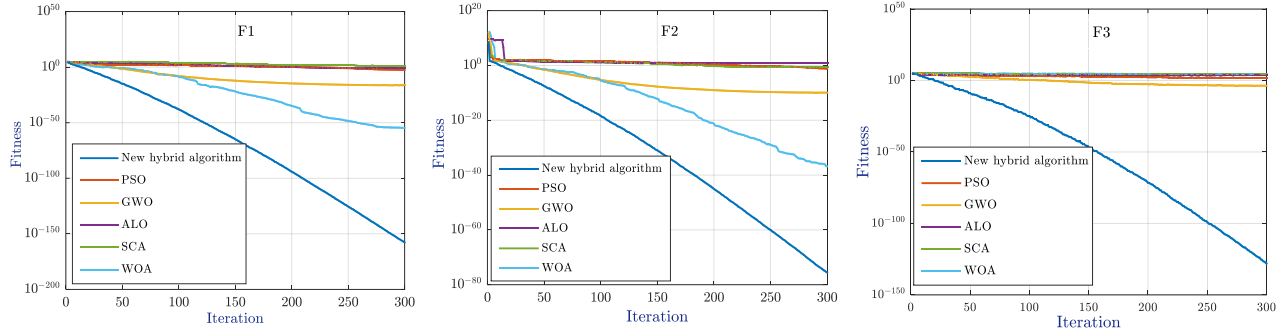


Fig. 2 Convergence curves of the proposed method and other algorithms for mathematical functions

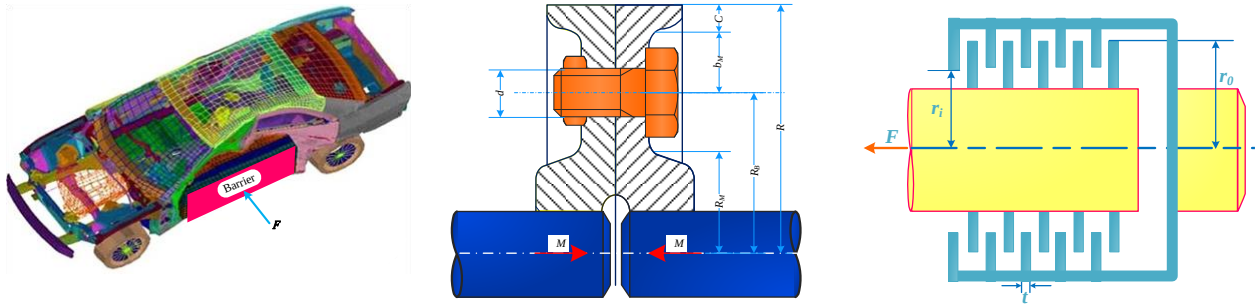


Fig. 3 Schematic view of the mechanical problems

Table 1 Results of the developed algorithm for the benchmark test functions.

Function	$f(x^*)$	Accuracy level	Stat.	WOA	SCA	ALO	PSO	GWO	New hybrid algorithm
F1	0	1.00E-06	Mean	8.22E-46	1.20E+02	4.90E+00	9.06E-03	3.38E-16	2.52E-252
			SD	2.67E-45	1.69E+02	1.40E+01	1.05E-02	3.15E-16	0.00E+00
			SR	100	0	0	0	100	100
			Rank	2	6	5	4	3	1
F2	0	1.00E-06	Mean	3.92E-31	2.55E-01	5.39E+01	2.06E-01	3.67E-10	1.48E-122
			SD	1.31E-30	2.23E-01	4.59E+01	9.95E-02	2.45E-10	8.14E-122
			SR	100	0	0	0	100	100
			Rank	2	5	6	4	3	1
F3	0	1.00E-06	Mean	5.65E+04	1.37E+04	6.78E+03	1.84E+02	5.66E-02	2.66E-224
			SD	1.61E+04	9.07E+03	3.24E+03	6.89E+01	1.78E-01	0.00E+00
			SR	0	0	0	0	0	100
			Rank	6	5	4	3	2	1
F4	0	1.00E-06	Mean	5.34E+01	4.14E+01	2.00E+01	1.65E+00	5.53E-04	1.047E-121
			SD	2.97E+01	1.18E+01	4.43E+00	2.77E-01	4.40E-04	5.566E-121
			SR	0	0	0	0	0	100
			Rank	6	5	4	3	2	1

References:

- [1] Abderazek, H., Ferhat, D., & Ivana, A. (2017). Adaptive mixed differential evolution algorithm for bi-objective tooth profile spur gear optimization. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(5-8), 2063-2073.
- [2] Yildiz, A. R., Abderazek, H., & Mirjalili, S. A Comparative Study of Recent Non-traditional Methods for Mechanical Design Optimization. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1-18.

NUMERICAL STUDY OF MIXED CONVECTION WITH ENTROPY GENERATION IN A SQUARE CAVITY FILLED WITH HYBRID NANOFLUIDS.

ILHEM ZEGHBID¹, RACHID BESSAIH²

¹Institute of Science and Technology, Department of Science and Techniques, University Center Abdel Hafid Boussouf, Mila, 43000, Algeria

²LEAP Laboratory, Department of Mechanical Engineering, University of Frères Mentouri-Constantine, Ain El. Bey road, Constantine, 25000, Algeria.
Email : ze.ilhem@gmail.com

Abstract

Hybrid nanofluids are new nanotechnology fluids that are synthesized by dispersing two different nanoparticles in a conventional heat transfer fluid. The effects of hybrid nanofluids on the flow of mixed convection and entropy generation in a square cavity with a movable upper wall are discussed in this paper. The finite volume method was used in the numerical scheme with the SIMPLE algorithm. The numerical results show that increasing the Richardson number increases the rate of heat transfer, while the incorporation of hybrid nanofluids into the base fluid greatly minimizes the entropy generation within the cavity.

Key word: Hybrid Nanofluid, Entropy Generation, Mixed Convection.

Results

In order to study the mixed convection in a square cavity provided with an active upper wall filled with a Al_2O_3 -Cu / water hybrid nanofluid with ($\phi_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \phi_{\text{Cu}} = 0.02$), simulations were performed for $\text{Ri} = 0.1$ to 20 and $\text{Re} = 10$ to 200, to see the effect of Richardson and Reynolds numbers on the structure of flow and heat transfer. We can see in figure 1 a single cell flow of elliptic form; this is to explain by the fluid trajectory. In addition, forced convection mode (low Ri values), external forces are dominant. The increase in the number of Richardson leads to the transition from convection mode to mixed convection mode. A further increase in Ri causes the convection mode to change to natural convection mode and the main flow is concentrated in the vicinity of the active wall of the cavity. The shearing effect will lead to the formation of the cell becoming increasingly distended with increasing Richardson number.

Figure 2 illustrate the profile of Nu_{avg} , S_i and Be for different values of the volume fraction of nanoparticles for alumina (Al_2O_3) and copper (Cu) for different values of Ri , it is found that the increase in ϕ causes an increase in Nu_{avg} , while S_i and Be tend to decrease as ϕ increases, and this performance of Nu_{avg} is due to the improved thermal conductivity of the hybrid nanofluid. Also the increase in Richardson's number leads to a growth of the heat transfer rate, while the entropy generation and the Bejan number are minimized.

Figure 2 show that the increasing incorporation of the hybrid nanoparticle increases the number of Nusselt on the one hand and on the other hand reduces the irreversibility of the flow and the number of Bejan. So the simulation results revealed that the heat transfer performance increases due to the acceleration of the flow. The presence of hybrid nanoparticles in a base fluid has resulted in a considerable increase in heat transfer.

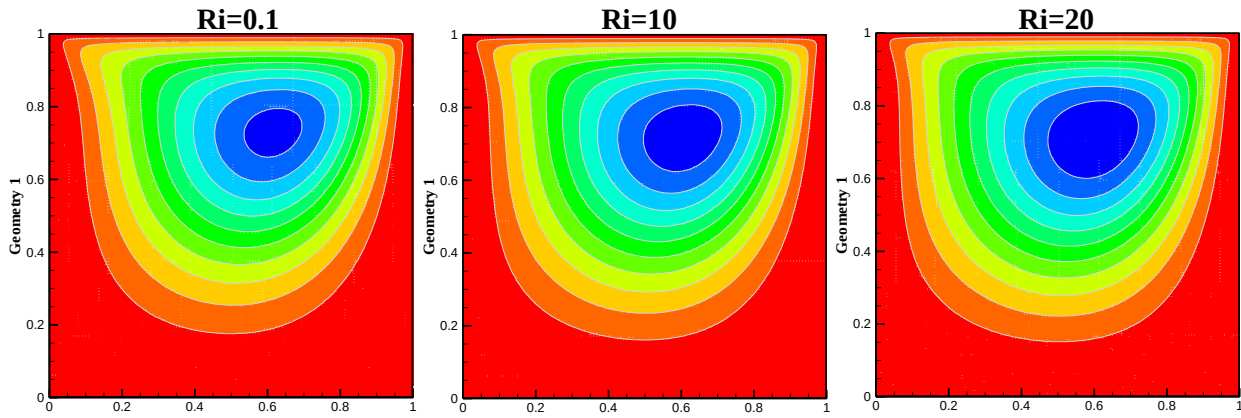


FIGURE 1. Streamlines for Al_2O_3 -Cu / water hybrid nanofluid filled cavity with the variation of Ri and $\text{Re} = 100$, $\phi_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \phi_{\text{Cu}} = 0.02$.

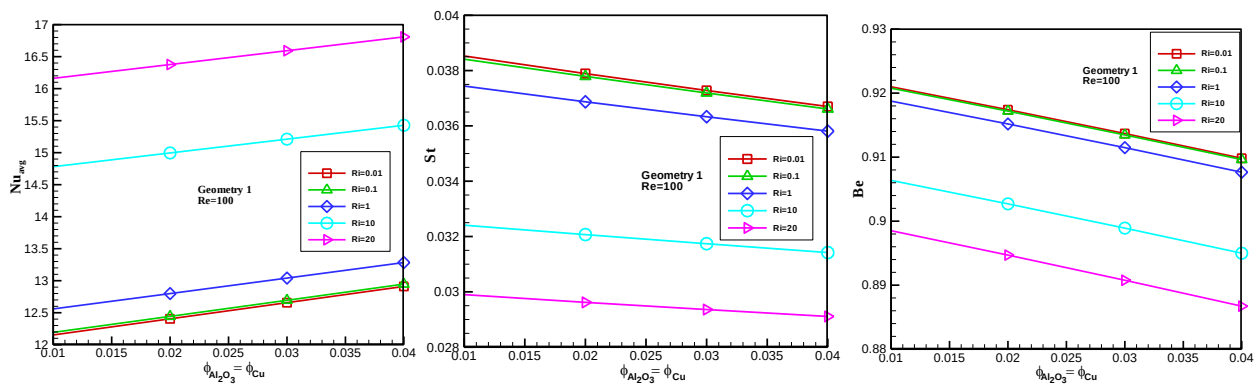


FIGURE 2. Effect of Richardson number on Nu_{avg} , St and Be with different nanoparticle volume fraction.

References:

- [1] J. A. Ranga Babu, K. Kiran Kumar and S. Srinivasa Rao, State-of-art review on hybrid nanofluids, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 77, pp. 551-565 (2017).
- [2] M. Benkhedda, T. Boufendi and S. Touahri, Laminar mixed convection heat transfer enhancement by using Ag-TiO₂-water hybrid nanofluid in heated horizontal annulus, Heat and Mass Transfer (2018).
- [3] A. Karimi and M. Afrand, Numerical study on thermal performance of an air-cooled heat exchanger: Effect of hybrid nanofluid, pipe arrangement and cross section, Energy Conversion and Management, vol. 164, pp. 615-628 (2018).
- [4] C. J. Ho, J. B. Huang, P. S. Tsai and Y. M. Yang, Preparation and properties of hybrid water-based suspension of Al₂O₃ nanoparticles and MEPCM particles as functional forced convection fluid, International Communications in Heat and Mass Transfer, vol. 37, pp. 490-494 (2010).
- [5] Sahoo, R. Rashimi and J. Sarkar, Heat transfer performance characteristics of hybrid nanofluids as coolant in louvered fin automotive radiator, Heat Mass Transfer, vol. 53, pp. 1923-1931 (2017).
- [6] S. Suresh, K. P. Venkitaraj, P. Selvakumar and M. Chandrasekar, Effect of Al₂O₃-Cu/water hybrid nanofluid in heat transfer, Experimental Thermal and Fluid Science, vol. 38, pp. 54-60 (2012).
- [7] M. A. Mansour, S. Siddiqua, R. S. R. Gorla and A. M. Rashad, Effects of heat source and sink on entropy generation and MHD natural convection of a Al₂O₃-Cu/water hybrid nanofluid filled with square porous cavity, Thermal Science and Engineering Progress (2017).
- [8] S. V. Patankar, Numerical heat transfer and fluid Flow, Hemisphere, Washington, DC (1980).

Session A2
" Metrology in mechanics"

Effet des tolérances sur la performance cinématique d'un mécanisme plan

Noufel Belkadi ¹, Ferhat Djeddou ¹, Lakhdar Smata¹

¹Université Ferhat Abbas, Institut d'optique et de Mécanique de Précision, Sétif, Algérie

Email : noufelbelkadi@gmail.com

Résumé

L'objectif de ce travail est de déterminer les erreurs de position, de vitesse et d'accélération dues aux tolérances de fabrication, par l'utilisation de la méthode de linéarisation directe. L'étude se compose de deux parties. La première partie, analyse des tolérances, consiste à la détermination de l'erreur des paramètres cinématiques d'un mécanisme bielle-manivelle dues aux tolérances de fabrication de chaque élément. La deuxième partie, optimisation des tolérances du mécanisme, concentre sur la minimisation des tolérances en utilisant le coût de fabrication comme fonction objectif pour réduire les erreurs cinématique du coulisseau. L'analyse de tolérance permet de réaliser un produit fonctionnel avec un coût optimal.

Mots clés: Analyse de tolérance, Optimisation, Mécanisme bielle-manivelle.

1. Introduction

Le système bielle-manivelle est un système mécanique qui tire son nom des deux pièces mécaniques qui le caractérisent : la bielle et la manivelle. Ce dispositif réalise la transformation du mouvement linéaire alternatif de l'extrémité de la bielle en un mouvement de rotation continu disponible sur la manivelle (vilebrequin), et vice-versa. Sa cinématique, apparemment simple, cache une fonctionnalité technologique de première importance utilisée très couramment dans de nombreux mécanismes : moteur, pompe, scie, barrière automatique, etc.

Dans ce travail une analyse de tolérance d'un mécanisme bielle-manivelle à coulisseau excentrique est effectuée. La première partie de cette étude est consacré à déterminer l'effet des tolérances de fabrication sur la performance cinématique de ce mécanisme, en utilisant la méthode de linéarisation directe comme approche générale et systématique pour quantifier les erreurs cinématiques.

La deuxième partie, optimisation des tolérances du mécanisme, consacrée à la minimisation des tolérances pour réduire les erreurs cinématiques de mouvement de sortie du coulisseau. Pour cela, en utilisant une fonction objectif qui exprime le coût de fabrication en fonction des tolérances des éléments du mécanisme.

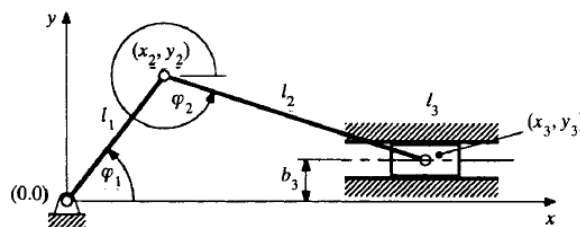
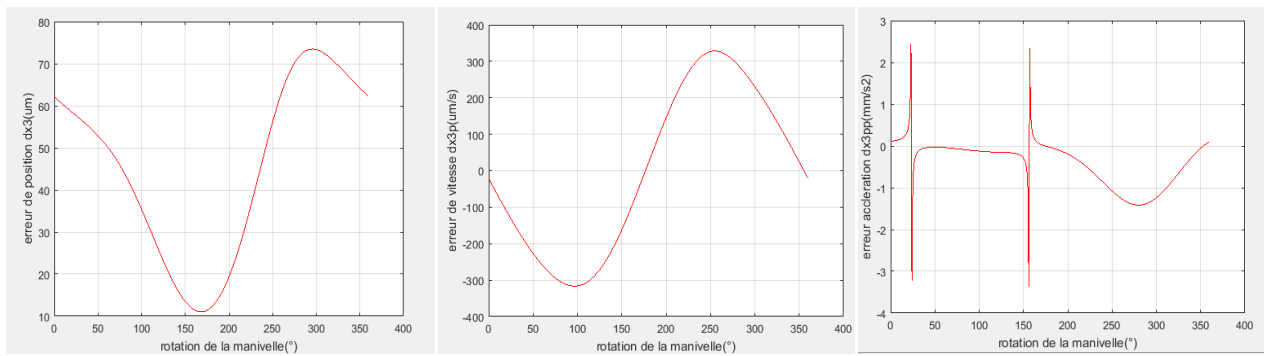


Figure 1. Schéma d'un mécanisme bielle-manivelle à coulisseau excentrique [2].

2. Résultats de l'analyse de tolérance

Un mécanisme de manivelle-coulisseau élémentaire est utilisé ici pour montrer l'influence des tolérances de fabrication sur la performance cinématique d'un mécanisme plan.

2.1. Détermination de l'erreur de position, de vitesse et d'accélération



3. Modèle d'optimisation:

L'optimisation de la synthèse de la tolérance de la bielle-manivelle à coulisseau est utilisée pour assurer la précision de sortie requise au coût de fabrication le plus bas.

$$\text{Min } C = \min [G_1(\delta l_1) + G_2(\delta l_2) + G_3(\delta b_3)]$$

$$\text{Soumis à: } g_1 = \gamma > 1.96$$

3.1. Présentation des résultats d'optimisation

	Solution initiale	Solution optimale
δl_1	0.05	0.0364590
δl_2	0.07	0.0380532
δb_3	0.04	0.0278652
Facteur de confiance γ	0.5936	1.9612
Le cout de fabrication	71.9443	52.7250

Références :

- [1] P. Flores, "A Methodology for Quantifying the Kinematic Position Errors due to Manufacturing and Assembly Tolerances," *Journal of Mechanical Engineering*, vol.576, pp. 457–467, 2011.
- [2] A. Fogarasy, "The influence of manufacturing tolerances on the kinematic performance of mechanisms," *Proc Instn Mech Engrs*, vol. 212, pp. 35–47, 1997.
- [3] Z. Dong, "New Production Cost-Tolerance Models for Tolerance Synthesis," *Journal of Engineering for Industry*, vol. 116, pp. 199–206, 1994.

Etude analytique et numérique du comportement thermoélastique de filaments doublement spiralés

Nacera BENGHANEM^(*); Abdelhamid BECHEUR^(**)

(*) Laboratoire de Physique Théorique **LPT**, Faculté des Sciences Exactes, Université de Bejaia, 06000 Bejaia, Algérie
Auteur correspondant : email : nbenghanem@yahoo.fr

(**) Laboratoire de Recherche en Hydraulique Appliquée et Environnement **LRHAED** Département de Génie mécanique
Faculté de Technologie Université de Bejaia.; Email : abdelhamid_becheur@yahoo.fr

Résumé—Les filaments de lampes à incandescence sont des éléments indispensables dans l'industrie de l'éclairage. Ils sont constitués d'un fil en tungstène enroulé selon une structure configurée soit en simple, soit en double ou en triple spiralage. En fonctionnement, ces filaments s'affaissent sous l'effet de leurs propres poids et de la température. Ce qui est l'origine d'une mortalité précoce d'un nombre considérable de lampes. A priori, les calculs de conception et de dimensionnement de telles structures complexes (double et triples) ont d'abord été effectués analytiquement. Cependant, en raison des limites des méthodes analytiques, l'analyse de telles structures, a pu être traitée numériquement par la méthode des éléments finis. En effet, ceci a permis non seulement de surmonter la principale difficulté liée à la modélisation géométrique mais également d'offrir diverses possibilités de couplages dans les lois de comportement telles que: la thermo élasticité, la thermo plasticité, la thermo élasto-viscoplasticité, etc. Pour le présent papier, nous nous limiterons uniquement à la simulation numérique de filaments doublement spiralés en comportement thermoélastique. En effet, les résultats obtenus ont montré une influence négligeable des sollicitations dues à la variation de la température devant celles dues au poids propre, d'une part. Et d'autre part, une forte sensibilité vis-à-vis de l'angle d'inclinaison du filament par rapport à la verticale, a été mise en évidence. Par ailleurs, l'approche analytique s'est avérée qualitativement utile dans l'analyse des résultats numériques.

Mots clés— poids propre; filaments DS; inclinaison; température; thermoélasticité; approche analytique, éléments finis.

I. INTRODUCTION

Le principe de fonctionnement d'une lampe halogène à incandescence est basé sur le fort échauffement du filament lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Sous l'effet conjugué de la haute température et des sollicitations induites par son propre poids, le filament s'affaisse en se déformant jusqu'à la rupture.

Par ailleurs, le filament est obtenu après une série d'enroulements successifs du fil en tungstène. Ce qui donne lieu à des configurations géométriques dites à simple, double, ou triple spiralage [1] [2]. Pour la présente étude, nous nous limiterons au cas de filament à configuration doublement spiralée (DS) (figure 01). L'objectif de cet article étant d'étudier son comportement mécanique, le filament DS, monté horizontalement dans une ampoule électrique présentera initialement de la flexion. Ce qui rend l'étude analytique d'avantage complexe et difficile. Pour simplifier, nous avons entrepris cette étude sur un filament dont la position est verticale. Son extrémité inférieure est soumise à un effort de traction uni-axial vertical $\vec{T}$ représentant son propre poids tandis que la section transversale de l'extrémité supérieure du filament est bloquée aussi bien en translation qu'en rotation.



$\vec{T}$

Figure 01 : Modèle de filament doublement spiralé soumis à une force concentrée $\vec{T}$ représentant son propre poids

Cela étant dit, notre objectif consiste à déterminer les modes de sollicitations et de déformations les plus prépondérants ainsi que les différentes distributions des contraintes (normales et tangentielles) au sein des sections transversales le long du fil. L'étude relative à la position verticale a été menée conjointement de façon analytique et numérique par la méthode des éléments finis (figure 01). Tandis que les autres positions (inclinaison et horizontale), n'ont été étudiées que numériquement. Par ailleurs, en raison de sa complexité, la prise en compte des effets de la variation de la température, n'a pu être effectuée que numériquement. Ainsi, la simulation numérique par éléments finis, a permis non seulement de surmonter la difficulté liée à la modélisation géométrique mais de réaliser diverses possibilités de couplages en lois de comportement tels que : la thermoélasticité, la thermo plasticité, la thermo-élasto-visco-plasticité, etc...[3].

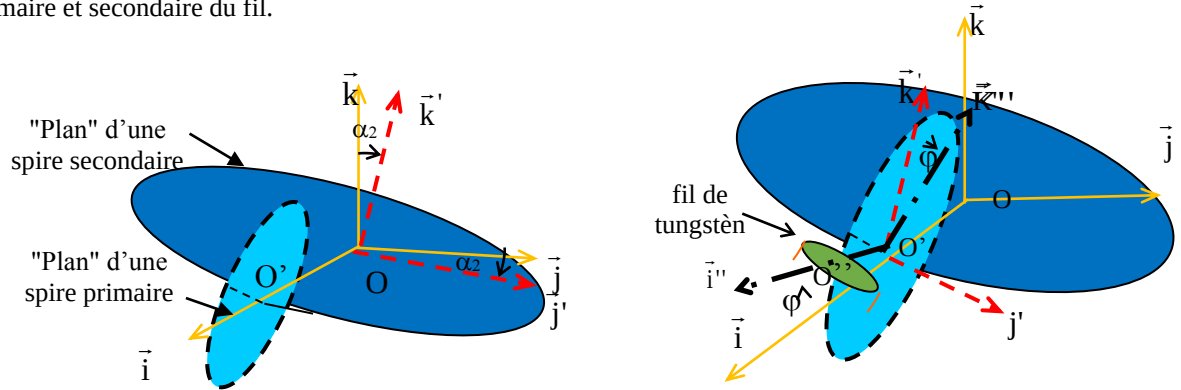
II. METHODE ANALYTIQUE

La méthode analytique est basée sur les principes de l'analyse vectorielle des forces et des moments appliqués sur les sections droites du fil, ainsi que sur des théories de la résistance des matériaux [4].

A. Définition des repères

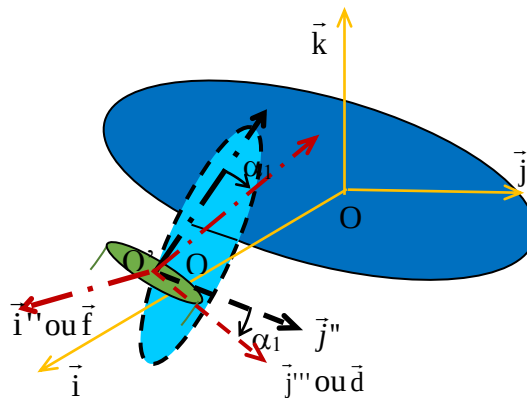
Les transformations successives à partir du repère initial $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ lié à la spire secondaire (grande spire : figure 2a) vers le repère final lié à la section transversale du fil $(O'', \vec{d}, \vec{e}, \vec{f})$ (figure 2c) en passant par le repère $(O', \vec{i}', \vec{j}', \vec{k}')$ (lié à la spire primaire ou petite spire figure 2b) sont représentées sur la figure 02ci dessous.

On définit respectivement par α_1, α_2 , R_1 et R_2 les angles d'hélices et les rayons moyens d'enroulement primaire et secondaire du fil.



a) Définition des repères $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ et $(O', \vec{i}', \vec{j}', \vec{k}')$.
Rotation autour de l'axe $\vec{i}$ d'un angle α_2 .

b) Repère $(O', \vec{i}', \vec{j}', \vec{k}')$. Rotation
d'un angle φ autour de l'axe $\vec{j}'$



c) Repère $(O'', \vec{i}'', \vec{j}'', \vec{k}'')$ Rotation d'un angle α_1 autour de l'axe $\vec{i}''$.

Figure 02 – Définition des repères

B. Distribution des forces et des moments

En se basant sur une analyse vectorielle, la distribution des forces $\vec{T}$ et des moments $\vec{M}$ dans le repère lié à la section transversale du fil (O'' , $\vec{d}$, $\vec{e}$, $\vec{f}$) conduit aux résultats suivants :

$$\vec{T} = \begin{pmatrix} T \cos \alpha_1 \sin \alpha_2 + T \sin \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \varphi \\ T \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 - T \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \varphi \\ -T \cos \alpha_2 \sin \varphi \end{pmatrix} \quad (\text{II.1})$$

Le moment $\vec{M}_{\vec{T}}$ est obtenu en utilisant le produit vectoriel, tel que : $\vec{M}_{\vec{T}} = \vec{O''O} \wedge \vec{T}$. S'exprimant dans le repère (O'' , $\vec{d}$, $\vec{e}$, $\vec{f}$), par le résultat suivant :

$$\vec{M}_{\vec{T}} = \begin{pmatrix} M_d = -R_2 T \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 + R_2 T \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \cos \varphi + R_1 T \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 - R_1 T \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \varphi \\ -R_2 T \sin \alpha_1 \cos \alpha_2 - R_2 T \cos \alpha_1 \sin \alpha_2 \cos \varphi - R_1 T \cos \alpha_1 \sin \alpha_2 - R_1 T \sin \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \varphi \\ -R_2 T \sin \alpha_2 \sin \varphi \end{pmatrix} \quad (\text{II.2})$$

Les distributions des moments de flexion résultant M_{res} et de torsion M_e , en fonction de l'angle φ , telles que : $\alpha_1 = 9.85^\circ$, $\alpha_2 = 7.85^\circ$, $R_1 = 82.55 \mu\text{m}$, $R_2 = 347.95 \mu\text{m}$ et $r_f = 24 \mu\text{m}$ sont représentées sur la figure 03

D'après l'équation (II.2), nous avons représenté sur la figure 03 les Composantes du moment $\vec{M}_{\vec{T}}$ en fonction de l'angle φ , une valeur de l'intensité de la force appliquée $\vec{T}$, telles que : $\alpha_1 = 9.85^\circ$, $\alpha_2 = 7.85^\circ$, $R_1 = 82.55 \mu\text{m}$, $R_2 = 347.95 \mu\text{m}$ et $r_f = 24 \mu\text{m}$.

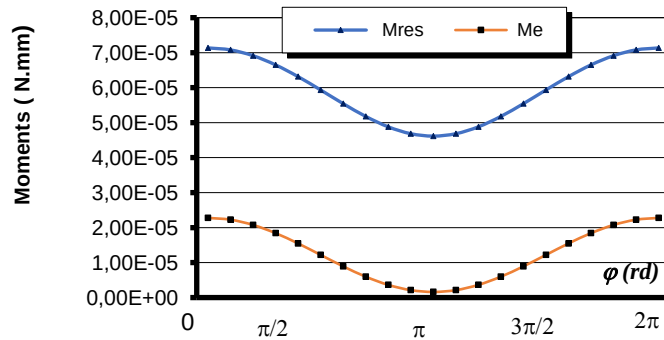


Figure 03 -Moment de flexion résultant et de torsion en fonction de l'angle φ pour $T=1,74 \cdot 10^{-4} \text{N}$.

C. Calcul des contraintes normales totales :

La contrainte normale totale due aux composantes des forces et des moments s'écrit :

$$\sigma = \frac{T \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 - T \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \varphi}{\pi \cdot r_f^2} + \frac{M_d \cdot x_{\vec{f}}}{I_d} + \frac{M_f \cdot x_{\vec{d}}}{I_f}$$

Avec, $x_{\vec{d}}$, I_d et $x_{\vec{f}}$, I_f représentent respectivement les coordonnées et les moments d'inertie par rapport aux axes $\vec{d}$ et $\vec{f}$ et r_f le rayon de la section droite du fil supposée circulaire, telle que :

$$I_d = I_f = \frac{\pi \cdot r_f^4}{4}$$

On note également que la contrainte σ est proportionnelle à l'intensité de la force appliquée T , et varie en fonction de l'angle φ . Cet angle permet de balayer toute la configuration du filament.

D. Représentation graphique des contraintes normales totales :

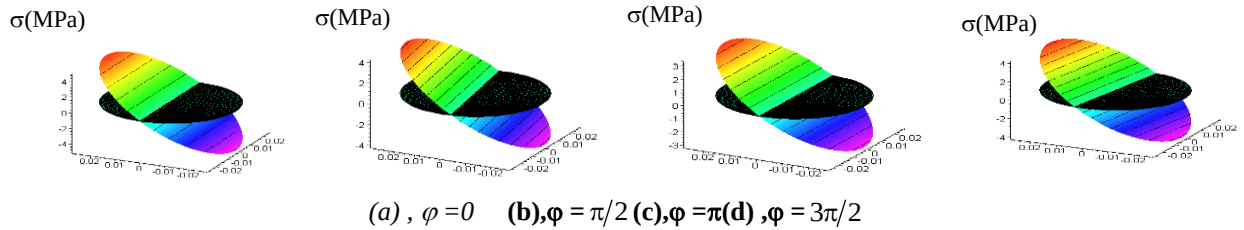


Figure 04– Représentation graphique des contraintes normales en (MPa) dans un filament Doublement Spirale pour $T = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ et pour différentes valeurs de φ (rd).

Les contraintes normales maximales se trouvent au niveau des sections dangereuses. Celles-ci (figure 04) correspondant à $\varphi = 0$. Les valeurs des contraintes maximales pour une force appliquée $T = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ N}$, sont données respectivement : $\sigma_{\max} = 4,862 \text{ MPa}$ et $\sigma_{\min} = -5,014 \text{ MPa}$.

E. Calcul des contraintes de cisaillement :

Les contraintes de cisaillement s'exerçant selon l'axe $\vec{d}$:

$$\tau_{\vec{d}} = \frac{T \cos \alpha_1 \sin \alpha_2 + T \sin \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \varphi}{\pi \cdot r_f^2} + \frac{2M_{\vec{e}}}{\pi \cdot r_f^4} \cdot x_{\vec{f}}$$

Et la seconde s'exerçant selon la direction de l'axe $\vec{f}$:

$$\tau_{\vec{f}} = -\frac{T \cos \alpha_2 \sin \varphi}{\pi r_f^2} + \frac{2M_{\vec{e}}}{\pi r_f^4} \cdot x_{\vec{d}}$$

Au niveau des sections d'angle $\varphi = 0$, nous avons représenté au tableau 01, les valeurs extrêmes des contraintes normales σ et tangentielles τ et ce, pour diverses valeurs de l'intensité de la force appliquée T . Dans le cas du filament à spires rapprochées :

T (10^{-4} N)	$\sigma_{\max}$ (MPa)	$\sigma_{\min}$ (MPa)	$\tau_{\max}$ (MPa)
10	34.41	-35.49	7.71
20	68.83	-70.99	15.43
30	103.23	-106.48	23.14

Tableau 01 : valeurs extrêmes des contraintes normales et tangentielles pour ($\varphi = 0$)

III. ANALYSE NUMERIQUE PAR LA METHODE DES ELEMENTS FINIS

La méthode numérique est basée sur la discrétisation géométrique de la structure doublement spiralée en éléments finis de poutres tridimensionnelles de type Timoshenko (prenant en compte toutes les énergies de déformations) à six degrés de libertés par nœud (trois translations et trois rotations). Le chargement dû au poids propre, est appliqué sur l'axe géométrique « curviligne » passant par le centre de gravité des sections droites du fil. Il est donc plus proche de la réalité. Le chargement dû au gradient thermique correspond à la variation de la température de fonctionnement de la lampe [1], à partir d'une température initiale de référence. Les calculs numériques ont été menés dans le domaine thermoélastique linéaire.

Sur la figure 05, nous observons la déformée due à l'action isolée de la variation de la température. Il s'agit d'une dilatation dans le plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du filament.

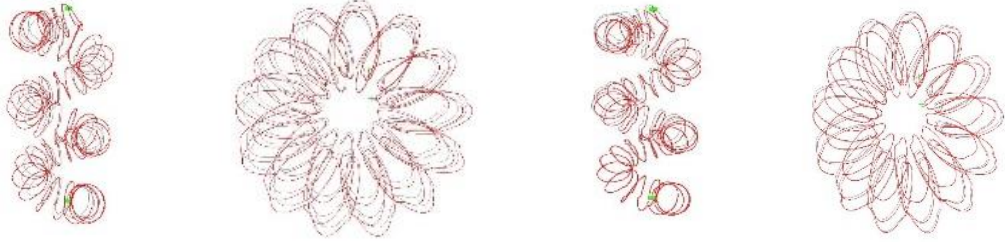


Figure 05 : Vues longitudinale et transversale des déformées du ressort DS sous l'action isolée de la variation de température. Figure 06 : Vues longitudinale et transversale des déformées du ressort DS sous poids propre et variation de température

Sur la figure 06,, nous observons la déformée due à l'action combinée du poids propre et la variation de la température. Il s'agit essentiellement d'un allongement de la partie supérieure et d'un rétrécissement de la partie inférieure selon l'axe longitudinal et vertical.

En utilisant la méthode des éléments finis[5] [6] [7], les calculs effectués, ont permis d'obtenir les résultats représentés sur les figures 07 et 08

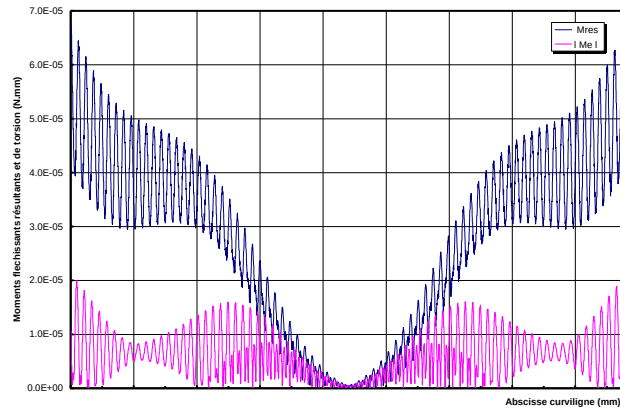


Figure 07 : Distribution des moments de flexion résultants et de torsion dans le filament DS à spires serrées et soumis à son poids propre

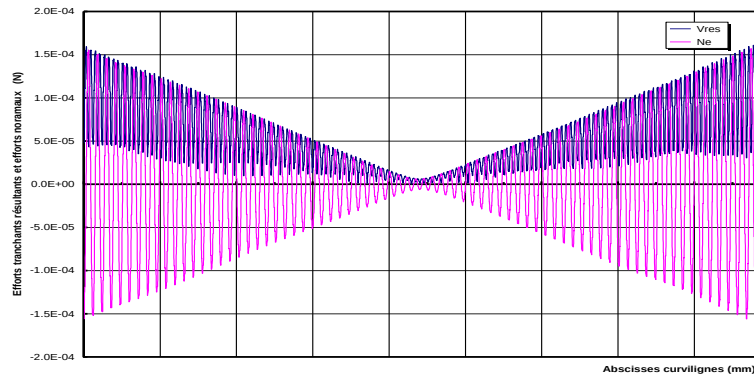


Figure 08 : Distribution des efforts tranchants résultants et normaux dans les sections du filament sous poids propre

Dans le cas de l'action isolée de la variation de température, les calculs effectués, ont permis d'obtenir les résultats représentés sur la figure 09.

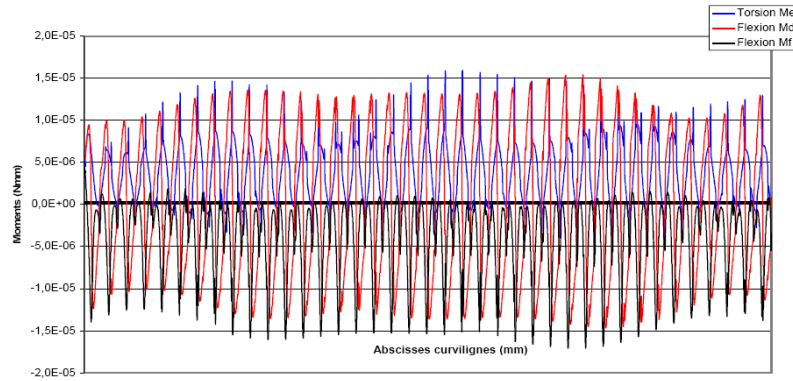


Figure 09 : Moments de torsion et de flexion dus à la variation de la température seule.

IV. RESULTATS ET CONCLUSION

D'après les calculs analytiques. Nous constatons sur la figure03, que les moments de flexion résultants sont environ trois fois plus élevés que ceux de la torsion M_e et cela pour un angle φ variant de 0 à 2π (i.e pour toutes les sections de la spire primaire).

La représentation graphique en iso-couleurs des contraintes normales, indique la présence de deux zones. L'une où, la section du fil subit des contraintes normales positives de traction ($\sigma > 0$), tandis que l'autre, subit des contraintes normales de compression ($\sigma < 0$).

Sur le tableau 01, les valeurs extrêmes des contraintes normales sont de signes opposés, et que leurs intensités sont pratiquement du même ordre de grandeur. Comparées aux contraintes normales, les intensités des contraintes principales de cisaillement sont relativement faibles. Elles sont six fois inférieures.

A l'issue de ces résultats analytiques, on déduit, à priori, que, sous l'effet d'une force uni-axiale T de traction, portée par l'axe longitudinal, le filament **DS** à spires serrées, subit essentiellement de la flexion.

D'autre part, il est numériquement facile de constater, une amplification des moments de flexion résultant (figures 07) ainsi que des efforts axiaux et tranchants (figure 08) et ce, au fur et à mesure que l'on s'approche des extrémités encastrees. En effet, les moments résultants de flexion sont en moyenne trois fois plus élevés que ceux de la torsion. Ce résultat montre une bonne concordance avec les résultats analytiques établis en figure 3. Par ailleurs, il est à remarquer que les ordres de grandeur des courbes de ces deux figures (3 et 07), sont très proches.

Cela étant dit, il est important de noter qu'en raison des problèmes d'instabilités rencontrés lors des calculs numériques lorsqu'on néglige les encastremets des extrémités du filament d'une part, et de la complexité des calculs analytiques à en tenir compte d'autre part, la comparaison quantitative et directe des résultats numériques et analytiques ne peut être effectuée. Toutefois, du point de vue qualitatif, l'approche analytique s'est avérée utile à l'analyse et à l'interprétation de certains résultats numériques.

Enfin, dans le cas de l'action isolée de la variation de température, La déformée due à l'action combinée du poids propre et de la variation de la température (figure 05) montre que l'effet de la dilatation (ou du gonflement des spires) est inexistant lors du couplage poids propre température. Ainsi nous concluons que, la dominance de la déformée due au poids propre est quasi-totale.

En ce qui concerne la distribution des efforts internes, nous constatons que les moments de torsion présentent les mêmes ordres de grandeur que ceux de la flexion. Les intensités des moments dus à la variation de la température sont de l'ordre de 10^{-5} Nmm. Ils sont donc négligeables devant ceux dus au poids propre qui sont de l'ordre de 10^{-4} Nmm. Ceci permet de confirmer qu'en comportement thermoélastique linéaire, l'effet de la température demeure négligeable devant celui du poids propre.

V. REFERENCES

- 1- BENGHANEM, N « Contribution à la modélisation du comportement mécanique des filaments de tungstène sous diverses configurations d'enroulement » Thèse de Doctorat en Sciences USTHB Alger (2010)
- 2- BENGHANEMN; KAOUA S; BECHEUR A; AZZAZ M. "Modélisation of thermoelastic Behavior of tungsten filament in simple and twin helical configuration" International Journal of solids and structure IJSS. Vol 44, Elsevier (2007).
- 3- LEMAITRE; J. CHABOCHE, J.L. « Mécanique des matériaux solides » Dunod Paris (1985).
- 4- TIMOSHENKO, S. « Résistance des matériaux » Dunod Paris (1968).
- 5- ZIENKIEWICZ O.C, TAYLOR R.L and ZHU J.Z « The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals » 7th Edition (2013)
- 6- M SHIMOSEKI M, HAMANO T, IMAIZUMI T "Finite Element Method for Springs"—Springer (2003)
- 7- BATHE KJ "Finite element Procedures"
Ed K.J. Bathe, Watertown, MAUSA 2nded (2014)

Super-resolution interference microscopy by photonic jet microlens

RAYENNEBOUDOUKHA^{1,2*}, STEPHANE PERRIN¹, SYLVAIN LECLER¹, ASSIA GUESSOUM², PAUL MONTGOMERY¹, NACER-EDDINE DEMAGH²

¹ICube Laboratory, University of Strasbourg - CNRS, 67412 ILLKIRCH, France

²Applied Optics Laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanics, Ferhat Abbas University Setif1, 19000 SETIF, Algeria

Email: rayenne.boudoukha@etu.unistra.fr / rayenneboudoukha@univ-setif.dz

Abstract

Interference microscopy is a non-invasive, label-free and high-axial-sensitivity imaging technique commonly used for measuring surface roughness, for reconstructing the topography of micro- and nanostructures or for visualizing biological elements in 3D. Photonics Instrumentation and Processes team of ICube Laboratory is pioneering in further enhancements of experimental conditions in interference microscopy. Recently, combination of interference microscopy with the new super-resolution imaging technique has been experimentally demonstrated. Microsphere-assisted interference microscopy allows the 3D reconstruction to be performed with a high accuracy and a more homogeneous spatial resolution.

Key word: Microsphere, Super resolution, Nanoscopy, Interferometry

Method

Microscopy methods with nanoscale imaging capability in all three dimensions have been widely used in the life science, materials science, and industrial fields. white-light interferometry method (WLI) has a vertical resolution (as high as 0.3nm) comparable to that of scanning probe microscopy and is capable of surface profiling over a large area [10]. However, its lateral resolution is restricted by the diffraction-limited optical resolution of the objective lens used [1]. Microsphere-assisted microscopy is a new two-dimensional super-resolution imaging technique, which allows the limit of lateral resolution to be overcome by introducing a transparent microsphere in white light classical optical microscope, the combination of optical interferometry with nanoscopy based on microspheres, giving microsphere-assisted interference microscopy. Microsphere-assisted interference microscopy is a powerful imaging technique allowing a quantitative measurement and reconstruction of the surface topology. So microsphere-assisted interference microscopy is perceived as a major breakthrough in providing a more uniform 3D resolution of samples [2]. Our IPP team is among the first who developed this technique [3].

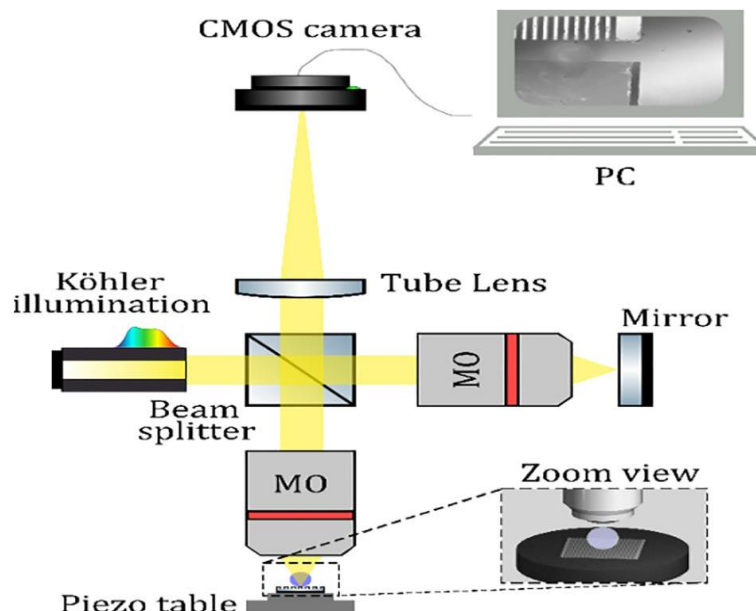


Figure 1. Layout of the experimental setup based on a Linnik configuration. The object arm consists of the microscope objective MO to collect the virtual image generated by the microsphere, the sample, and the piezo-actuator device. A similar MO and a reference mirror make up the reference arm. Both are illuminated by a broadband light source with a Köhler arrangement. The interference pattern is recorded by the camera through the tube lens [5].

Recently, we designed an experiment to show that microsphere-assisted interference microscopy provides label-free nano-3D imaging. Our reflective interferometric setup is based on the Linnik interferometric configuration which consists of two perpendicular arms, as shown in Figure 1. The incident beam from the white light source is divided into two beams, that is the reference and the object arms, by the beam splitter cube. In the reference arm, the beam passes through a microscope objective MO (X50, NA/0.3) and is then back-reflected by the reference mirror to be collected by the MO. In the object arm, the light beam illuminates the sample with a similar MO and the soda lime silica glass microsphere (diameter of 24 μm and refractive index of 1.5). Then, the MO collects the virtual image of the sample provided by the microsphere. The piezo-electric device supporting the sample, allows the application of the phase-shift between the two arms of the interferometer. The five-step algorithm is used with a phase shift of $\pi/2$. Finally, the beam splitter cube combines the two beams and the CMOS camera records the interference through the tube lens. To evaluate the height of the features of the sample, the phase reconstruction is first digitally unwrapped and then converted into an optical path difference (OPD) distribution [5]. The imaging performance in 2D and in 3D has been compared in order to highlight the improvement in lateral resolution in topography reconstruction. The best improvement in spatial resolution is a value of 300 nm in air for 3D imaging with a sphere diameter of 6 μm . However, in 2D imaging is about 265 nm using a sphere diameter of 6 μm [4].

Results

The 3D measurement obtained with the MAPS system in white light through a 24 μm diameter glass microsphere (Figure 2) shows that the grating is magnified by a factor of 3.65 and gives a measured averaged depth of 24.5 nm [5].

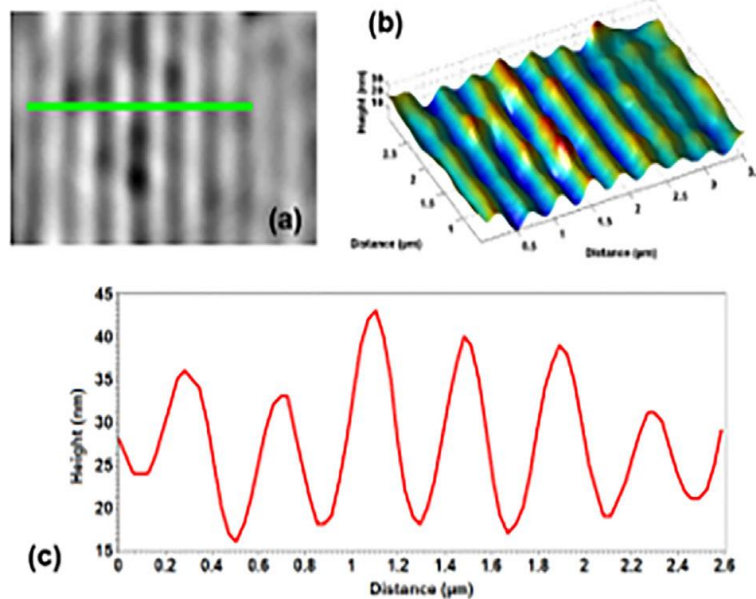


Figure 2. Measurements of a 0.4- μm -pitch grating with a 24- μm -diameter microsphere and 50x Leitz-Linnik (NA=0.3) (a) Surface topography and (b) 3D measurement through the microsphere. (c) Profile from (a) [5].

The 3D measurement obtained through a 24 μm diameter glass microsphere (Figure 3) shows that the grating is magnified by a factor of 4.4 and a measured averaged depth of 27 nm. It can be noted that the magnification factor in this case is different from that in the measurement in Figure 2 because of the change of the source wavelength which influences the results, that is the magnification and the resolution. Furthermore, figure 3 show the limit of lateral resolution in 3D super resolution imaging.

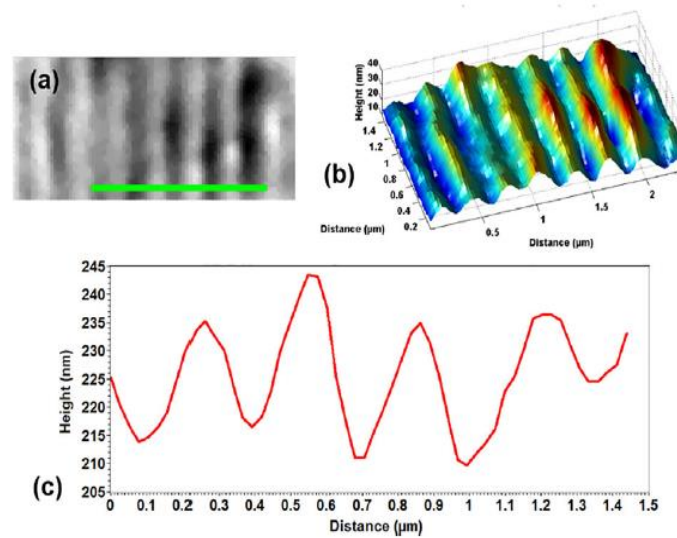


Figure 3. Measurements of a 0.3- μm -pitch grating with a 24- μm -diameter microsphere and 50x Leitz-Linnik ($\text{NA}=0.3$) (a) Surface topography and (b) 3D measurement through the microsphere. (c) Profile from (a) [5].

References:

- [1] F. Wang et al., "Three-Dimensional Super-Resolution Morphology by Near-Field Assisted White-Light Interferometry," *Sci. Rep.* 6, 24703 (2016).
- [2] S. Perrin, S. Lecler, P. Montgomery, "Microsphere-Assisted Interference Microscopy," in *Label-Free Super-Resolution Microscopy* (eds V. Astratov), Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering, Springer (2019).
- [3] I. Kassamakov, S. Lecler, et al., "3D Super-Resolution Optical Profiling Using Microsphere Enhanced Mirau Interferometry," *Sci. Rep.* 7, 3683 (2017).
- [4] S. Marbach et al., "Microsphere-assisted imaging of sub-diffraction-limited features," *Proc. SPIE 11056, Optical Measurement Systems for Industrial Inspection XI*, 110560R (2019)
- [5] A. Leong-Hoi et al., "High Resolution Microsphere-Assisted Interference Microscopy for 3D Characterization of Nanomaterials," *Phys. Status Solidi A* 215, 1700858(2017).

Mesure et Contrôle des Petits Angles par Interférométrie Optique

AISSA. MANALLAH

*Institut d'optique et Mécanique de Précision
Université Ferhat Abbas-Sétif 1*

Abstract:

Une technique de mesure angulaire basée sur un interféromètre optique est présentée. Cette technique exploite une configuration interférométrique de Michelson dans laquelle un prisme à angle droit appelé rétro réflecteur est introduit dans le faisceau objet. La rotation du rétro réflecteur, porté par un goniomètre, autour de son axe résulte en une différence du chemin optique entre le faisceau de référence et le faisceau objet. L'optimisation des différents paramètres rend la différence du chemin optique entre les deux faisceaux approximativement linéaire pour une rotation allant jusqu'à $\pm 2^\circ$.

L'interféromètre a une bonne précision et peut être utilisé pour des applications micromécaniques, notamment pour le contrôle de rectitude des surfaces mécaniques, calibration des machines-outils, ajustage des systèmes mécaniques dans les spectromètres, etc.

Dispositif interférentiel de mesure d'angles

Le dispositif de mesure réalisé comporte deux parties, l'une optique et l'autre électronique.

- La partie optique qui constitue l'**interféromètre** proprement dit comporte : un prisme rétro réflecteur taillé dans du verre optique de type Flint, un laser He-Ne (632,8 nm ; 5 mW), deux miroirs plans, un cube séparateur et un système de filtrage et d'élargisseur de faisceau.
- La partie électronique qui constitue le **compteur de franges**, se compose de deux circuits imprimés, l'un pour l'amplification du signal électrique issu à la sortie de la photodiode, et l'autre pour le comptage et l'affichage du nombre de franges.

Montage et procédure de mesure des angles

La mesure des angles par interférométrie utilise l'interféromètre de Michelson avec rétro réflecteur dans le principe est expliqué ci-dessous par le schéma de la figure 1:

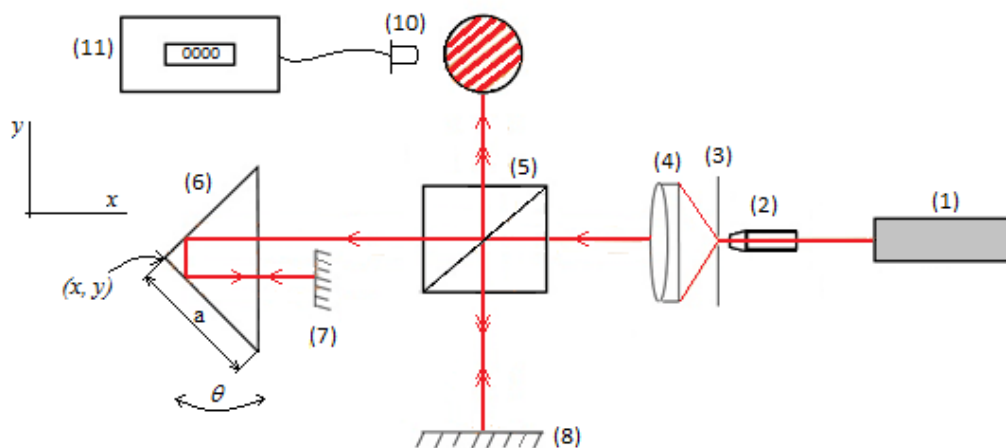


Fig. 1. Schéma de l'interféromètre pour mesurer les angles

Le faisceau laser (1) est focalisé par un objectif de microscope (2), filtré spatialement par (3), puis élargi et collimaté par un objectif photographique (4). Le faisceau est divisé en deux faisceaux secondaires d'égale intensité par un cube séparateur (5).

Le faisceau sonde est transmis vers le rétro réflecteur (6) qui le dirige en incidence normale vers un miroir plan (7), le faisceau de référence est renvoyé vers le miroir plan (8). Les deux faisceaux ainsi réfléchis sont recombinaisonnés par le cube séparateur pour interférer et former ainsi des franges parallèles. Le rétro réflecteur est monté sur une table tournante (goniomètre) permettant des déviations par pas de 1° .

La longueur du chemin optique, due à la rotation du prisme d'un angle θ , est donnée par la relation suivante :

$$\Delta p = 2x \sin \theta + 2y \tan \frac{\theta}{2} + \sin \theta + \sqrt{2a \left[(n_p^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{1}{2}} - n_p + \sin \theta \right]} \quad (1)$$

Où a est le côté du prisme, (x, y) , les coordonnées du sommet du prisme et n_p , l'indice de réfraction.

L'équation (1) montre que la modification de l'OPD est une fonction trigonométrique de l'angle de rotation.

Lorsque le rétroreflecteur tourne d'un angle θ , une différence de chemin optique OPD est créée entre les deux bras de l'interféromètre, ce qui se traduit par un défilement des franges sur le photodétecteur (10). Ce dernier est connecté au compteur (11) qui affiche le nombre de franges nécessaire pour déterminer la valeur de déviation du rétroreflecteur.

Calibrage du dispositif de mesure

Afin vérifier le fonctionnement et établir la linéarité du dispositif de mesure, on fait tourner le goniomètre entre -10° et $+10^\circ$ avec un pas de 1° et noter les nombres de franges correspondants aux valeurs des angles de rotation.

Le nombre de frange en fonction de l'angle de rotation du goniomètre est représenté graphiquement par la courbe de la figure 2.

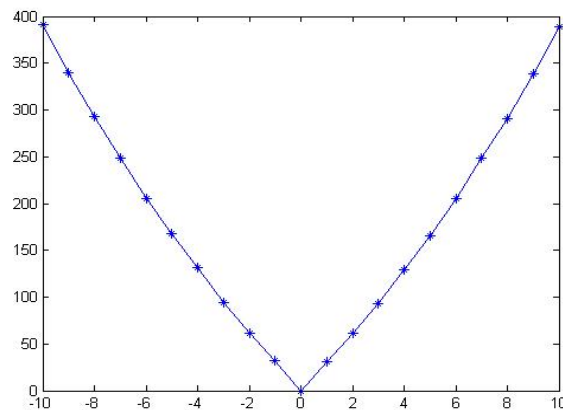


Fig. 2. : Nombre de franges en fonction de l'angle de déviation du goniomètre

La courbe montre une linéarité entre -2 et $+2$ degrés puis elle s'écarte au fur et à mesure que l'angle de rotation augmente.

Conclusion

Une technique de mesure angulaire de précision basée sur l'interféromètre de Michelson a été présentée.

Nous avons enregistré deux cas de mesure pour des plages de rotation de $\pm 2^\circ$ et $\pm 10^\circ$. L'optimisation de la position du prisme et des miroirs plans contribue à l'amélioration de la linéarité de l'OPD. Les résultats ont été comparés avec les indications respectives du goniomètre.

Les résultats montrent une meilleure linéarité pour les petits angles, l'erreur globale et la non-linéarité augmentent pour les angles plus importants.

Références :

1. R. Jablonski, "Interferometric measurement of angles", Measurement Vol 4 No 4, Oc~Dec 1986.
2. Diana Tentori and Martin Celaya, "Continuous angle measurement with a Jamin interferometer", Applied Optics, Vol. 25, No. 2, pp 215-220, 15 January 1986.
3. Fang Cheng, Kuang-Chao Fan, "High-resolution Angle Measurement based on Michelson Interferometry", Physics Procedia 19 (2011) 3–8
4. Masroor Ikram, Ghazanfar Hussain, "Michelson interferometer for precision angle measurement", Applied Optics, Vol. 38, No. 1 pp 113-120, 1 January 1999.

Contrôle des surfaces de verre par la technique de moiré

MERIE MESSAGIER¹, SAID MEGUELLATI¹, HASSENA MOUNIR¹

¹Labratoire d'optique appliquée, Institut d'optique et mécanique de précision, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Sétif 19000, Algérie.
Email :messmeriem@yahoo.fr

Résumé

Le verre fait partie de notre vie quotidienne, il a une place privilégiée dans une large gamme d'applications. Ses applications, innombrables, sont en perpétuelle évolution [1]. Cependant le verre est un matériau fragile, à peine fabriqué, sa surface se peuple de défauts dont les plus gros se propageront facilement sous l'effet des influences thermiques et sollicitations mécaniques, ce qui fragilise sa structure et modifie sa forme. La surface du verre joue un rôle majeur dans la fonction optique. La présence des infimes défauts qui se créent à la surface du verre dès sa fabrication, par la manipulation et aussi par le contact menacent trois caractéristiques essentielles du verre: sa tenue mécanique; sa transparence souffre aussi des défauts de surface: suffisamment gros on songe aux rayures des vitres de métro, par exemple ils diffusent la lumière; enfin la contrainte de coût de production interdit le soin propre à limiter leur nombre ou leur taille [2].

Dans beaucoup d'applications industrielles de métrologie, le contrôle non destructif et sans contact de la qualité des surfaces est un outil souhaitable. À ce titre la vocation à la technique de moiré est proposée dans ce travail. Cette technique permet un contrôle en temps réel et instantanément de la surface du verre de manière non destructive et sans contact, d'extraire de l'information avec une haute résolution et une grande sensibilité. Cette technique a trouvé diverses applications dans différents domaines, du biomédical aux applications industrielles et scientifiques. Le principe de cette méthode est simple, il consiste à superposer deux réseaux de traits de lignes droites parallèles et équidistantes, de telle sorte que les lignes de l'un fassent de très petits angles avec les lignes de l'autre, il apparaît instantanément des franges alternativement claires et sombres dites franges de moiré [3].

Notre travail fait l'objet de contrôler une petite région (de quelques mm²) de la surface des lames de verre dans le cadre de concrétiser l'information sur leurs surfaces à travers le comportement des franges de moiré obtenues. À l'aide du système optique utilisé et son principe, l'image du réseau test est en contact avec la surface à contrôler, elle transporte l'information y présente et la transmette aux franges, par conséquent toutes irrégularités de la surface sont dévoilées et concrétisées rapidement par des déformations dans la continuité des franges de moiré.

Mots clés: technique de moiré, contrôle non destructif, défauts de verre, surface de verre, franges de moiré.

Résultats

Pour la partie expérimentale nous avons utilisé des réseaux de lignes droites parallèles et équidistantes de fréquence spatiale de 100traits/mm, et cinq différents échantillons à tester leur surface qui sont: miroir plan optique ayant de qualité de surface supérieure et servant de modèle, et quatre lames de verre finies. Les résultats atteints sont illustrés par les figures ci-dessous :

La figure1, présente les franges de moiré pour la surface du miroir plan optique qui sont alternativement claires et sombres, elles se montrent parallèles et rectilignes, tandis que la figure2(a, b) illustre les franges de moiré de la surface de la première lame de verre, dans ce cas les franges présentent une structure détériorée à cause de la présence des défauts microscopiques à la surface de la lame de verre qui sont repérés et désignés clairement et précisément dans deux endroits différents. Pour la figure3 (a, b, c), elle présente les franges de moiré obtenues dans différents endroits respectivement de la surface de la deuxième lame de verre fissurée, les franges de moiré se sont déformées nettement différemment suivant le degré d'endommagement produit à la surface testée. Dans la figure4(a, b), les franges de moiré obtenues sont celles de la surface de deux lames de verre optique (troisième et la quatrième respectivement) dont se montre

la discontinuité des franges de moiré produite par les traces (marques) de l'outil de rodage ce qui a caractérisé directement l'état de surface qui est dédié au procédé de rodage.

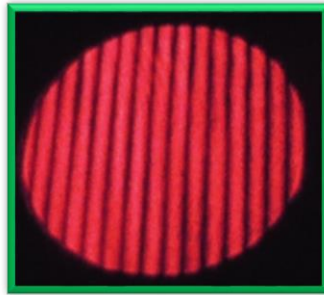
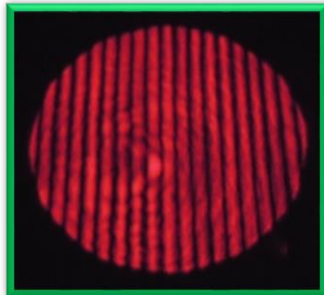
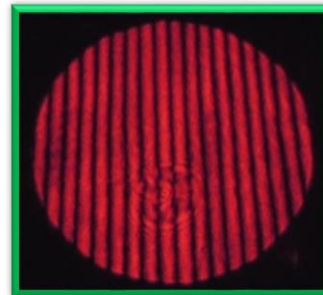


Fig.1.Franches de moiré de la surface du miroir plan optique

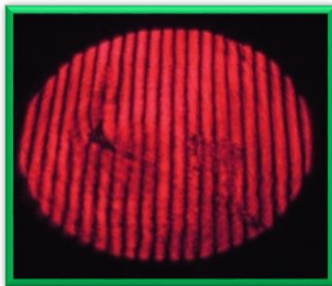


a)

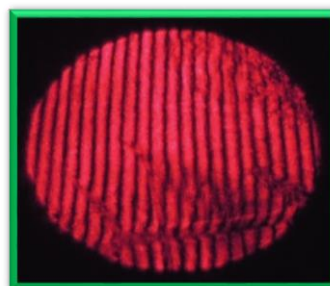


b)

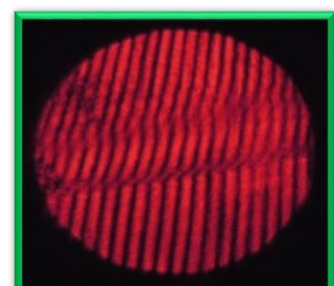
Fig.2. Défauts détectés sur la surface de la première lame de verre par les franges de moiré détériorées.



a)

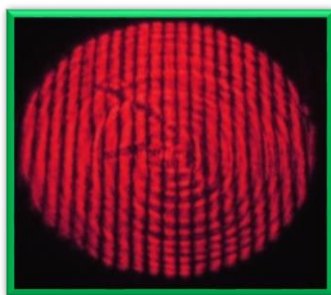


b)

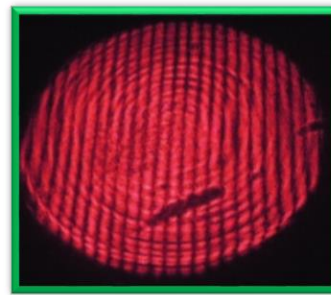


c)

Fig.3. Franches de moiré de la surface fissurée de la deuxième lame de verre.



a)



b)

Fig.4. Franches de moiré obtenues suivant les traces détectées d'outil de rodage sur la surface de (la troisième et la quatrième) lames de verre optique.

Références :

- [1] E. Barthel, Mécanique de surface du verre et physico-chimie d'interface, Habilitation, Université Paris VI11 Sep 2007.
- [2] James Barton et Claude Guillemet, *LE VERRE Science et technologie*, © 2005, EDP Sciences.
- [3] Jacques Harthong, Moiré, *Advances In Applied Mathematics* 2, 24-75 (1981).

Session A3

"Computer Aided Design/Manufacturing CAD/CAM"

Influence of print parameters on circularity of bores in 3D printed parts

FAROUK BENALI¹, FOUAD ROUMILLI², MOUTIA CHAOUCH

¹*Non metallic materials Laboratory, IOMP, Setif 1 University*

²*Applied mechanical laboratory, IOMP, Setif 1 University*

Abstract :

Charles Hull first printed a three-dimensional (3D) model in 1983 paving the road for a new field of manufacture processes known today as additive manufacturing (AM).[1]

Fused deposition modeling (FDM) is an AM technique which operates by a heated nozzle laying down molten material in layers to produce a desired part. FDM is one of the most common techniques used for 3D printers and has become one of the most popular rapid prototyping (RP) techniques in the last decade. FDM works by taking a part designed by a computer aided design (CAD) model exported as a stereo lithography or standard tessellation (STL) file and uploaded into a slicer program.[1]

DOE (design of experiments) helps to investigate the effects of input variables (factors) on an output variable (response) at the same time. These experiments consist of a series of runs, or tests, in which purposeful changes are made to the input variables. Data are collected at each run. DOE are using to identify the process conditions and product components that affect quality, and then determine the factor settings that optimize results. [2]

The aim of this work is to determine the defect of circularity of bores in printed parts. We have used different printer settings. For optimizing printing parameters with fewer experiments, we applied the design of experiment methods. This explains the accuracy in the circularity of bores for different FDM 3D printed parts. We took the CAD dimensions as references to compare the quality. We have studied the effect of printing parameters such as; layer thickness, nozzle diameter, and orientation of the parts, on the circularity accuracy.

Key word : Design of experiment, Measurement of circularity, Response surface methodology

Results:

Measuring circularity using profile projector is a complicated method; It takes a lot of time, but the high precision of the instrument gives us good results.

The experimental design method gives the easiest and the economical way to solve problems of the optimization of printing parameters. We found the model of degree 3 is the most appropriate for describing and predicting of the printing parameters in the case of bores. From the response surface curves we can find with accuracy for each parameter.

After checking the model, we can use it for other 3D printing operations in same conditions (same machine, same speed...) with ability of changing our factors and estimate the degree of the defect before start printing.

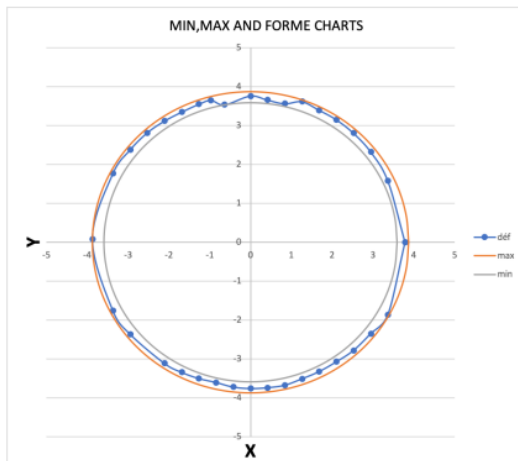


Figure 1 : Chart contain the MIN, MAX circles and the cloud of points

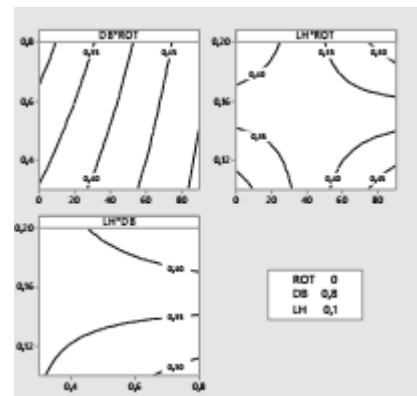


Figure 2, RSM of contouring

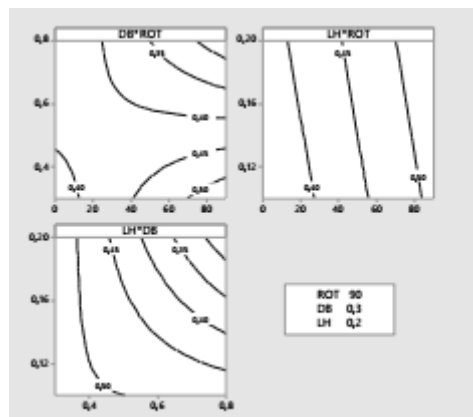


Figure 3 , RSM of contouring

Références :

- [1] Berrimi Chihab Eddine, Anish Chaparala; MASTER THESIS; A STUDY ON THE SURFACE TOPOGRAPHY AND DIMENSIONAL ACCURACY OF FUSED DEPOSITION MODELING; Halmstad UNIVERSITY; P:1; 2017-10-12
- [2] Samer Mukhaimar, Saed Makhool, Qais Samara; 3D Printing Technology; BIRZEIT UNIVERSITY; P:3; 12-11-2014
- [3] Julian Kollataj; DEGREE THESIS; Additive Manufacturing (3D Printing) - A Potential Future for Tennis Racket Production; ARCADA UNIVERSITY; P: 18; 2016

Influence des paramètres de coupe sur la rugosité Ra obtenue lors de l'usinage de l'acier 42CD4

SLIMANE BENCHIHEUB¹, MANEL BEDDIAR¹, MOHIEDDINE BENGHERSALLAH¹

¹Laboratoire de recherche des technologies avancées en production mécanique (LRTAPM).

Département de Génie Mécanique Université Badji Mokhtar BP12 23000 Annaba, Algérie.

Email : slim_benchiheub@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a pour but l'influence des paramètres de coupe sur l'état de surface produit Ra lors du fraisage de l'acier 42CD4. Le matériau utilisé a subi un traitement thermique (Trempe et revenu à différentes T° 250, 300 et 550°C). Les essais réalisés ont été menés selon la méthode unifactorielle et multifactorielle (Plan factoriel complet à 08 combinaisons $N = 2^3$). Les résultats obtenus montrent qu'avec l'augmentation de la fréquence de rotation N, la rugosité Ra diminue et l'état de surface s'améliore. A la vitesse $N=700$ tr/mn, la rugosité enregistrée au revenu à 550°C est six fois 06 fois et sept 07 fois respectivement supérieure à celles obtenues aux températures de 300 et 200°C. Par ailleurs l'analyse de la variance ANOVA a montré que l'avance f est le facteur le plus significatif suivie de la fréquence de rotation N. Le coefficient de corrélation R^2 déterminé de la rugosité Ra par l'ANOVA est très satisfaisant et témoigne de la bonne adéquation du modèle proposé.

Mots clés : 42CD4, P35, ANOVA, Rugosité.

Résultats

- Avec l'augmentation de la fréquence de rotation N, la rugosité Ra diminue et l'état de surface s'améliore.

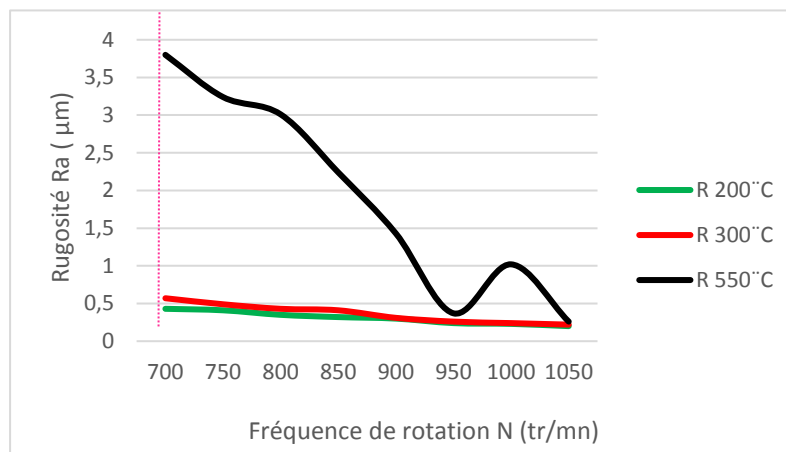


Fig.1 Influence de la fréquence de la fréquence de rotation N en fonction de la rugosité Ra

- Le modèle mathématique prédictif obtenu (Equation1) montre l'effet des paramètres de coupe sur la qualité de surface Ra.

$$Ra = 1,63025 - 0,0003555 * N \text{ tr/mn} - 0,00544167 * f \text{ mm/mn} - 0,105 * a_p \text{ mm} + 5, E^{-8} * N \text{ tr/mn} * f \text{ mm/mn} + 0,000216667 * N \text{ tr/mn} * a_p \text{ mm} - 0,0000555556 * f \text{ mm/mn} * a_p \text{ mm} \quad (1)$$

- La mesure de la qualité du model (Equation1) établie pour la rugosité Ra à travers les coefficients de corrélation $R^2 = 99.98 \%$ et R^2 ajusté = 99.88% signifient que les réponses sont très bien expliquées par le model proposé.

- L'analyse de la variance ANOVA Tab1 confortée par le diagramme de Pareto Fig2 montre que l'avance f est le facteur le plus significatif suivie de la fréquence de rotation N .

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:N tr/mn	0,022399	1	0,022399	199,10	0,0450
B:f mm/mn	0,0383461	1	0,0383461	340,85	0,0344
C:ap mm	0,00120354	1	0,00120354	10,70	0,1889
AB	0,0000125	1	0,0000125	0,11	0,7952
AC	0,0190125	1	0,0190125	169,00	0,0489
BC	0,0000125	1	0,0000125	0,11	0,7952
Total error	0,0001125	1	0,0001125		
Total (corr.)	0,711888	7			

Tableau I Analyse de la variance pour la Rugosité Ra.

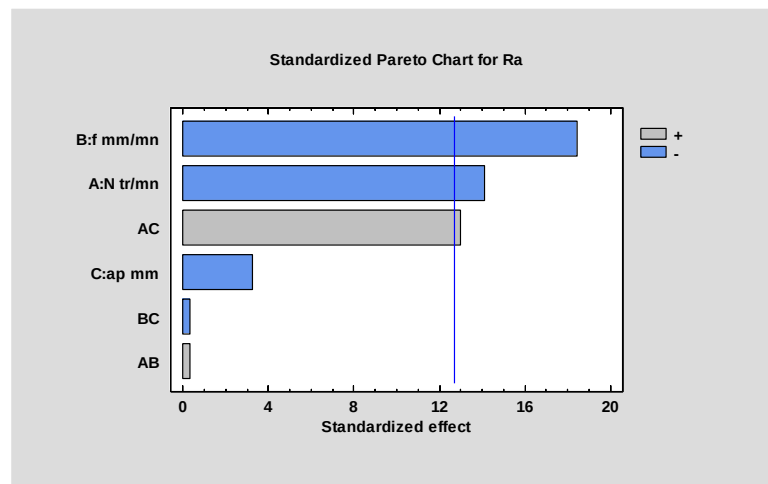


Fig.2 Diagramme de Pareto.

Références :

- [1] Michalik P, Zajac J, Hatala M, Mital. D & Fecova. V, Monitoring surface roughness of thin-walled components from steel C45 machining down and up milling, Measurement, Vol. 58, pp. 416-428, 2014.
- [2] Fatiha. Khettabi, Ahmed. Lagred, & Amel. Bouchareb, Contribution to improving the surface quality by optimizing the cutting parameters using the response surface methodology in dry milling. Rev. Sci. Technol., Synthèse 32: 115 -123 (2016).
- [3] K. Jakupi, N. Qehaja, A. Bunjaku, M. Bruçi, H. Osmani, Modeling of surface roughness for dry milling process using hss cutters International Conference on Innovative Technologies, IN-TECH 2014, Leiria, 10. - 12.09.2014.
- [4] Kadirgama. K, Noor. M.M, Rahman. M, Rejab. M.R.M, Haron. C.H.C, Abou-El-Hossein K. A, 2009, Surface Roughness Prediction Model of 6061-T6 Aluminium Alloy Machining Using Statistical Method, Scientific Research, Vol. 25, (2), 1450-216X.
- [5] Nexhat. Qehaja, and al, Mathematical model determination for surface roughness during CNC end milling operation on 42CrMo4 hardened steel. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), Volume 9, Issue 1, January 2018, pp. 624–632.

Finite element analysis of fractured hip cement spacers

MOHAMMED-MOKHTAR BOUZIANE^{1,2}, HICHEM SALAH², MOKHTAR KHALDI¹, ABDELNOUR ZAIM¹,
MOHAMED AMINE MEDEBER¹, HABIBA BOUGHERARA³

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Sciences and Technology, University Mustapha Stambouli of Mascara, BP 305 Route de Mamounia, Mascara 29000, Algeria

² LMPM, Department of Mechanical Engineering, University of Sidi Bel Abbes, BP 89, Cité Ben M'hidi, Sidi Bel Abbes 22000, Algeria

³ Department of Mechanical and Industrial Engineering 350 Victoria Street Toronto, Ontario M5B 2K3 Canada

Email : m.bouziane@univ-mascara.dz

Abstract

The design of hip joint prostheses is a complex process that requires close co-operation between engineers and surgeons. Cement spacers are being increasingly used for revision arthroplasties. One of the most important factors in the reinforced cement spacer design is to reduce stress on the bone cement and the femur. In this study, a three-dimensional finite elements method is used to analyse the fracture behaviour of the spacers reinforced with titanium, ceramic and stainless steel full stems. Linear elastic analysis is adapted; von Mises stress and stress intensity factor along the crack tip are the values that are of concern. In addition, the extended finite element Method (X-FEM) is used for simulating the crack initiation and propagation in the non-reinforced cement spacer. This analysis permit us to determine the effect of material on the reinforced spacer performances. One can thus help the spacer designers to improve the prostheses quality and durability.

Key word : Hip spacer, Reinforcement, Finite element method, X-FEM, Fracture

Results

In this study, the von Mises stresses computed in the components of the non-reinforced spacer and cement spacers reinforced with titanium, ceramic and stainless steel full stems (Figs. 1 and 2). The stresses distribution in the these cases of cement spacer under static loading conditions are shown in Fig. 3. For the XFEM simulation, the onset of the dominant crack initiation and propagation and next cracks initiation in the non-reinforced spacer are shown in Fig. 4. The different mode of stress intensity factors along the crack front in the cement of all cases of spacers are presented in the next Figures.

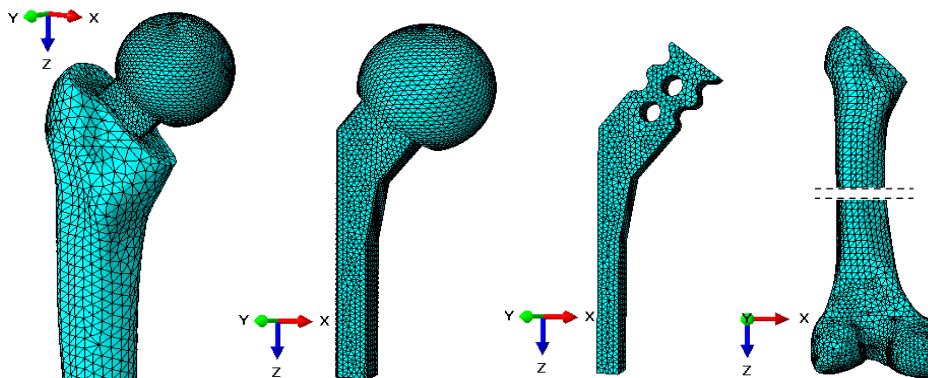


Fig. 1 Finite element meshes of hip prosthesis components: hip spacer, implant spacer, endoskeleton and femur bone (from left to right).

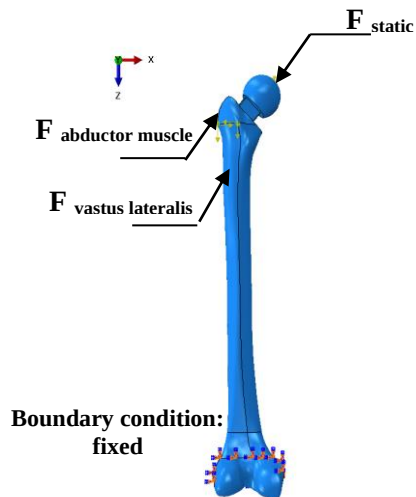


Fig. 2 Applied forces on the bone-prosthesis assembly

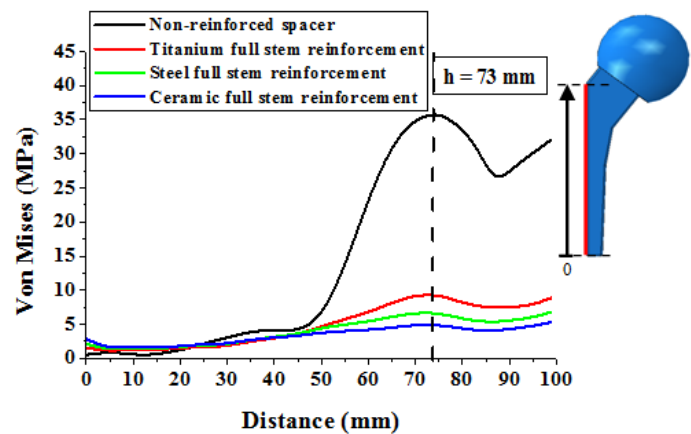


Fig. 3 Von Mises stresses distribution along the lateral side of the cement spacers

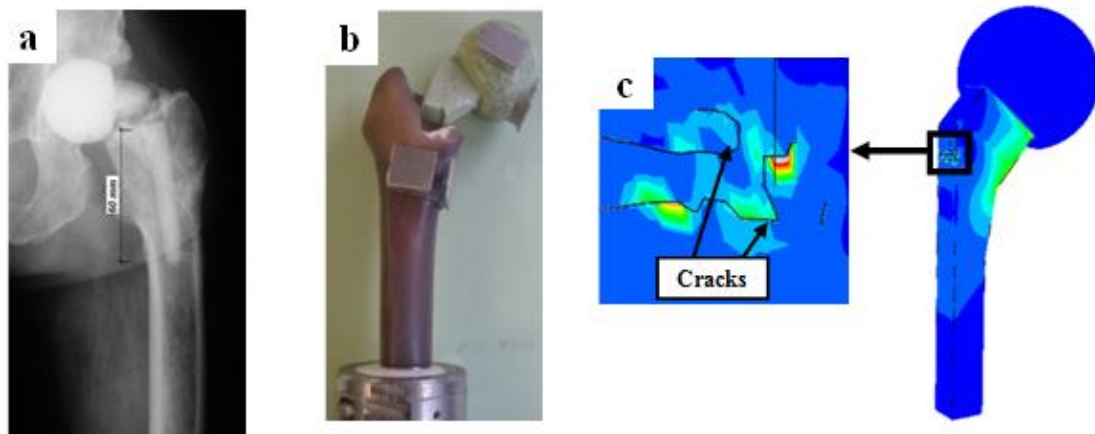


Fig. 4 Fracture of cement spacer (a) Radiography of in vivo implanted spacer with stem fracture [1]. (b) Experimental in vitro study of fractured spacer [2]. (c) Propagation crack in the cement spacer by X-FEM method.

References :

- [1] Rajesh Botchu R, Anwar KJ, Ravikumar Fractured cement spacers—a report of two cases. The Iowa Orthopaedic Journal Volume 29: 17-18 (2009).
- [2] Thielen T, Maas S, Zuerbes A, Waldmann D, Anagnostakos K, Kelm J. Development of a reinforced PMMA-based hip spacer adapted to patients' needs. Medical Engineering & Physics 31 930–936(2009).
- [3] Bouziane MM, Bachir Bouiadjra B, Benbarek S, Albedah A, Mankour A, Achour T. Analysis of the behaviour of cracks emanating from bone inclusion and ordinary cracks in the cement mantle of total hip prosthesis. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. Volume 37: 11-19 (2015).
- [4] H. Salah M.M. Bouziane, S.M. Fekih, Bel Abbès Bachir Bouiadjra, S. Benbarek., Optimisation of a Reinforced Cement Spacer in Total Hip Arthroplasty, Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering, Vol. 35, pp. 35-49, (2018).

Recent Swarm Intelligence Approaches for Mechanical Design Systems

HAMMOUDI ABDERAZEK¹, FERHAT HAMZA¹, ABDELGHANI HARRAG^{2,3*}

¹Applied Precision Mechanics Laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanics, University of Setif 1

¹Optics and Precision Mechanics Institute, Ferhat Abbas University - Setif 1, 19000 Setif, Algeria

²CCNS Laboratory, Electronics Department, Faculty of Technology, Ferhat Abbas University - Setif 1, 19000 Setif, Algeria

*Email: a.b.harrag@gmail.com

Abstract

The most structural engineering design optimization problems are characterized by a highly nonlinear objective functions, include several conditions on geometrical congestion, mechanical resistance and operating performances. Furthermore, this kind of problems can involve mixed design variables (integer-discrete-continuous), examples of such variables are: standard wire diameter of spring, standard thicknesses of sheets, number of gear teeth, value of gear module, selection choice of ball bearings, etc. Over the last few decades, numerous classical and meta-heuristic algorithms have been developed and adopted for optimizing several problems in a wide variety of engineering applications. Unlike the deterministic methods, meta-heuristic approaches do not require the gradient information of the optimization problem and use a random population of individuals in the search domain to achieve the global solution. The meta-heuristics, can be broadly classified into three major categories: evolutionary algorithms, physical algorithms and swarm-based methods.

This article presents an application of six recent intelligence methods to select the optimal geometry parameters of a ball bearing pivot link problem. The algorithms used here are: firefly algorithm (FA), cuckoo search (CS), whale optimization algorithm (WOA), krill herd (KH) algorithm, bat algorithm (BA), and moth-flame optimization (MFO). The fitness function is the minimum total weight of the system. There are two continuous variables, two integer and fourteen discrete parameters. mixed design parameters: the face width, shafts diameter of pinion and wheel, the number of teeth in pinion and the gear module. Moreover, the optimization problem is subjected to constraints on the geometrical conditions, stress conditions on the shaft, conditions on the bearing lifespan, and maximum deformation of the shaft in bending. All the above algorithms are tested quantitatively and qualitatively for solution quality, robustness, and time complexity.

Keywords: Meta-heuristics, Swarm intelligence algorithms, Mechanical design systems.

Results

Six recent swarm optimization algorithms are investigated to the optimal ball bearing pivot link problem. To ensure the fair comparison between the methods and study the convergence behavior of the algorithms the maximum number iterations and the population size are: $t_{\max} = 500$ and $np = 50$. The simulations are carried out using Matlab on a PC Intel (R) Core(TM) i5-2410M CPU @ 2x2.30 and 4.0GB of RAM memory, under Microsoft Windows 7 operating system.

The performances of the meta-heuristics in solving the problem are evaluated in terms of convergence speed, solution quality and robustness. The algorithms are executed 25 times and the statistical results include the best, mean and the worst solutions as well as standard deviation.

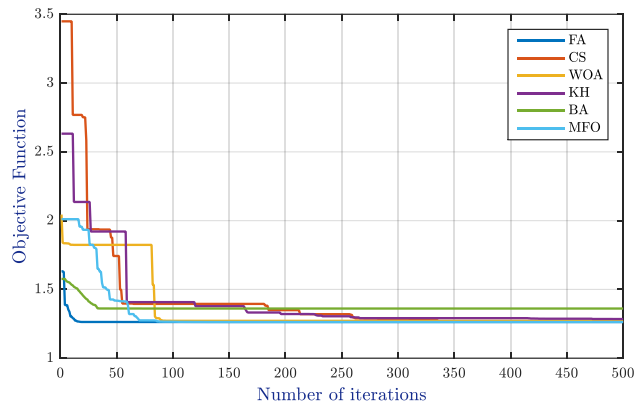


Fig.1 Convergence graph of the best solutions for ball bearing pivot link problem

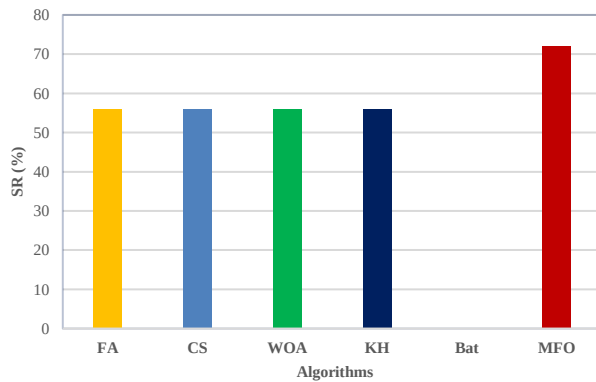


Fig. 2 Success rate (SR) of the used algorithms

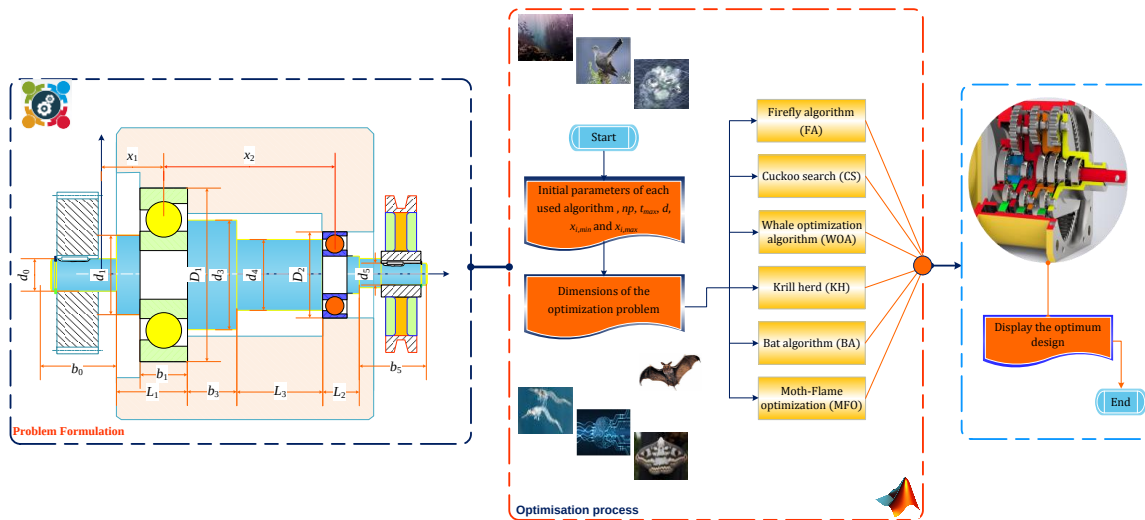


Fig. 3 Flowchart of the proposed procedure to design and optimize the ball bearing pivot link problem

Table 2 Design variables and statistical results

Variables	FA	CS	WOA	KH	BA	MFO
x_1 (mm)	34.5000	34.5510	34.5000	34.5459	34.5002	34.5000
x_2 (mm)	70.0745	70.2670	71.6322	72.4392	70.0768	70.0745
C_1 (N)	43600	43600	43600	43600	43600	43600
C_2 (N)	16300	16300	16300	14000	20800	16300
D_1 (mm)	90	90	90	90	90	90
D_2 (mm)	80	80	80	68	75	80
m_1 (g)	740	740	740	740	740	740
m_2 (g)	180	180	180	140	250	180
da_1 (mm)	38	38	38	38	38	38
da_2 (mm)	54	54	54	49	50	54
b_1 (mm)	23	23	23	23	23	23
b_2 (mm)	10	10	10	12	16	10
Best (kg)	1.2631665194	1.2645088131	1.2717546988	1.2848323336	1.3623648484	1.2631665181
Mean (kg)	1.3132420103	1.2798197351	1.6681186231	1.6354888973	2.0123913922	1.4548457086
Worst (kg)	1.3884804397	1.3307522469	2.7956439835	2.0643397020	3.3004495808	1.6708209859
SD	0.0611294992	0.0162025847	0.3645789951	0.2402735863	0.5641604343	0.1359065516

References:

- [1] Yildiz, A. R., Abderazek, H., & Mirjalili, S. A Comparative Study of Recent Non-traditional Methods for Mechanical Design Optimization. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1-18.
- [2] Harrag, A., & Messalti, S. (2018). Adaptive GA-based reconfiguration of photovoltaic array combating partial shading conditions. *Neural Computing and Applications*, 30(4), 1145-1170.

Multi-objective Optimization of a Cam-Roller Follower Mechanism Based on NSGA-II

ABDELGHANI HARRAG^{1,2*}, FERHAT HAMZA², HAMMOUDI ABDERAZEK³

¹*Optics and Precision Mechanics Institute, Ferhat Abbas University - Setif 1, 19000 Setif, Algeria*

²*CCNS Laboratory, Electronics Department, Faculty of Technology, Ferhat Abbas University - Setif 1, 19000 Setif, Algeria*

³*Applied Precision Mechanics Laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanics, University of Setif 1*

*Email: a.b.harrag@gmail.com

Abstract

Cam-follower is one of the simplest and the most important mechanisms found in modern machinery today. It is widely used in mechanical devices and machines especially those of the automatic type, such as printing presses, textile machinery, gear-cutting machines, screw machines and automobile engines. However, the main drawback of this mechanism is the direct contact between the cam and the follower. This contact induces a load torque on the cam due to friction which causes a loss of energy dissipated as heat in the two parts in contact. The roller improves the transmission efficiency of the system by reducing the friction, but increases the congestion of the mechanism in the same time. Therefore, the cam size minimization is often the primary objective in the designing process of a cam mechanism. Additionally, the requirement of high system performance implies the consideration of the cam resistance and the cam profile determination to insure the desired motion accuracy.

From a design perspective, optimization has a great importance tool for solving complex engineering problems over the last few decades. A mathematical optimization model consists of a predefined objective function to maximize or minimize it under a set of constraints in the form of equalities and/or inequalities equations. The optimization problem can be solved by a deterministic approach that based on analytical calculation or by a meta-heuristic algorithm, which solves the objective function with systematical random inputs. The main purpose of the present paper is to synthesize a cam mechanism with eccentric translating roller follower. The optimization procedure is simultaneously formulated for three objectives: minimizing the cam size, maximizing the efficiency of the mechanism, and maximizing the cam mechanical resistance. Furthermore, several constraints compatibles with the formulation of this optimization are considered such as performance, resistance and geometric aspects.

Keywords: cam mechanism, roller follower, multi-objective optimization, NSGA-II

Results

The used approach to solve this multi-objective problem is the Pareto optimality technique. The well-known non-dominated sorting genetic algorithm II (NSGA-II) is employed with a population size of 100 and a maximum number of iterations of 300. Fig.1 displays the non-dominated solutions obtained from the optimization procedure. Some of the Paretian points and the corresponding objective values are presented in Table 1. As it can be seen from the table, the values of the six design variables are varied according the contribution of each objective. This provides multitude solutions and thus the designer can analyze closely the appropriate decisions for the comparison and the choice.

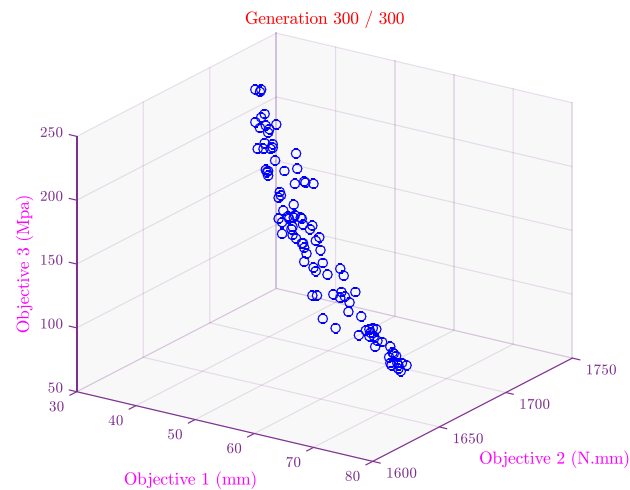


Fig. 1 Non-dominated solutions obtained by NSGA-II for the cam design optimization problem

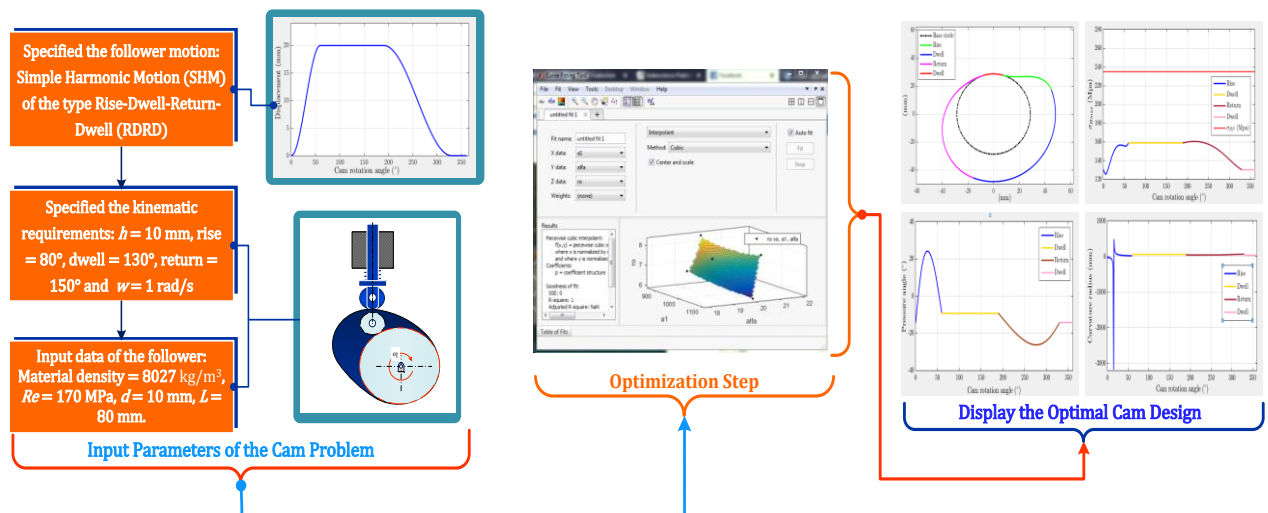


Fig. 2 Flowchart of the proposed procedure to design and optimize the cam-follower mechanism

Table 1 Pareto optimal solutions of the cam design optimization problem

Parameters	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5
R_b (mm)	25.0752	46.8010	36.7350	56.6534	39.1237
R_r (mm)	07.7768	13.5756	12.2634	13.0410	09.1789
c (mm)	07.7768	15.9022	12.2634	20.0000	13.9578
t_c (mm)	06.0540	16.5936	12.9015	18.7434	06.3758
q (mm)	60.6951	92.8204	80.7023	100.8042	76.4209
b (mm)	50.2232	44.4244	45.7366	44.9590	48.8211
f_1 (mm)	31.1291	63.3946	49.6365	75.3968	45.4995
f_2 (N.mm)	1.7311E+03	1.6508E+03	1.6809E+03	1.6254E+03	1.6640E+03
f_3 (Mpa)	2.1794E+02	9.9561E+01	1.2041E+02	9.3717E+01	1.9127E+02

References:

- [1] Hamza, F., Abderazek, H., Lakhdar, S., Ferhat, D., & Yıldız, A. R. (2018). Optimum design of cam-roller follower mechanism using a new evolutionary algorithm. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 99(5-8), 1267-1282.
- [2] Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., & Meyarivan, T. A. M. T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *IEEE transactions on evolutionary computation*, 6(2), 182-197.

Study and design of an electric wheelchair grimpe stairs

Ahcene_OUBOUZID¹, Layachi.BOUSSOUAR¹

1- Laboratory of Applied Precision Mechanics (LMPA), Institute of Optics and Precision Mechanics (IOMP), Ferhat Abbas University Setif-1.19000- Algeria.

Email : ahceneoubouzid@gmail.com

Abstract

After an accident of life (car, sports, and work) or any other cause (getting older) for most young men. A wheelchair may be needed at any time for paralyzed persons in the lower limbs (paraplegia). The wheelchair is the only safe, fast and fatiguing way to travel. For the past century, it has benefited from numerous improvements that make it lighter, more manageable and easily foldable without compromising stability. There are two types of armchairs: those with manual controls and those with electric controls. The choice of the model is made according to the nature of the person's infirmity.

In our project, we chose the design of the electric wheelchair climbing stairs as a subject to be treated. We are interested in establishing its design and meeting the following requirements:

- Compliance with international standards.
- Adaptation to the conditions of our country where prevailing particular conditions: the ground, strong thermal variations, the presence of aggressive phenomena such as sand wind, etc.
- Maintenance and repair locally.
- Maximum integration of local components and materials.
- Finally ensure the safety of the driver.

This work is deals with the choice of the model; its conception of various of the functions and different types of main elements of the (SOLID WORKS) has been widely used in our work. Is devoted to the calculations necessary for the dimensioning and the resistance control of the different elements of our stair chair.

Among the technical aids of displacement used, to improve the autonomy to the people with reduced mobility one finds the wheelchair. It is a medical device classified among the aids, which must take into consideration the specificities of the individual concerned, his environment and his needs.

Key word : wheelchair, grimpe, handicap, CAO, design .

Results

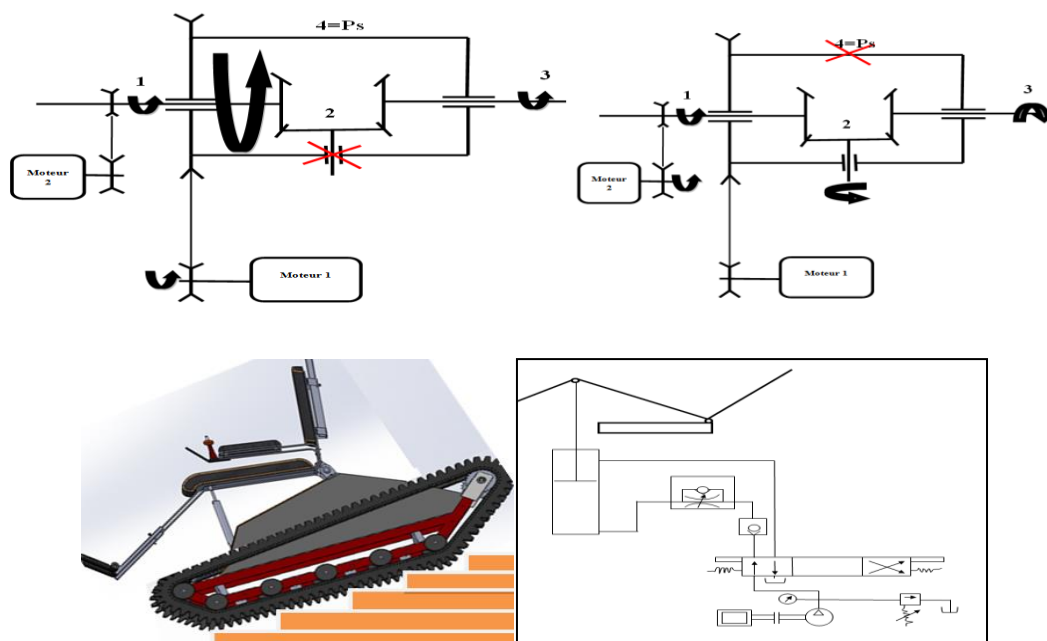


Figure 1: The chair is on the stairs.

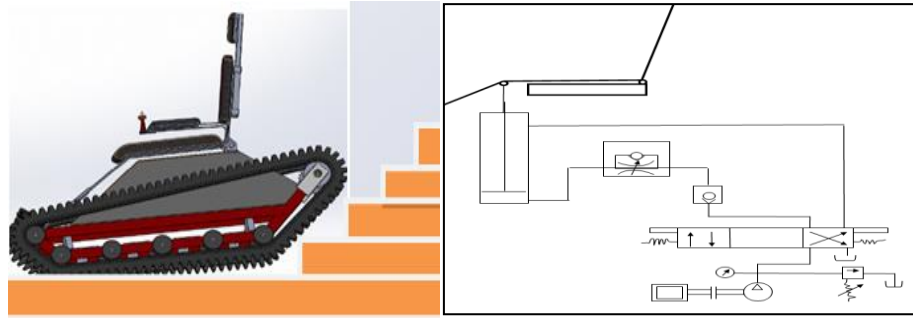


Figure 2: The chair is down the stairs



Figure 3: Control of the seat support

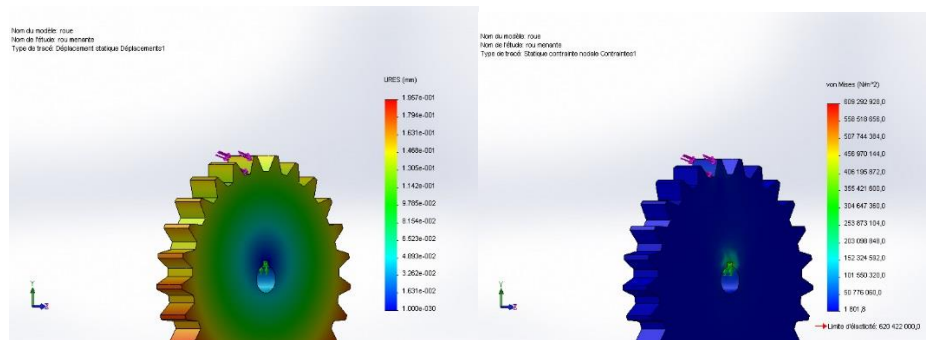


Figure 4: Control of the gear of caterpillar

Références :

- [1] www.who.int/disabilities. 2013
- [2] <http://www.handicap.org> 2014
- [3] Nicolas, L,[2010], Biomechanical analysis of wheelchair propulsion hands
- [4] www.thesses.fr/mécaélectrique. 2015
- [5] Horn O, Kreutner M, Bourhis G. Modes of perception of intelligent wheelchairs Conference handicap 2006 (June 2006 Paris, Port of Versailles). New technologies in the service of man.
- [6] Kirby RL. Wheelchair skill program dalhousy university faculty of medicine.
- [7] <http://www.hacavie.com/2008/06/> Checked in October 03, 2010);
- [8] G, Drouin, M, Gou.et P, Thiry, Machine element. Edition of the École Polytechnique de Montréal, pp.145-147.pp.345-349. P.360, 1986.

Session A4
"Reliability and condition monitoring"

Détection des défauts d'engrenages d'une boîte de vitesses d'éolienne par SER et SPBF basé sur la DSP du signal

FAKHREDDINE BOUALI^{1*}, SEMCHEDINE FEDALA¹, HAFIDA MAHGOUN¹

Laboratoire de Mécanique de Précision Appliquée (LMPA),

Université Ferhat Abbas, Sétif-1-, Sétif 19000 Algeria

Email : bouali.f@univ-setif.dz

Résumé

L'énergie éolienne est une énergie renouvelable idéale et propre [1]. Elle a connu une très forte croissance au cours de la dernière décennie [2, 3], afin de relever les défis de changement climatique mondial du développement de technologies renouvelables [4, 5]; grâce aux avantages qu'elle présente pour l'environnement, aux percées technologiques connexes et aux programmes d'encouragement gouvernementaux, elle pourrait être l'un des plus prometteurs candidats comme une alternative source d'énergie dans l'avenir [6].

La production de l'énergie électrique dans les éoliennes nécessite l'augmentation de la vitesse de rotation de l'arbre du générateur, cette dernière est assurée par la boîte de vitesse. Malheureusement, cet élément est très fragile et peut tomber en panne fréquemment. Étant donné que la boîte de vitesses est le composant le plus coûteux dans la transmission, la maintenir tout au long de la durée de vie, de 20 ans attendus d'une éolienne, nécessite une bonne stratégie de surveillance. Le laboratoire National des Energies Renouvelables des USA (National Renewable Energy Laboratory - NREL) a mené une recherche sur les principales causes et les conditions de chargement qui causent la défaillance prématurée des éoliennes [7].

Potentiellement, la surveillance vibratoire peut réduire les temps d'arrêt de l'industrie éolienne et le coût des opérations de maintenances (O&M). Le choix d'une méthode efficace du traitement du signal reste l'élément de recherche essentiel dans le domaine du diagnostic. De plus, la classification des défauts nécessite le choix de l'indicateur le plus robuste pour chaque défaut, comme par exemple l'indicateur fréquentiel SER (Sideband Energy Ratio) qui permet de détecter la présence de défaut sur les engrenages [8]. Zappala et al. [9] ont développé un autre indicateur fréquentiel pour la détection des défauts d'engrenages, le SPBF (Sideband Power Factor).

Dans ce travail nous proposons de faire une étude comparative entre les indicateurs SER et SPBF basés sur la DSP du signal pour la détection des défauts d'engrenages. Cette étude est organisée selon le plan suivant :

- 1) Calcul des indicateurs SER et SPBF pour les trois premiers harmoniques en variant le nombre des bandes latérales de 1 à 10 bandes,
- 2) Calcul du pourcentage de chaque indicateur (SER et SPBF) pour le cas avec défaut liée avec le cas sans défaut.

Mots clés : Eolienne, Diagnostic, Energie renouvelable, SER, SPBF, Défauts d'engrenages, DSP.

Résultats

Le SER a été calculé pour les trois premiers harmoniques (Figure 1) et un nombre de bandes latérales qui varie de 1 à 10 autour du 1^{er} harmonique de la fréquence d'engrènement (Figure 2).

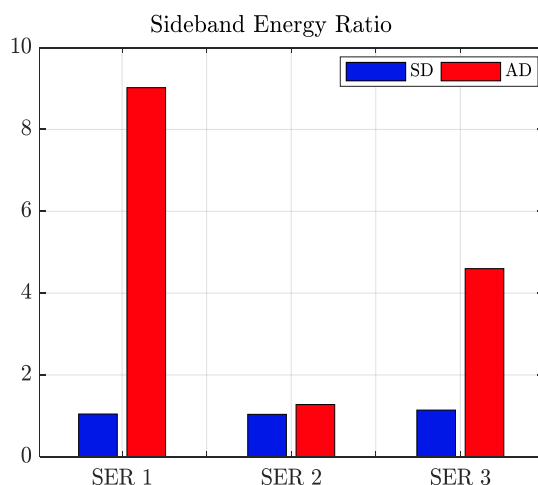


Figure 1. SER des trois premiers harmoniques pour 10 bandes latérales

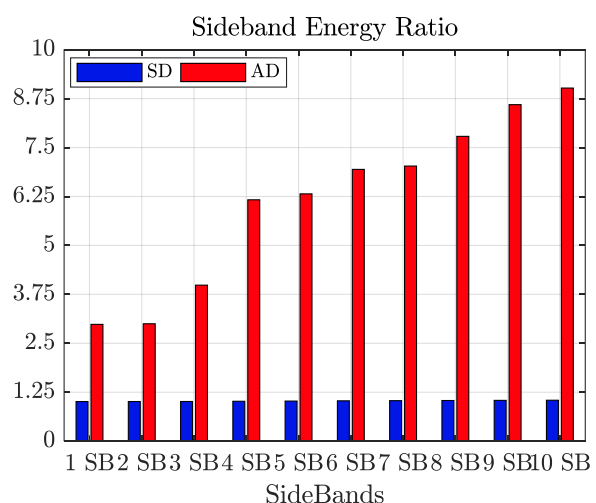


Figure 2. SER du premier harmonique (de 1 à 10 bandes latérales)

On va faire les mêmes calculs précédents pour le SBPF. Calcul du SBPF des trois premiers harmoniques de la fréquence d'engrènement. Ensuite on varie le nombre des bandes latérales de 1 à 10. Les résultats sont schématisés dans les deux figures 3 et 4.

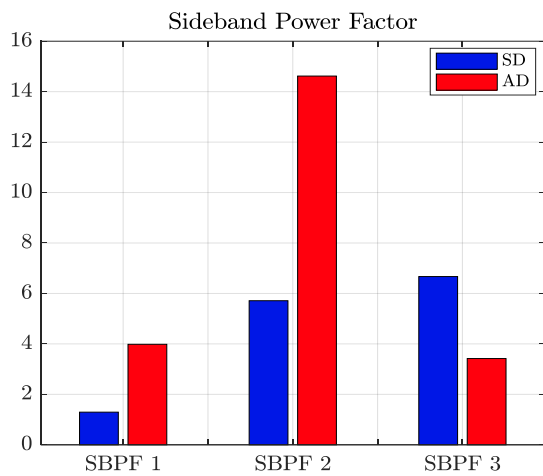


Figure 3. SBPF des trois premiers harmoniques pour 10 bandes latérales

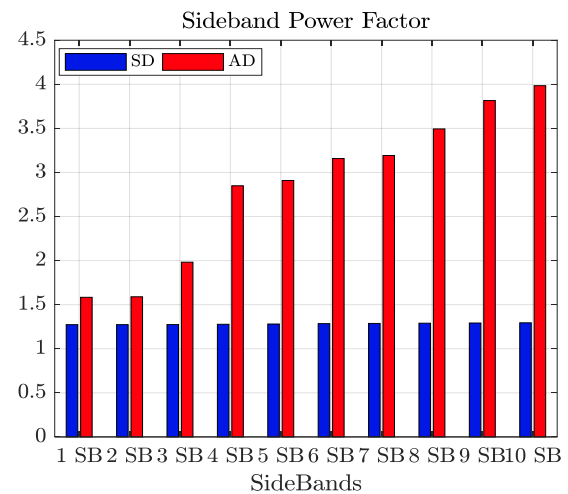


Figure 4. SBPF du premier harmonique (de 1 à 10 bandes latérales)

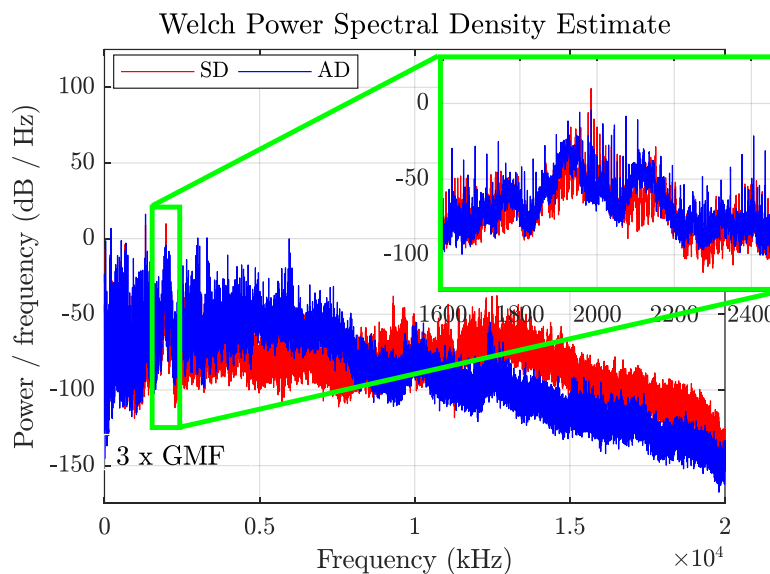


Figure 5. DSP du signal délivré par le capteur AN7 pour les deux cas sans et avec défaut (Échelle logarithmique)

Les résultats montrent que :

- L'efficacité des deux indicateurs SER et SBPF a été enregistrée précisément pour un nombre de bandes latérales égales à 10 bandes par rapport aux autres nombres des bandes latérales (de 1 à 9 bandes), ce nombre qui correspond à la moitié du nombre de dents du pignon affecté par le défaut (figures 2 et 4).

Le SER est plus robuste que le SBPF pour la détection des défauts d'engrenages dans une boîte de vitesses d'éolienne, car la valeur du SBPF risque d'être erronée dans le cas où une fréquence d'engrènement ou l'un de ces harmoniques coïncide avec une résonance (figures 3 et 5).

Références

- [1] M. Khechana, M. Nadjeh, L. Laiche, T. Ouksel et C. Mahfoudi, «Etude de la nacelle et du mat d'une éolienne de faible puissance,» *Revue des Energies Renouvelables CISM'08 Oum El Bouaghi*, pp. 195 - 203, 2008.
- [2] S. M. Tabatabaiepour, P. F. Odgaard, T. Bak et J. Stoustrup, «Fault Detection of Wind Turbines with Uncertain Parameters: A Set-Membership Approach,» *www.mdpi.com/journal/energies*, vol. 5, pp. 2424-2448, 2012.
- [3] Global Wind Energy Council, "Global Wind Statistics 2013, p. 3, 2013.
- [4] F. P. Garcia Márquez, A. M. Tobias, J. M. Pinar Perez et M. Papaelias, «Condition monitoring of wind turbines: techniques and methods,» *Renew. Energy*, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.03.003>, vol. 46, pp. 169-178, 2012.
- [5] Z. Hameed, Y. S. Hong, Y. M. Cho, S. H. Ahn et C. K. Song, «Condition monitoring and fault detection of wind turbines and related algorithms,» a review, *Renew. Sustain. Energy Rev*, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.05.008>, vol. 13, pp. 1-39, 2009.
- [6] A. M.A, Y. A.H.M et T. C.W, «Maximum Power Point Tracking Algorithms for Wind Energy System,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, n° 15, p. 3220–3227, 2012.
- [7] H. Link, W. LaCava, J. van Dam, B. McNiff, S. Sheng, R. Wallen, M. McDade, S. Lambert, S. Butterfield et F. Oyague, «Gearbox Reliability Collaborative Project Report: Findings from Phase 1 and Phase 2 Testing,» 88 pp.; NREL Report No. TP-5000-51885., 2011.
- [8] J. Hanna, C. Hatch, M. Kalb, A. Weiss et H. Luo, «Detection of Wind Turbine Gear Tooth Defects Using Sideband Energy Ratio™,» *China Wind Power 2011*; Beijing, China. <http://www.ge-mcs.com/download/monitoring/SER-Technical-Paper.pdf>, 19-21 October 2011.
- [9] D. Zappala, P. J. Tavner, C. J. Crabtree et S. Sheng, «Side-band algorithm for automatic wind turbine gearbox fault detection and diagnosis,» *IET renewable power generation*, vol. 8, n° 14, pp. 380-389, 2014.

Mise en œuvre de l'algorithme FastICA pour la séparation des signaux réels de roulements et engrenages

Ammar CHITER

Laboratoire mécanique de précision appliquée

Institut d'optique et de mécanique de précision, Université Ferhat Abbas Sétif1, Algérie

Email : chiter.ammar@gmail.com.

1 Abstract

La séparation aveugle de sources concerne les techniques de traitement du signal mises en œuvre pour retrouver plusieurs composantes élémentaires (sources) à partir de combinaisons linéaires de ces sources reçues sur plusieurs capteurs. Tout le problème de la séparation consiste à concevoir des méthodes capables de retrouver les p sources inconnues observées au travers de q mélanges inconnus des p sources.

FastICA, est un algorithme à point fixe destiné à calculer l'extremum de la fonction kurtosis d'une densité de probabilité. Le kurtosis est une fonction de contraste pour l'analyse en composantes indépendantes et lorsqu'il est minimisé au maximisé localement après certaines itérations par la combinaison linéaire $W^T \cdot x$ des signaux x qui sera égale au signé près à une des composantes indépendantes. L'algorithme FastICA est basé sur cette propriété pour calculer les composantes indépendantes et ainsi obtenir la séparation des signaux sources. Dans ce travail on utilise l'approche par symétrie pour le traitement des signaux avec une non-linéarité gaussienne avec un critère d'interruption fixé à : 0.0001, le nombre d'itération maximale est égal à : 1000 et le nombre d'échantillons pour la matrice mélange est fixé à : 5000, ce nombre correspond à 0.1 seconde soit le un sixième du temps d'acquisition.

Pour l'analyse, on a choisi pour préparer les matrices mélanges quinze signaux réels du laboratoire LaMCoS, répartis en cinq groupes dont chacun contient trois signaux, ces signaux représentent dans l'ensemble l'état de fonctionnement sain, avec défaut, défaut isolé ou combiné sous une charge de 120 Nm et une vitesse de 4300 tr/min.

Les signaux des mélanges sont formés comme suit avec la codification supplémentaire de : SD signifie signal sans défaut et AD signifie signal avec défaut, exemple : mélange M5 constitué de S5-E-AD, S5-RB-AD et S5-RR-AD. Tous les signaux ont été tronqués à 5000 échantillons, donc chaque matrice mélange « matrice mélange : M1, M2, M3, M4 et M5 » est de dimension : (3,5000). [4-5]

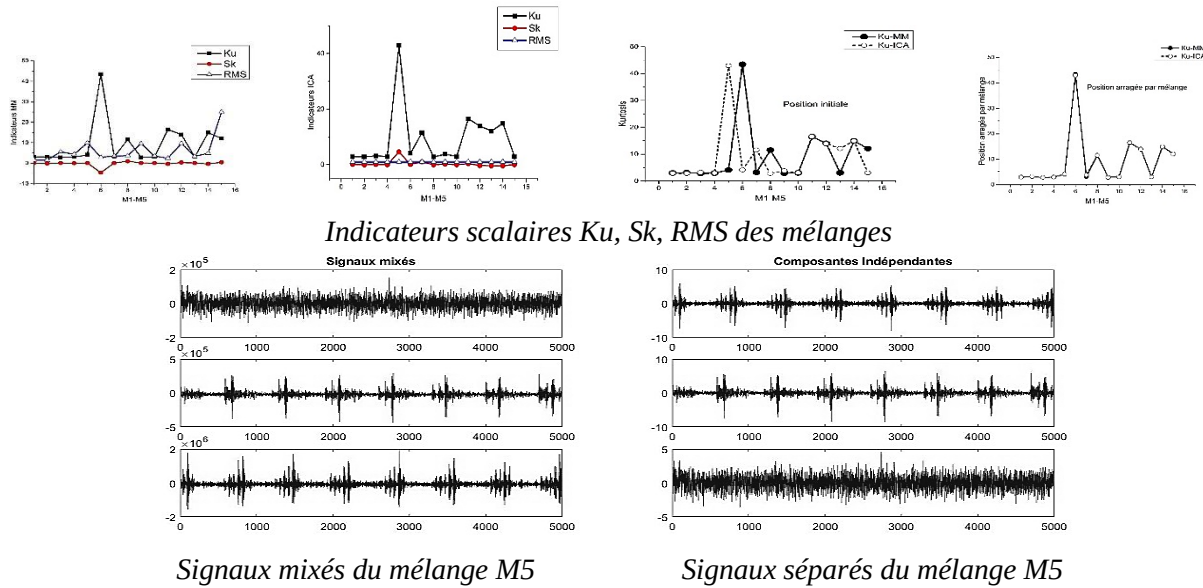
Après le mixage des signaux et le blanchiments les signaux restitués à partir des mélanges M1-M5 sont représentés par les figures ci-dessous « exemple du mélange M5 ».

Keyword : Séparation aveugle, FastICA, Kurtosis, Fonction de contraste, roulements, défaillance, diagnostic.

2 Résultats

L'examen des différents signaux par analyse des indicateurs scalaires de surveillance permet de dire que l'algorithme FastICA a réussi de restituer les signaux d'une manière presque intégrale. L'estimation fondée sur le Kurtosis avec une non linéarité gaussienne est la mieux adaptée car elle permet la restitution avec un nombre minimal d'itération « compté pendant l'exécution » qui ne dépasse pas les 60 itérations.

L'analyse des différentes situations du comportement de l'algorithme FastICA a permis de montrer son efficacité inédite pour séparer les signaux mixés issus d'une structure mécanique réelle.



3 Références :

- [1] Comon, P., *Independent component analysis, A new concept?* Signal Processing, 1994. 36(3): p. 287-314.
- [2] Jutten, C. and J. Herault, *Blind separation of sources, part I: An adaptive algorithm based on neuromimetic architecture.* Signal Processing, 1991. 24(1): p. 1-10.
- [3] Hyvarinen, A. and E. Oja, *A Fast Fixed-Point Algorithm for Independent Component Analysis.* Neural Computation, 1997. 9(7): p. 1483-1492.
- [4] Chiter, A., *Contribution à la séparation aveugle de sources en traitement du signal des vibrations, appliquée à la surveillance des machines tournantes*, Thèse de doctorat, IOMP Sétif, Mai 2018, 226P
- [5] Chiter, A., *Dynamic behavior study of a structure with defects in bearings under different operating regimes*, ICIMM2018, Setif, October 28-29th, 2018
- [6] Cardoso, J.F., *Eigen-structure of the fourth-order cumulant tensor with application to the blind source separation problem.* International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1990. 2655-2658
- [7] Amari, S., A. Cichocki, and H.H. Yang, *A New Learning Algorithm for Blind Signal Separation.* Advances in Neural Information Processing Systems, 1996. 8: p. 757-763.
- [8] Delfosse, N. and P. Loubaton, *Adaptive blind separation of independent sources: A deflation approach.* Signal Processing, 1995. 45(1): p. 59-83.
- [9] Bell, A.J. and T.J. Sejnowski, *An Information-Maximization Approach to Blind Separation and Blind Deconvolution.* Neural Computation, 1995. 7(6): p. 1129-1159.
- [10] Moreau, E. and O. Macchi, *New self-adaptive algorithms for source separation based on contrast functions.* Proceedings IEEE Signal Processing Workshop on Higher-Order Statistics, 1993: p. 215-219.

A nonlinear modelling of a spur gear-rolling element bearing system with combined faults in nonstationary conditions: simulation

DRISSI BADRDDINE^{1*}, HENTATI TAISSIR², AHMED FELKAOUI¹

¹ FARHAT ABBAS-Setif1 University, Institute of Optic and Mechanic of Precision, Laboratory of a Applied Mechanic of Precision, Sétif Algeria.

² Dynamics of Mechanical Systems Research Unit, National School of Engineering of Sfax, BP1173 – 3038 – Sfax– Tunisia.

*Email: badro.drissi_imc08@yahoo.fr

Abstract

Ball bearing is considered as source of level of vibration energy in rotation equipment, in this paper, we propose a numerical model to simulate the dynamic behavior of a one stage spur gear-rolling element bearing system in presence of different sources of non-linearity, such us, ball bearing clearance, Hertzian contact force and action of balls on bearing races. The implicit Newmark algorithm coupled with Newton Raphson iterative method is used to solve the nonlinear differential equation iteratively, in order to analyze the influence of a combined defect on the dynamic behavior of one stage spur gear transmission system under nonstationary regimes.

Key word: Ball bearings, nonlinear dynamic behavior, combined defects, spur gear.

Results

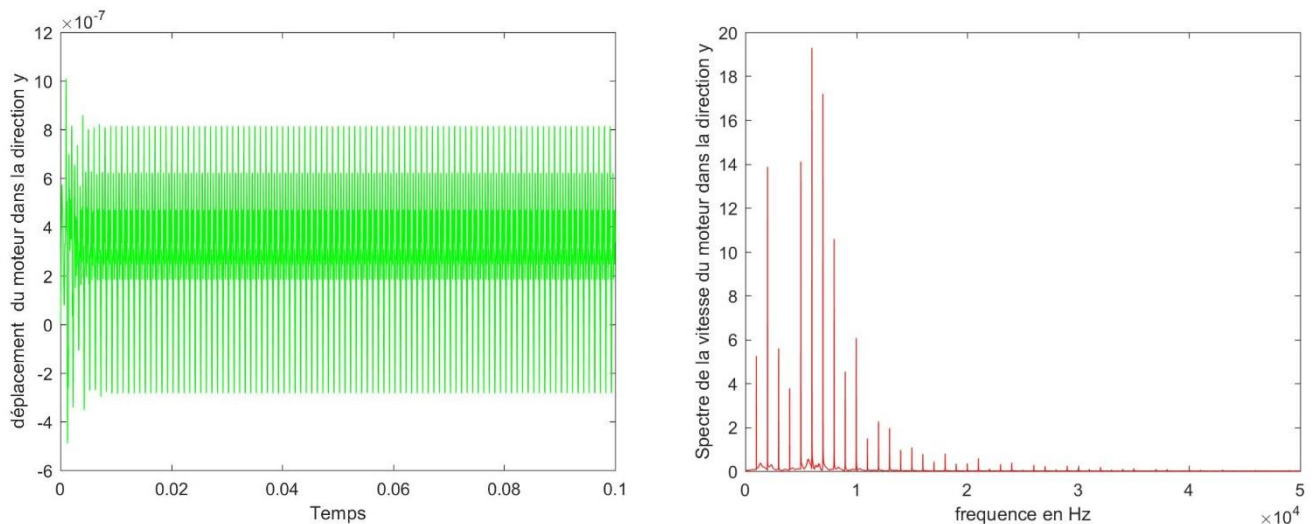


Fig 1 : behaviour of the motor in the y direction Fig 2: velocity spectrum of the motor in the y direction

References:

- [1] H. Taissir, A. M. Slim, F. Chaari, T. Fakhfakh, and M. Haddar, "Eccentricity Incidence on the Nonlinear Behavior of a Helical Gear," in *Condition Monitoring of Machinery in Non-Stationary Operations*: Springer, 2012, pp. 175-182.
- [2] F. Chaari, W. Baccar, M. S. Abbes, and M. Haddar, "Effect of spalling or tooth breakage on gearmesh stiffness and dynamic response of a one-stage spur gear transmission," *European Journal of Mechanics-A/Solids*, vol. 27, no. 4, pp. 691-705, 2008.
- [3] B. Drissi and A. Felkaoui, "Non-linear dynamic model of waviness fault Shaft-Rolling Element Bearing system," presented at the International Conference on Industriel Maintenance and Metrology (ICIMM'2018), Sétif, 28-29 October 2018, 2018.

Transmission Error and Support Vector Machines for Gear fault diagnosis

Semchedine FEDALA

Applied Precision Mechanics Laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanics,

Setif-1- University, 19000 Setif. Algeria

E-mail: fedala.semchedine@univ-setif.dz or semchedinef@yahoo.fr

Abstract:

The appearance of a defect in the rotating machinery generally causes a modification of vibratory signature. The use of vibration monitoring techniques by pattern recognition enables to automate the diagnosis. The performances of these methods are closely related to the relevance of fault indicators making up the Pattern Vector (PV). This PV must be able to describe the different modes of operation or damage of the system, and reflect the precise definition of the classes that represent the different modes of operation. These indicators must also be constructed automatically to make the most robust analysis possible.

Contrary to time Sampled Acceleration signals (SA), angular measurements like Transmission Error (TE), Instantaneous Angular Speed (IAS) and Angular Sampled Acceleration (ASA) represents all potential sources of relevant information in fault detection and diagnosis systems, but also to construct Feature Vector (FV) to make the methods of classification robust and effective even for different running speed or load conditions.

Keywords: Gearbox fault diagnosis, Angular Measurements, Transmission Error, , Support Vector Machines

Results:

In this paper, several signatures of different sampling nature (angular and temporal) are determined, from TE and SA signals respectively, to monitor several different operating modes. For this purpose, features are extracted from time and frequency domains. Support vector machines (SVM) perform the classification in order to improve the detection and identification of gear defects. The methodology is then applied in normal conditions with five pinion faults for different running speed and load conditions. The experimental results prove the efficiency of angular indicators by increasing performance of the classification. The test bench used in this study consists of two rotating shafts, on which are mounted a pinion and a spur gear offering a gear ratio of 25/56. To compare the effectiveness of methods of analysis, we used six pinions, the first one is referred as Good (G), whereas the others have several different types of defects: a Root Crack (RC), a Chipped Tooth in Width (CTW), a Chipped Tooth in Length (CTL), a Missing Tooth (MT) and General Surface Wear (GSW). An electric dc motor controlled in rotational speed drives the input shaft. The engine ensures a maximum speed of 3600 rpm. The output shaft is connected to a magnetic powder brake capable of generating different resistive torques. To record vibration signals, two accelerometers are mounted radially, one vertically and the other horizontally on the outer surface of the bearing case of output shaft of the gearbox. To measure the angular positions of the shafts, two optical encoders of 2500 pulses per revolution are mounted at the free ends of the two shafts of the gearbox.

We propose to use a FV of 15 indicators depending on the type of sampling signals. All used signals are processed to extract:

- 5 time domain features : RMS, variance, crest factor, kurtosis and skewness,
- 10 frequency domain features from time Sampled Acceleration signals (SA) and 10 orders frequency domain features from angularly sampled signals (TE).

Results represented in table 1 show the performance of the classification for detection and identification phases. It appears clearly that the better performances are obtained when the FV is calculated starting from the angularly sampled signals,

Table 1. Performance of SVM classification

	VF (15 indicators)	
	TSA	TE
Detection	90.87	98.97
Identification	91.60	98.24

References

- [1] M. Kudo and J. Sklansky, "Comparison of algorithms that select features for pattern classifiers," Pattern Recognition, vol. 1, no. 33, p. 25–41, 2000.
- [2] V. N. Vapnik, The Statistical Learning Theory, New York: Wiley, 1998.
- [3] D. Rémond, "Practical performances of high-speed measurement of gear transmission error or torsional vibrations with optical encoders," Measurement Science & Technology, vol. 9, no. 3, pp. 347-353,, 1998.
- [4] S. Fedala, D. Rémond, R. Zegadi and A. Felkaoui, "Contribution of angular measurements to intelligent gear faults diagnosis," J. Intell. Manuf., vol. 29 , no. 5, pp. 1115-1131, 2018.

Instantaneous angular speed for gearboxes monitoring

Semchedine FEDALA, Ahmed FELKAOU

Applied Precision Mechanics Laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanics,

Setif-1- University, 19000 Setif. Algeria

E-mail: fedala.semchedine@univ-setif.dz or semchedinef@yahoo.fr

Abstract

To qualify and quantify a defect on a rotating machine, it is necessary to define indicators capable of detecting its existence and of following its evolution. This subsequently allows to set an alarm threshold to prevent the intervention on the machine to monitor at the optimum time when this fault appears. In a traditional vibratory study, the occurrence frequencies of defects depends on the rotation frequency of the trees. The angular speed measurement, using optical encoders, makes it possible to characterize the excitation sources in the rotating machines while avoiding the effects of speeds fluctuation.

This study presents an experimental work of excitation sources characterization in rotating machines, realized with the help of a measurement of the Variation of the instantaneous angular speed (IAS) by using optical coders. Its objective is to highlight the performances achieved by means of elementary signal processing, in order to show the relevance of the approach in the detection of gear defects. The test bed used in this study consists of two rotating shafts, on which are mounted a pinion and a spur gear offering a gear ratio of 25/56. To compare the effectiveness of the analysis methods, we used three pinions, the first one is referred as Good (G), whereas the others have several different types of defects: a Missing Tooth (MT) and General Surface Wear (GSW). An electric motor controlled in rotational speed drives the input shaft. The engine ensures a maximum speed of 3600 rpm. The output shaft is connected to a magnetic powder brake capable of generating different resistive torques. To record vibration signal, an accelerometer is mounted vertically on the outer surface of the bearing case of output shaft of the gearbox. To measure the angular positions of the input shaft, an optical encoders of 2500 pulses per revolution is mounted at the free end of the input shaft of the gearbox.

Keywords: Gearbox fault diagnosis, Angular Measurements, Instantaneous Angular Speed

Results

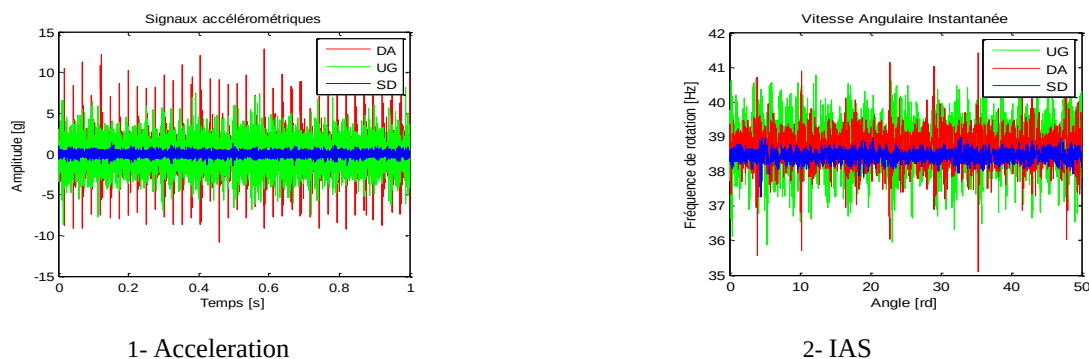


Fig 1. Presentation of Acceleration and IAS signals

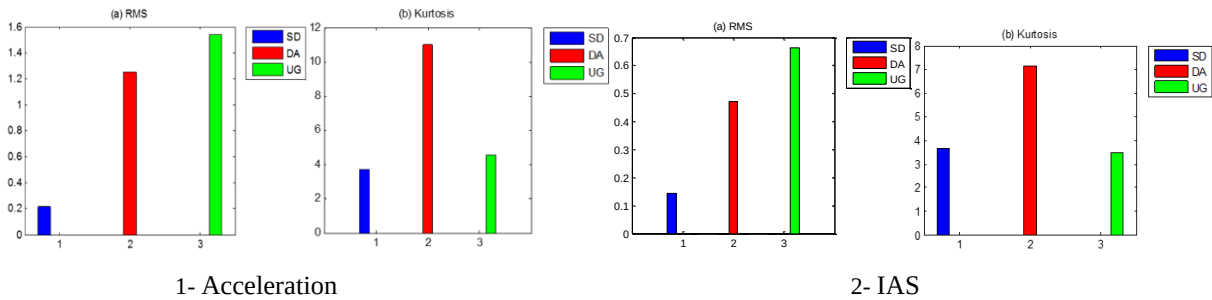


Figure 2- Scalar indicators, (a) RMS, (b) Kurtosis

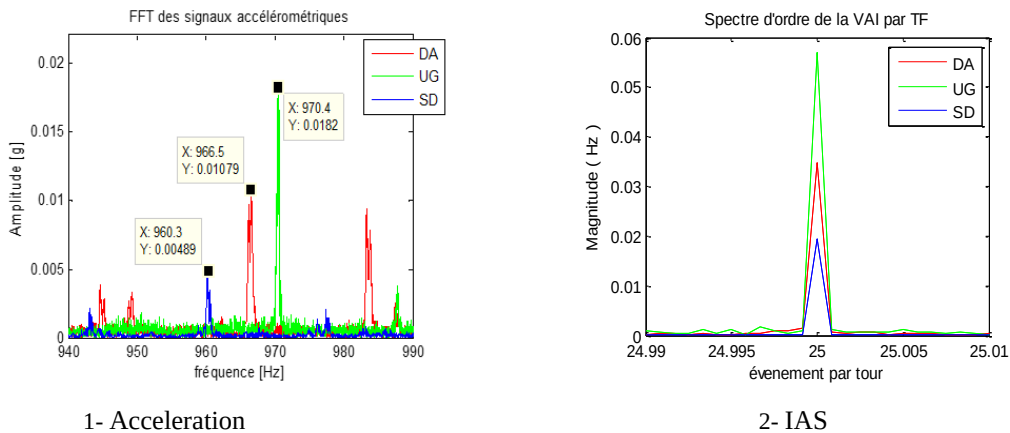


Figure 3- PSD and Angle spectra presentation

References

- [1] M. Kudo and J. Sklansky, "Comparison of algorithms that select features for pattern classifiers," *Pattern Recognition*, vol. 1, no. 33, p. 25–41, 2000.
- [2] D. Rémond, "Practical performances of high-speed measurement of gear transmission error or torsional vibrations with optical encoders," *Measurement Science & Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 347-353,, 1998.
- [3] S. Fedala, D. Rémond, R. Zegadi and A. Felkaoui, "Contribution of angular measurements to intelligent gear faults diagnosis," *J. Intell. Manuf.*, vol. 29 , no. 5, pp. 1115-1131, 2018.
- [4] S. Fedala, D. Rémond, R. Zegadi and A. Felkaoui, "Intelligent Gear Fault Diagnosis in Normal and Non-stationary Conditions Based on Instantaneous Angular Speed, Differential Evolution and Multi-class Support Vector Machine," *Signal Processing Applied to Rotating Machinery Diagnostics*, (SIGPROMD'2017) Springer, Cham, pp. 16-33, 9 4 2017.

Supervision Du Système De Clinkérisation De La Cimenterie Par Les Systèmes Immunitaires Artificiels

AMMAR HABOUSSI^{1,2}, MOUSS LEILA HAYET², MEHDAOUI RAFIK^{2,3}, BETTINE FARID¹

¹ Research Center in Industrial Technologies CRTI P.O.Box 64, Cheraga 16014 Algiers,

² Laboratoire d'Automatique et Productique université BATNA 2

³ Laboratoire ICOSI Université de KHENCHELA

Email : a.haboussi@crti.dz, Amar1975barika@yahoo.fr.

Résumé :

Dans ce travail nous nous proposons de concevoir un système de diagnostic par reconnaissance de formes immunitaires. La reconnaissance de formes est un vaste champ de recherche, indispensable à tout système intelligent d'aide à la décision. En nous inspirant des systèmes immunitaires nous avons essayé de capturer plusieurs propriétés utiles à la reconnaissance, comme la mémorisation et l'adaptation. L'algorithme développé est inspiré de l'algorithme d'apprentissage bio «CLONCLAS». Cet algorithme utilise une nouvelle formule pour le calcul d'affinité qui est plus proche du modèle réel.

Une approche de diagnostic industriel basé sur la reconnaissance de formes immunitaires s'appuyant sur la sélection clonale est mise en œuvre.

Dans ce cadre, un logiciel informatique de simulation interactive baptisé **DAIS** (Diagnostic Artificiels Immune Systèmes) est développé. Ce pro-logiciel écrit sous **MATLAB** consacré essentiellement à la création, l'apprentissage et au test d'un système diagnostic par reconnaissance des formes immunitaire des pannes d'un procédé industriel.

Notre application est illustrée sur un procédé industriel de fabrication du ciment. Cette installation fait partie de cimenterie de **Ain-Touta (SCIMAT)**. En se basant sur l'étude réalisée par [3], [64] sur l'atelier de cuisson, nous avons élaboré une **AMDEC** en ne considérant que les modes de défaillances les plus critiques (criticité > 10) et ceci pour des raisons de simplicité.

Key Word : Intelligence Artificielle, Diagnostic par Reconnaissance de Formes Immunitaires, supervision, Clinkérisation, maintenance.

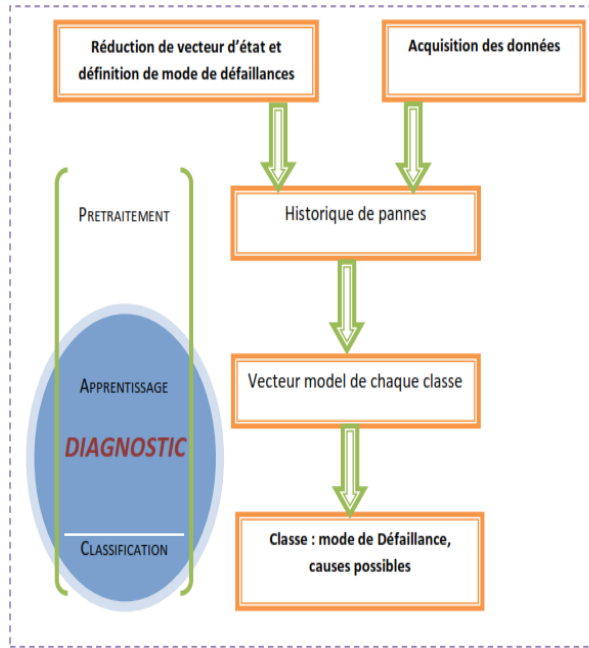


Fig 1: SCIMAT filiale du groupe ERCE et l'interface DAIS(4)



Fig 2 : Atelier de clinkerisation

Résultats :



Systèmes Immunitaires Naturels	Systèmes Industrielle
Organisme	Système industriel
Constantes du milieu intérieur (température, pression, pH, ...)	Constantes du milieu industriel (température, pression, pH, ...)
Pathogène, antigène	Panne
Organes/cellules agressées de l'organisme	Sous système ou équipement en panne
Danger	Risques (financiers, techniques, commerciaux, ...)
Signaux de danger	Signaux d'alerte (panne)
Récepteurs à la surface des cellules immunitaires	Indicateurs de performance, historiques (de pannes)
Cellules de l'immunité innée (macrophages, cellules dendritiques, cellules APC, ...)	Centres de décision pour la détermination des conséquences d'une panne
Cellules effectrices de l'immunité adaptative (lymphocytes B, anticorps)	Actions de maintenances pour répondre à la panne et à ses conséquences
Lymphocytes Th de l'immunité adaptative	Centre de décision pour la détermination des actions les plus appropriées pour répondre à la panne
Mémoire immunitaire	Mémorisation de la panne
Réponse immunitaire	Plan d'actions

Fig. 3. Diagnostic par Reconnaissance de Forme Immunitaire (DpRFI)

Classe prédicat	Classe actuel			
	MODE1	MODE2	MODE3	MODE4
MODE1	50	0	0	0
MODE2	2	48	0	0
MODE3	0	2	46	2
MODE4	0	2	2	46

Fig.4. Les classes prédicat des observations de SCIMAT

tab 1 Analogies entre immunité biologique et système industriel

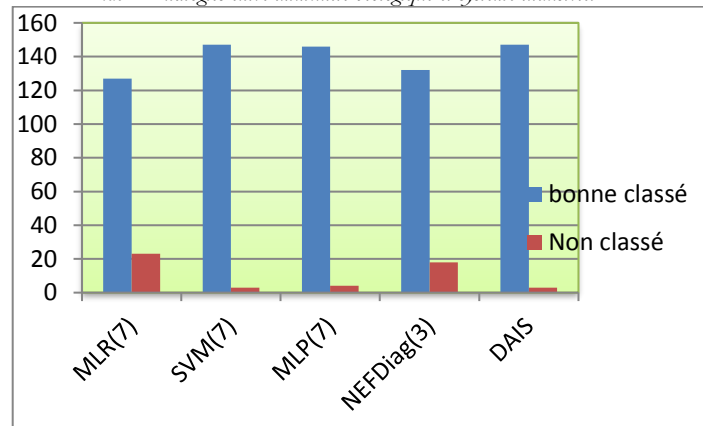


Fig. 5. Comparaison de taux de classification de DAIS avec autres systèmes (classification des IRIS de FISHER)

Références :

- [1] De Castro. L.N, An introduction to the artificial immune systems, ICANNGA - Prague, 2001
- [2] Mouss. D. Diagnostic et conduite des systèmes de production par approche a base de connaissances. Thèse de doctorat Université de Batna, 2006.
- [3] Mahdaoui.R " Diagnostic industriel par neuro-flou-application a un système de production", thèse de magistère département génie industriel université de Batna 2008.
- [4] A. Haboussi, L.H. Mouss et R. Mahdaoui , "Diagnostic par reconnaissance de forme immunitaire du processus de fabrication de ciment", colloque international sur les matériaux et leurs applications, cima'2017 , 29- 31 octobre 2017, kenchela, algérie.
- [5] Mahdaoui, R., Mouss, L. H., Haboussi, A., Chouhal, O., Haouassi, H., & Maarouk, T. M. (2019). A Temporal Neuro-Fuzzy System for Estimating Remaining Useful Life in Preheater Cement Cyclones. International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, 1950012.
- [6] Khelil, H, and Benyettou A. "Application du système immunitaire artificiel ordinaire et amélioré pour la reconnaissance des caractères artificiels." Revue «Nature & Technologie» (2010)
- [7] Neuro-Computing Environment for Evolving Intelligence , neucom(c)student v0.919, knowledge engineering and discovery research institute, Auckland university of technology 2002-2008

Méthode de réduction de dimension des indicateurs de défauts par méta-analyse

Khalil Hamouche^{1,2}, Ahmed Felkaoui¹, Lanto Rasolofondraibe², Xavier Chiementin³

¹LMPA, Institut d'optique et mécanique de précision, Université de Ferhat Abbas Sétif 1

²CReSTIC, Moulin de la Housse, 51687 Reims cedex 2, France, Université de Reims Champagne-Ardenne

³ITheMM, Moulin de la Housse, 51687 Reims cedex 2, France, Université de Reims Champagne-Ardenne

Email khalil.hamouche@univ-reims.fr, lanto.rasolofondraibe@univ-reims.fr, xavier.chiementin@univ-reims.fr, a_felkaoui@yahoo.fr

Résumé :

Le choix et le nombre des données en entrée d'une méthode de classification prennent une importance capitale pour la performance de la méthode. Plusieurs méthodes existent pour réduire la matrice des données d'entrée telles que la projection ou la sélection. Dans le cadre de la détection de défauts des composants mécaniques, nous proposons une méthode de réduction de dimension de la matrice d'indicateurs de défauts basée sur une technique de méta-analyse. Cette technique permet de mieux choisir les indicateurs pertinents et donc de fiabiliser la détection et le suivi de l'état de dégradations des composants et plus particulièrement les roulements. Les résultats obtenus nous ont permis de choisir les indicateurs adaptés selon la nature et le type du défaut de roulement. Nous avons donc constitué la matrice d'indicateurs de défaut à partir des résultats obtenus par la méta-analyse, ce qui augmentera la performance de la classification dans le but de l'identification des défauts de roulement.

Plusieurs méthodes de classification dynamique déjà existent. [1] Ont développé une méthode de classification dynamique DBSCAN-GM, basée sur l'algorithme DBSCAN [2]. [3] ont proposé la méthode CEDAS (Clustering of Evolving Data streams into Arbitrary Shapes), qui peut regrouper des données en formes arbitraires, [4] ont développé une classification en temps réel RT-OPTICS (real time- ordering points to identify clustering structures) basée sur la technique OPTICS.

Les méthodes de projection et de sélection des indicateurs sont des bonnes techniques pour réduire la dimension de la matrice d'indicateurs dans une méthode de classification dynamique, mais il existe toujours un risque de perdre le sens physique de l'information. Il est également difficile de faire la distinction entre différents défauts de roulement. C'est pourquoi, dans ce travail, une nouvelle méthode a été proposée pour remplacer les méthodes de réduction de dimension par une méthode qui permette de conserver les caractéristiques physiques des indicateurs, cette méthode permettra également de trouver des indicateurs optimaux pour chaque type de défaut, donc d'optimiser la signification physique des indicateurs utilisés

La méthode de classification dynamique RT-OPTICS est utilisée dans ce travail pour tester la performance de la démarche proposé.

Key word : Bearing fault, feature extraction, meta-analysis of indicators, dynamic classification, feature reduction, health indicator, bearing fault identification

Résultats :

La méthode de méta-analyse a mène à construire une matrice d'indicateurs qui sont capable de différencier entre les défauts de roulements et par conséquence, améliorer la performance de la méthode de classification, les résultats sont présenté dans les figures 1 et 2

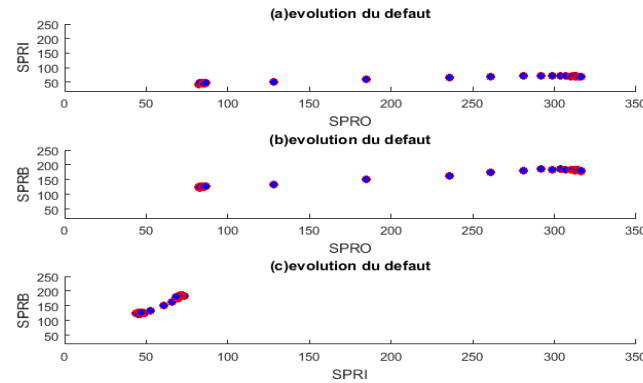


Figure 1 (a) Evolution de défaut, l'indicateur SPRI en fonction de SPRO, (b) SPRB en fonction de SPRO, (c) SPRB en fonction de SPRI (signal simulé d'un défaut de bague extérieure)

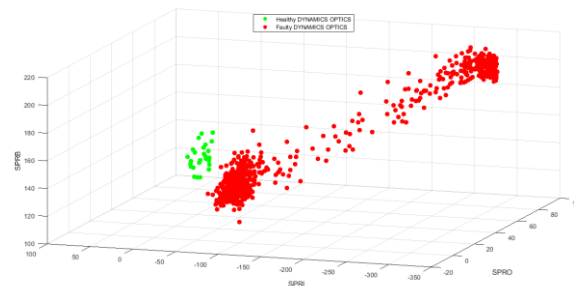


Figure 2. classification dynamique des trois indicateurs SPRO,SPRI, SPRB (signal simulé d'un défaut de bague extérieure)

Référence :

- [1] A. Smiti and Z. Elouedi, "DBSCAN-GM: An improved clustering method based on Gaussian Means and DBSCAN techniques," *INES 2012 - IEEE 16th Int. Conf. Intell. Eng. Syst. Proc.*, pp. 573–578, 2012.
- [2] M. Ester, H.-P. Kriegel, S. Jorg, and X. Xu, "A Density-Based Clustering Algorithms for Discovering Clusters," *Kdd*, vol. 96, no. 34, pp. 226–231, 1996.
- [3] R. Hyde, P. Angelov, and A. R. MacKenzie, "Fully online clustering of evolving data streams into arbitrarily shaped clusters," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 382–383, pp. 96–114, 2017.
- [4] D. Benmahdi, L. Rasolofondraibe, X. Chiementin, S. Murer, and A. Felkaoui, "RT-OPTICS: real-time classification based on OPTICS method to monitor bearings faults," *J. Intell. Manuf.*, pp. 1–14, 2017.

Optimisation Structurale d'un Système à Inférence Floue FIS (Fuzzy Inference System) pour l'Identification et la Classification des Défauts de Roulements

FATEH HARROUCHE¹, AHMED FELKAOU²

^{1,2}Laboratoire de Mécanique de Précision Appliquée (LMPA),
Institut D'optique et Mécanique de Précision, Université Ferhat Abbas Sétif 1
Email : harrouchefateh74@gmail.com

Abstract

Ce travail porte sur l'Optimisation structurale d'un Système à Inférence Floue FIS (Fuzzy Inference System) pour l'Identification et la Classification des Défauts de Roulements. Le système initial FIS (avant optimisation) est de type Sugeno, avec des variables (indicateurs) d'entrées choisis arbitrairement parmi l'ensemble globale des indicateurs, ce système initial FIS n'a pas réussi à classer 58 observations de la base de données sur 112, soit 48,21%, Ce rapport de bonne classification est faible. Afin d'augmenter l'efficacité et la capacité de ce système dans le diagnostic et la classification des défauts, il convient d'optimiser ce dernier et c'est ce que nous allons faire dans l'étape suivante. Il s'agit de modifier la structure du système, et c'est ce que l'on appelle optimisation structurale. Afin d'optimiser le système initial, on va sélectionner les variables d'entrée de ce dernier à l'aide d'une méthode de sélection automatique, contrairement à la première étape où on a choisie les variables d'entrée d'une manière arbitraire. Dans notre travail, Nous avons choisi la méthode de sélection par le critère de Fisher. Les résultats obtenus montre que le système FIS après optimisation structurale a permis de classer correctement la totalité des observations de la base de données (c'est-à-dire un rapport de bonne classification de 100%), et cela est du au bon choix des variables d'entrée du système FIS par la méthode de Fisher, les résultats montre aussi l'efficacité de la méthode de sélection par le critère de Fisher.

Key word : Diagnostic des défauts mécaniques, Logique floue, Système à inférence floue (SIF), Optimisation structurale des systèmes à inférence floue, sélection des indicateurs, critère de Fisher, Traitement du signal.

Démarche Expérimentale

Le banc d'essai étudié est un banc de roulement du centre (The Case Western Reserve University - Bearing Data Center. Cleveland, Ohio. USA), (voir Figure. 1).

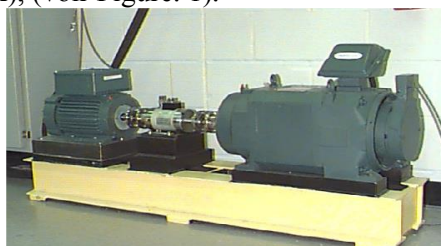


Fig.1 Banc d'essai de roulements.

Les signaux étudiés ont été enregistrés pour les défauts de la bague intérieure du coté accouplement, les quatre états étudiés sont : sans défaut, et les trois défauts de diamètres successifs 0.007, 0.021, et 0.028inch créés sur la bague intérieure. À partir de ces signaux, Nous avons calculés initialement 11 indicateurs statistiques et fréquentiels. La base de données se compose de 112 éléments (vecteurs) et chaque vecteur se constitue de 3 indicateurs, cette base de donnée est stockée dans une matrice en vue d'être utilisée en classification.

Résultats et Discussion

Comme nous l'avons déjà décrit dans le résumé, nous avons construit dans la première étape un système initial (FIS) avec des variables d'entrée choisies arbitrairement parmi les indicateurs de l'ensemble globale. Les indicateurs choisis sont : le facteur de crête (F_c), le facteur de dissymétrie (skewness en anglais (K_s)), et le facteur d'aplatissement (Kurtosis (K_u)). Nous avons choisie aussi quatre classes correspondant aux quatre états de défauts étudiés (de N1 à N4). La figure 2 représente graphiquement le résultat de classification obtenu par le système initial FIS (avant optimisation).

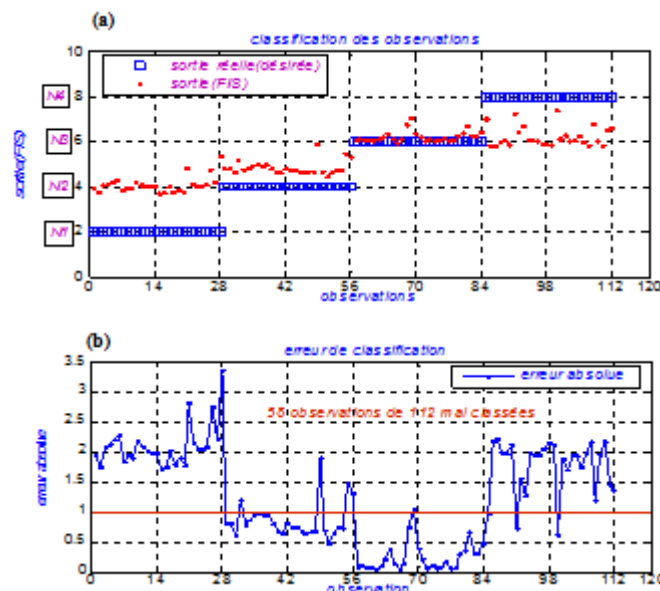


Fig.2 classification de la base de données. **(a)** sortie du système FIS ; **(b)** l'erreur absolue de la sortie du système FIS par rapport à la sortie souhaitée (désirée).

La Figure 2. a représente le résultat de classification de la base de données, et la Figure 2.b montre l'erreur absolue de la sortie du système FIS initial par rapport à la sortie souhaitée (désirée), une observation est considérée comme mal classée lorsque l'erreur absolue pour cette dernière est supérieure ou égale à 1. Donc, on peut dire que le système initial FIS n'a pas réussi à classer 58 observations sur 112 (voir figure 2), soit 48,21%. Ce rapport de bonne classification est faible, et ceci est principalement dû à la sélection aléatoire des entrées du système.

À partir des résultats de classification par le système initial FIS, il a été constaté que ce système et avec la structure choisie est incapable de classer correctement la base de données. Donc, il est nécessaire de modifier sa structure, et c'est ce que l'on appelle optimisation structurelle. Il s'agit dans cette optimisation de

sélectionner les variables d'entrée parmi les indicateurs de l'ensemble globale à l'aide d'une méthode de sélection automatique, contrairement à la première étape où on a choisie de manière arbitraire. Il existe plusieurs méthodes de sélection des indicateurs. Dans notre travail, nous avons choisi la méthode de sélection par le **critère de Fisher**.

La Figure 3 montre la variation du critère de Fisher pour les 11 indicateurs

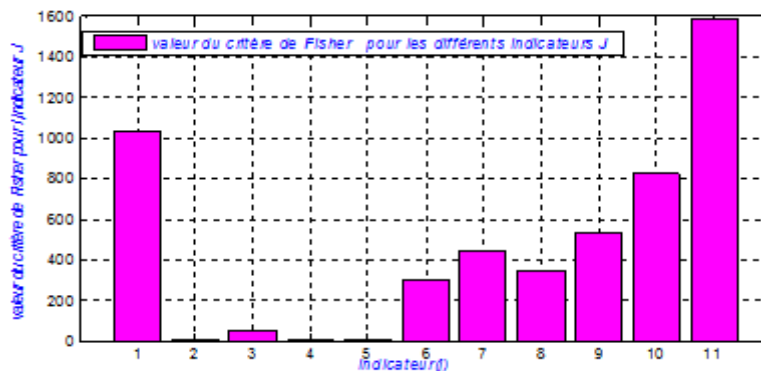


Figure 3 variations du critère de Fisher pour les 11 paramètres

Les indicateurs(j) de 1 à 11 dans la Figure 3 sont respectivement : E_{B5} , ET , E_{B4} , E_{B3} , E_{B1} , E_{B2} , E_{BT} , A_{cc} , K_u , K_s , F_c . Les tableaux 1 et 2 montrent ces indicateurs

Tableau 1 : Indicateurs de 1 à 5

N°	Domaine	Bandes	Indicateurs
1	Temporel		<u>Ecart type(ET)</u> : la moyenne des ET calculés dans les 5 bandes
2		Bande 1 [0-1500]HZ	<u>Facteur de crête (F_c)</u> : la moyenne des F_c calculés dans les 5 bandes
3		Bande 2 [1500-3000]HZ	<u>valeur crête-crête(A_{cc})</u> : la moyenne des A_{cc} calculés dans les 5 bandes
4		Bande 3 [3000-4500]HZ	<u>Facteur de dissymétrie (K_u)</u> : la moyenne des K_u calculés dans les 5 bandes
5		Bande 4 [4500-6000]HZ	<u>Facteur d'aplatissement (K_s)</u> : la moyenne des K_s calculés dans les 5 bandes

Tableau 2 : Indicateurs de 6 à 11

N°	Domaine	Bandes	Indicateurs
6	Fréquentiel	Bande totale [0-6000]HZ	E_{BT} :Energie du spectre d'enveloppe dans la bande totale
7		Bande 1 [0-1000]HZ	E_{B1} :Energie du spectre d'enveloppe dans la bande 1
8		Bande 2 [1000-2000]HZ	E_{B2} :Energie du spectre d'enveloppe dans la bande 2
9		Bande 3 [2000-3000]HZ	E_{B3} :Energie du spectre d'enveloppe dans la bande 3
10		Bande 4 [3000-4000]HZ	E_{B4} :Energie du spectre d'enveloppe dans la bande 4
11		Bande 5 [4000-5000]HZ	E_{B5} :Energie du spectre d'enveloppe dans la bande 5

Les trois indicateurs qui ont des valeurs du critère de Fisher les plus élevés sont utilisés comme variables d'entrée pour le nouveau système FIS, ces indicateurs sont : E_{B5} : Energie du spectre d'enveloppe dans la bande [4000-5000HZ], ET : l'écart-type(ET), E_{B4} : Energie du spectre d'enveloppe dans la bande [3000-4000 kHz]. La Figure 4 représente graphiquement le résultat de classification de la base de données avec le système FIS après optimisation.

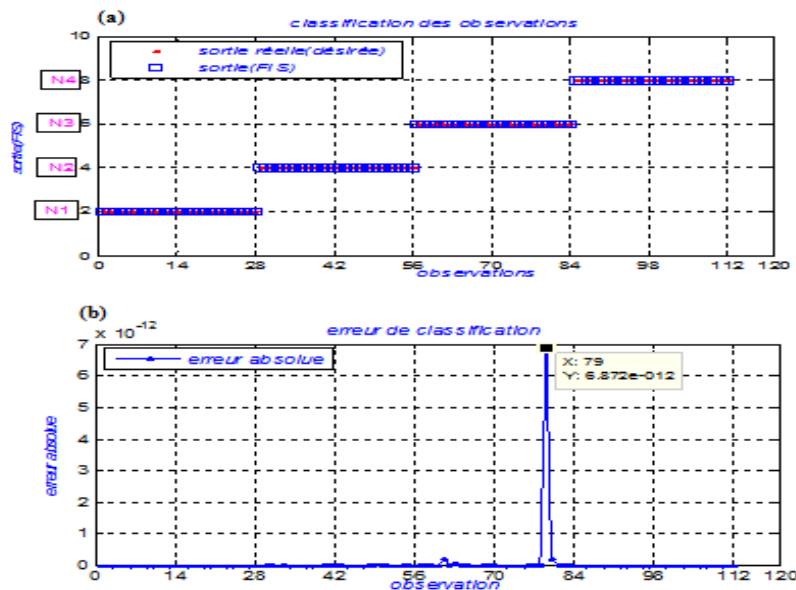


Figure 4 classification de la base de données. **(a)** sortie du système FIS ; **(b)** l'erreur absolue de la sortie du système FIS par rapport à la sortie souhaitée (désirée).

A partir des résultats obtenus (figure 4), On peut dire que notre système (FIS), optimisé structurellement a permis de classer correctement la totalité des observations de la base de données (c'est-à-dire un rapport de bonne classification de 100%), et cela est dû au bon choix des variables (indicateurs) d'entrée du système FIS qui sont les plus pertinents parmi l'ensemble des indicateurs. Les résultats montrent aussi l'efficacité de la méthode de sélection par le critère de Fisher.

Références :

- [1] Tony Boutros & Ming Liang, "Mechanical fault detection using fuzzy index fusion", International Journal of Machine Tools et Manufacture, 47(2007) 1702-1714.
- [2] Jian-Da Wu & Chuang-Chin Hsu, "Fault gear identification using vibration signal with discrete wavelet transform technique and fuzzy-logic inference", Expert Systems with Applications, 36(2009) 3785-3794.
- [3] V. Sugumaran & K.I. Ramachandran, "Automatic rule learning using decision tree for fuzzy classifier in fault diagnosis of roller bearing", Mechanical Systems and Signal Processing, Vol 21 (2007) 2237-2247.
- [4] Mathworks, Fuzzy Logic Toolbox—for Use with MATLABs, User manual of Mathworks, 2000.
- [5] Saravanan, N., Cholaiajan, S., & Ramachandran, K. I, "Vibration based fault diagnosis of spur bevel gear box using fuzzy technique", Expert Systems with Applications, 36(2), 2009, 3119–3135.
- [6] Wu, J. D & Hsu, C. C, " Fault gear identification using vibration signal with discrete wavelet transform technique and fuzzy logic inference", Expert Systems with Applications, (2009), 36(2), 3785–3794.
- [7] Amit Umbrajkaar , Arunagiri Krishnamoorthy, "Vibration analysis using wavelet transform and fuzzy logic for shaft misalignment", Journal of Vibroengineering(JVE), Vol. 20, Issue 8, 2018, p. 2855-2865
- [8] Cuneyt Aliustaoglu; H. Metin Ertunc & Hasan Ocak, "Tool wear condition monitoring using a sensor fusion model based on fuzzy inference system", Mechanical Systems and Signal Processing, 23 (2009) 539–546.

Elasticity analysis for Reliability improvement of a cylindrical gear pair

Naoual KARAR¹, Ahmed Felkaoui¹, Ferhat Djeddou¹

¹ Institute of Optics and Precision Mechanics. University of Setif 1, 19000 Algeria

Email : karar.n@univ-setif

Abstract

The present paper aims to perform a comprehensive reliability analysis and elasticity assessment, using the most known methods for calculating reliability of a cylindrical gear pair considering uncertainties on all gear ISO 6336 parameters except the transmission ratio. Furthermore, an attempt is made to point out ways of gear design reliability improvements.

The reliability analysis is done for three modes of failure occurring generally during the operation of a gear pair, namely tooth pinion/wheel bending stresses and gear pair contact stress. The reliability is assessed using two techniques: the First-Order Reliability Method (FORM) and Second-Order Reliability Method (SORM) as approximated methods, Monte Carlo Simulation (MCS) as numerical methods. Both techniques are used in this study and are implemented in the specific software for reliability analysis developed by Phimeca Engineering S.A. The obtained results were clearly very close to those obtained by published sources. Moreover, FORM method is employed to provide elasticity factors in order to carry out possibilities for improving the gear pair reliability. This was done by making small changes in either the distribution laws or in statistical settings such as means and standard deviations of the variables that have higher elasticity factors. This study has shown that the reliability of gear pair was improved demonstrating the importance of the elasticity analysis during the design phase.

Keyword : cylindrical gear pair , elasticity factors, design reliability, FORM, SORM, MCS.

1 Results of reliability elasticity analysis

From the design standpoint, the elasticity to averages provides information about dimensions to retain whereas elasticity to standard deviation can direct quality control. For this reason, it is very essential to calculate the elasticity of the failure probability with respect to the random variables parameters.

However, the elasticity factors with respect to the means and their standard deviations, for the cases of bending and contact stress models, are visualized respectively in the figures 1 and 2. The results in this section were obtained through the application of the FORM method [1].

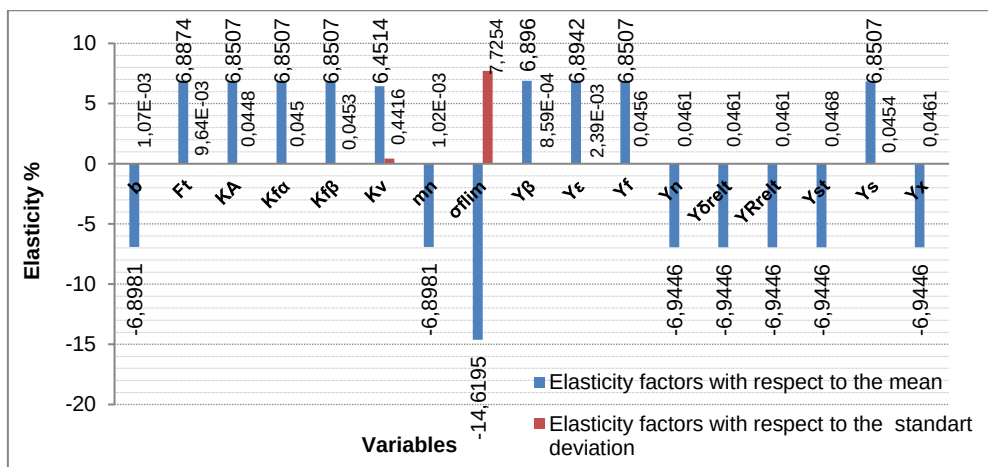


Fig.1 Elasticity of P_f for pinion bending stress G_1

The results of reliability elasticity analysis for the Hertzian contact stress failure scenario[2] are shown in figure 2.

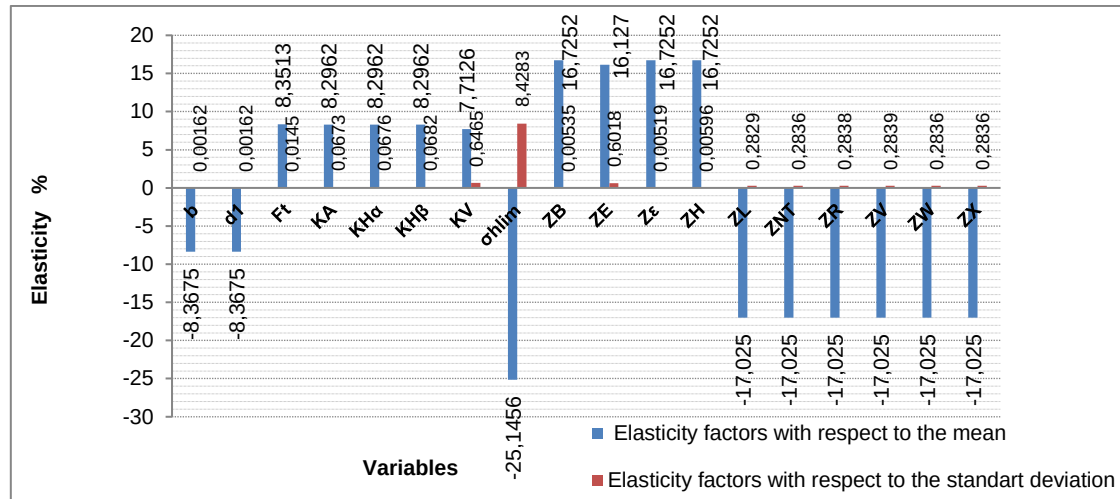


Fig. 2 Elasticity of P_f for contact stress G_3 state.

This elasticity analysis leads us to specify the random variables that will undergo changes to improve reliability. Both variables σ_{Flim} and σ_{Hlim} have the highest elasticity factors, for that they have been chosen to perform variations in their statistics.

2 Results of reliability improvement

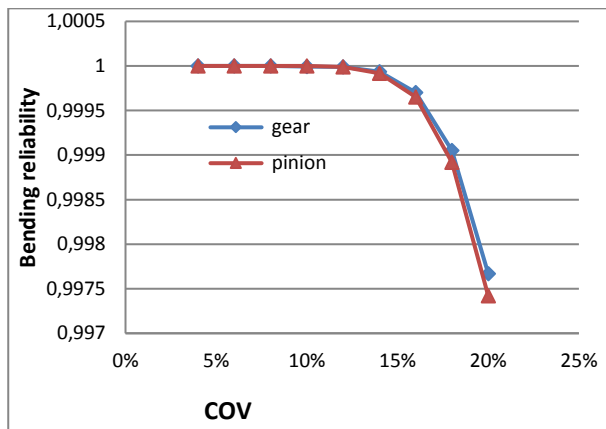


Fig. 3 Bending reliability vs COV

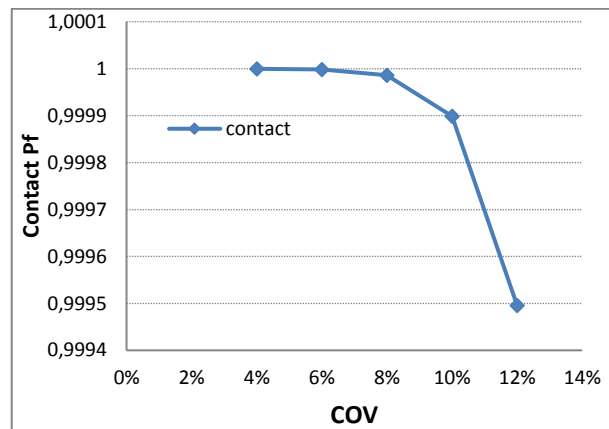


Fig. 4 Contact reliability vs COV

From figure 3, by varying the COV of σ_{Flim} from 20% to 10%, the increase in R in cases G_1 and G_2 as a function of the values of standard deviation could be quantified. It is noted that, for the same level of stress, reliability increases with a reduction of standard variation. Indeed, for a variation of COV value from 20% to 10%, the gear pair reliability increases from ($R=0,99742$) to ($R=0,99999883$) for the pinion and from ($R=0,99767$) to ($R=0,99999186$) for the wheel. On the other hand, figure 4 illustrates the standard deviation variation of σ_{Hlim} from 12% to 10% corresponding to an increase in reliability varying from ($R=0,999496$) to ($R=0,999899$).

Références :

- [1] M. Lemaire , M. Pendola: PHIMECA-SOFT, Struct Saf, vol 28,: pp 130-149 (2006)
- [2] Y.Zhang , L.Qiaoling , W. Bangchun: Practical reliability-based design of gear pairs. Mechanism and Machine Theory 38(12), 1363-1370 (2003)

DETECTION OF WIND TURBINE FAULTS USING INSTANTANEOUS FREQUENCY BASED ON EEMD AND STFT RIDGES

MAHGOUN HAFIDA

Laboratoire de Mécanique de précision Appliquée (LMPA), Institut d'Optique et de Mécanique de Précision, Université Ferhat Abbas Sétif 1.

Abstract

Planetary gear boxes are widely used for power transmission in wind turbines therefore the malfunctions and defects are inevitable in gear transmission system. The faulty gear is usually the major source of noise and vibration and may result in the abnormal operation and failure of the system. Then the early detection of planetary gear faults is very important to prevent the wind turbine from damage [1].

Vibration analysis is the most commonly used method for diagnosing gear faults since the vibration signals and tachometer signal give plentiful information related to machines [2].

When a local gear fault is presented, both the amplitude and phase of the tooth meshing vibration are modulated. If the machine operates under constant speed and load the frequency domain can be used in the identification of fault characteristics which manifest as frequency sidebands equally spaced around the meshing frequency and its harmonics in vibration spectra.

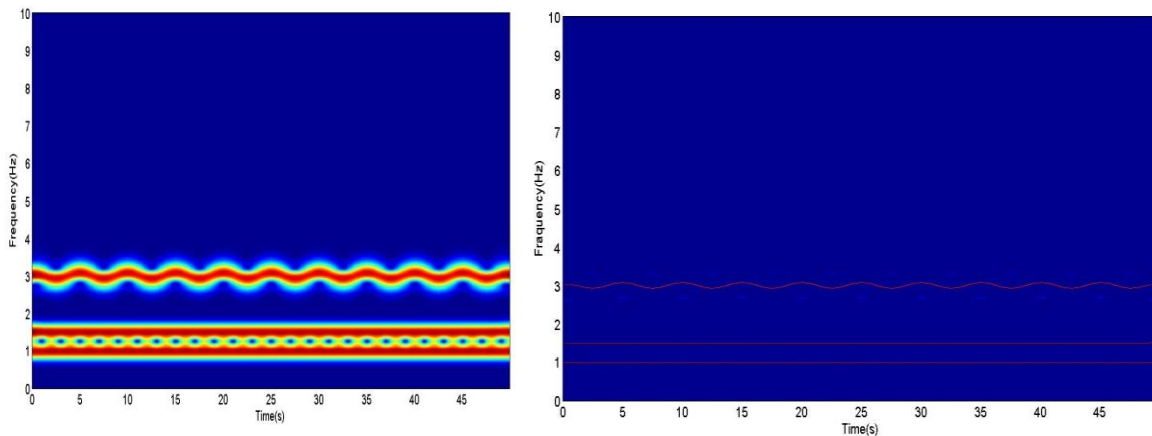
The Hilbert transform has been widely used in demodulation and has given good results. However, under variable rotating speed of the shaft, the meshing frequency and its harmonic and the sidebands vary with time and hence the vibration signal is non-stationary. The use of the conventional fault diagnosis methods such as the Hilbert transform and the Fourier analysis do not allow to good results. To identify the fault frequency requires the use of expensive instruments (optical encode and data acquisition card), to avoid this problem many researchers propose several techniques to estimate the instantaneous frequency [3] to perform order tracking without using tachometer signal. In this work we use a time-frequency representation to estimate this parameter since is observed as a time frequency curves (ridges) [4].

We propose first to use the ensemble empirical decomposition (EEMD) which is particularly suitable for processing non stationary signals. This method was proposed by Huang et al. [5] for nonlinear and non-stationary signals and was recently applied in fault diagnosis of rotating machinery, it does not use a priori determined basis functions and can iteratively decompose a complex signal into a finite number of intrinsic mode functions (IMFs). Each resulting elementary component IMF can represent the local characteristic of the signal. Then, we estimate the instantaneous frequency of the IMF of interest by using time-frequency ridges technique.

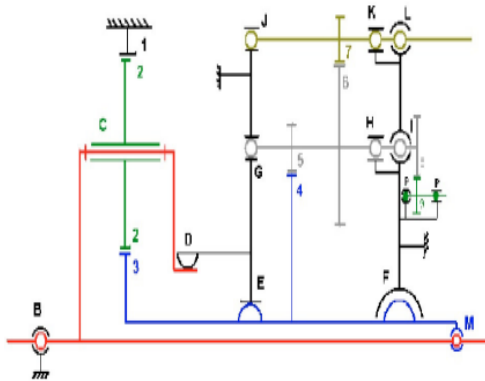
For this reason, we start our analysis by presenting a simulated signal to illustrate the non stationary phenomena due to the variation in the speed of the shaft, and the EEMD method is applied to decompose the signal into modes, after that we calculate the spectrogram of each IMF and we use the ridges method to extract the instantaneous frequency which can be used in order tracking, we can also analyze this parameter to extract the frequency characteristics fault. Finally, the method is tested on a reel vibration signal collected from a planetary gear box.

Key word : EEMD, STFT, ridges, instantaneous frequency, order tracking

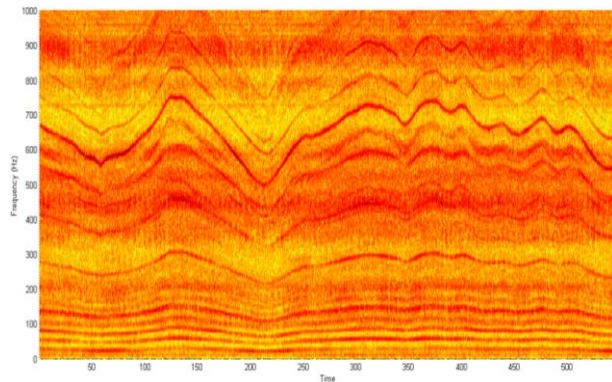
Results



Spectrogram and the ridges



Wind turbine gearbox test bench



Spectrogram of the vibration signal

References:

- [1] Jungho Park, Yunhan Kim, Kyumin Na and Byeng D. Youn, Variance of energy residual (VER): An efficient method for planetary gear fault detection under variable-speed conditions, *Journal of Sound and Vibration*, Volume 453, 4 August 2019, Pages 253-267.
- [2] C. C. Lalescu, B. Teaca, D. Carati, Implementation of high order spline interpolations for tracking test particles in discretized fields, *Journal of Computational Physics*, Volume 229, Issue 17, 20 August 2010, Pages 5862-5869
- [3] Urbanek, T. Barszcz, J. Antoni, A Two-Step Procedure for Estimation of Instantaneous Rotational Speed With Large Fluctuations, *Mechanical Systems and Signal Processing* 38 (1), pp. 96-102
- [4] N. E. Huang, Z. Shen and S. R. Long, The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis in: *Proceedings of the Royal Society of London Series*, 454, pp. 903-995, 1998.
- [5] Yi Wang, Peter W. Tse, Baoping Tang, Yi Qin, Guanghua Xu, Order spectrogram visualization for rolling bearing fault detection under speed variation conditions, *Mechanical Systems and Signal Processing*, Volume 122, 1 May 2019, Pages 580-596

Surveillance en ligne de l'état des outils de coupe par analyse des signaux de force

MECHEHOUD MOHAMED ISLAM¹, MAHGOUN HAFIDA¹

¹Laboratoire de Mécanique de précision Appliquée (LMPA), Institut d'Optique et de Mécanique de Précision, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Sétif 19000, Algérie

Email : mohamedmechhoud13@gmail.com

Résumé

L'état d'outil de coupe joue un rôle important dans les procédés d'usinage par enlèvement de matière, car un défaut tel que l'usure d'outil ou la rupture conduirait à des pertes au niveau de la qualité des pièces usinées, la production et aussi l'endommagement et l'arrêt des équipements. Une recherche pour la détection de l'usure des outils est donc obligatoire.

Dans les processus d'usinage par enlèvement de matière plusieurs phénomènes se présentent dans la zone de contact entre l'outil et la pièce, telles que des déformations élastiques et plastiques, des frottements internes et externes, l'augmentation de la température. Ces phénomènes contribuent à l'usure de l'outil [1].

Les pannes dues à des outils de coupe (usure et casse) représentent généralement environ 20% du temps d'arrêt d'une machine-outil [2]. La surveillance de l'état des outils joue un rôle important dans le maintien de la qualité de la finition des surfaces, la détermination de la durée de vie de l'outil pour assurer la continuité du processus de production [3], dans l'identification de la rupture d'outil (rupture), et aussi l'estimation ou la classification de l'usure des outils causée par l'abrasion ou d'autres influences sont les tâches les plus importantes [4].

Les méthodes de mesure de l'usure des outils sont classées en méthodes directes et méthodes indirectes. Les méthodes directes sont liées à la mesure des changements géométriques d'outil qui sont généralement effectuées hors ligne [5], Les méthodes indirectes sont continues, s'effectuent en ligne et utilisent les signaux les paramètres physiques produits du processus d'usinage telles que la force de coupe, les vibrations, l'émission acoustique, le son ...etc. [6]. Les forces sont largement reconnues comme le paramètre le plus fiable et le plus robuste pour la surveillance en ligne de l'état des outils [7].

Dans ce travail, nous utilisons la technique d'analyse des signaux de la force d'une fraise à commande numérique CNC de grande vitesse, Cette analyse s'appuie sur des techniques de traitement du signal telles que l'analyse temporelle et fréquentielle. L'objectif de ce travail est de déterminer la relation entre l'usure de l'outil et la variation des indicateurs scalaires obtenus par l'analyse des signaux enregistrés sur une fraiseuse CNC à grande vitesse.

Mot clés : usure, surveillance, outil de coupe, force de coupe, analyse temporelle, transformé de Fourier

Résultats

Les données utilisées dans ce travail proviennent d'une base de données d'une fraiseuse CNC à grande vitesse, cette base de données est composée de plusieurs signaux de forces de coupe, vibratoires et émission acoustique [8]. Les signaux sont enregistrés par des capteurs dynamométriques, accélérométriques et à émission acoustique (Figure.1). Dans ce travail nous avons analysé les signaux de force de coupe enregistrés dans les trois directions perpendiculaires (X, Y et Z).

Les figures 2-a et 2-b montrent clairement les trois phases d'évolutions de l'usure d'outil : la partie (1) de la courbe correspond à la phase de rodage, la partie (2) c'est la phase de stabilisation et la partie (3) c'est la phase d'accélération de l'usure.

Les figures (3,4, et 5) représentent respectivement l'évolution de la variance, RMS et la valeur crête à crête. On peut voir que les valeurs de la variance et les valeurs crête à crête montrent une augmentation apparente avec l'augmentation d'usure et ont fourni des informations plus appropriées sur l'évolution de l'usure d'outil que le RMS. Les figures 6(a, b et c) montrent les spectres des signaux dans les trois phases d'évolution d'usure d'outils de coupe (rodage, stabilisation et l'accélération), le spectre 6-a correspond à la première phase d'évolution de l'usure, on peut identifier un pic à la fréquence 173,9HZ qui correspond à la fréquence de rotation de l'outil, alors que dans les spectres 6-b et 6-c on peut détecter clairement la présence d'un pic à 521Hz qui correspond à la fréquence de passage des lames d'outil avec une augmentation significative de l'amplitude. Alors le spectre peut être utilisé comme caractéristique pour l'analyse de l'état de l'outil.

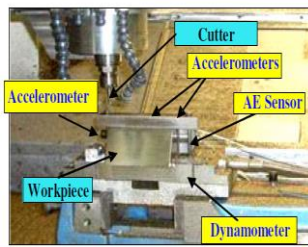


Figure. 1 : Surveillance de l'état de l'outil dans le processus de fraisage à grande vitesse

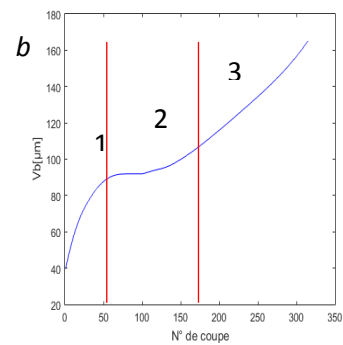
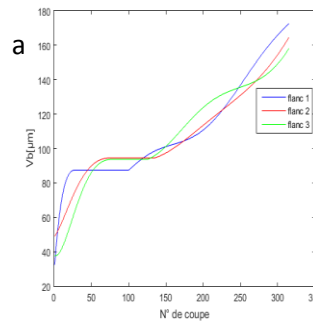


Figure. 2 : a) Courbe d'évolution d'usure du trois flancs d'outil en fonction de nombre de coupe, b) Courbe d'évolution d'usure moyenne en fonction de nombre de coupe

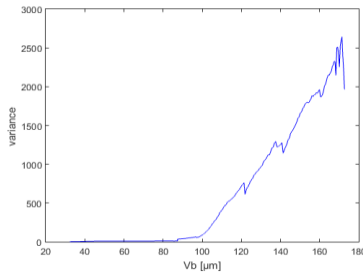


Figure. 3 : l'évolution de la variance

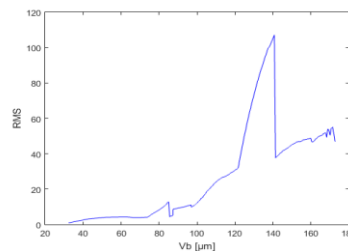


Figure. 4 : l'évolution de RMS

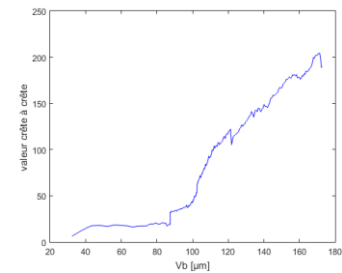


Figure. 5 : l'évolution de la crête à

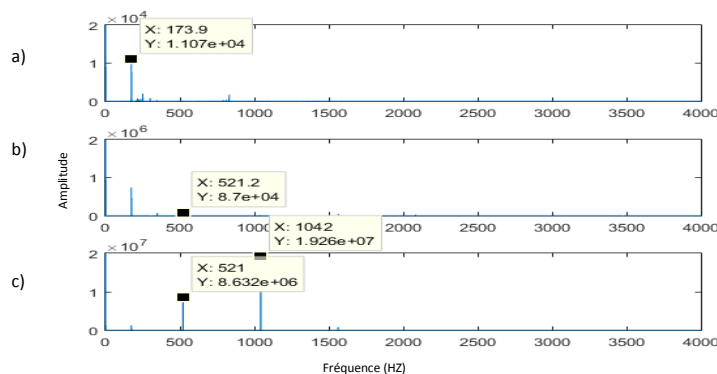


Figure.6 : spectres des signaux de force à différentes phases d'évolution de l'usure. a) la phase de rodage, b) la phase de stabilisation, c) la phase d'accélération

Références

- [1] J.Matuszak , «Tool Wear Measurement After Milling Of Aluminum Alloy Using Combined Roughness And Contour Device», Applied Computer Science, vol. 11, n° 14, pp. 51-57, 2015.
- [2] S.Kurada , C. Bradley, «A Review Of Machine Vision Sensors For Tool Condition Monitoring», Computers in Industry, vol. 34, pp. 55-72, 1997.
- [3] X. Li et al, «Fuzzy Neural Network Modelling for Tool Wear Estimation in Dry Milling Operation», chez Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society, 2009.
- [4] S.Bernhard, «On-Line And Indirect Tool wear Monitoring In Turning With Artificial Neural Networks: A Review Of More Than A Decade Of Research», Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 16, n°14, p. 487–546, 2002.
- [5] K.Mecheri et al, «Cutting tool wear monitoring using wavelet (DWT) analysis of vibratory signal» , Monastir- Tunisie, 2008.
- [6] C.Zhang et al, «Tool Condition Monitoring and Remaining Useful Life Prognostic Based on a Wireless Sensor in Dry Milling Operations», sensors, vol. 16, 2016.
- [7] P. Bhattacharyya et al, «Cutting Force-Based Real-Time Estimation of Tool Wear in Face Milling Using A Combination of Signal Processing Techniques» Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 21, p. 2665–2683, 2007.
- [8] H. Chen, "A Multiple Model Prediction Algorithm for CNC Machine Wear PHM," International Journal of Prognostics and Health Management, 2011.

New Bearing Fault Index (BFindex) for Diagnosis of Rolling Element Bearing

Amine MEZAGHCHA¹, Ridha ZIANI¹, Ahmed FELKAOU¹

¹ Laboratory of Applied Precision Mechanics, Institute of Optics and Precision Mechanics, Ferhat Abbas University Setif 1, 19000 Setif, Algeria
Email: mezaghcha.amine@univ-setif.dz

Abstract

Bearings are ones of the most important components in the rotating machines. Surveillance and diagnosis of these components represent a serious challenge to avoid accidents and production losses caused by defects of these elements. The vibration analysis, based on different signal processing methods, represent a suitable tool for diagnosis of these defects. In this paper, we propose to use Empirical Mode Decomposition (EMD) to decompose adaptively a complicated multi-component signal into mono-components signals (intrinsic mode functions (IMFs)). The choice of the IMF containing the most important information about the bearing defect is a very important task. For this reason, we propose a new index based on the characteristic frequencies of the bearing that we named Bearing Fault index (BFindex). Finally, the IMF selected by the BFindex is demodulated using envelope-derivative operator (EDO) called Frequency Weighted Energy Operator (FWEO) to extract the information about the bearing defect. The performance of the proposed method was evaluated with experimental vibration signal of bearing faults.

Key word: Vibration analysis, bearing, EMD, BFindex, FWEO

The proposed fault diagnosis method

In this paper, we propose a new method for fault diagnosis of bearing. The flowchart of the proposed method is presented in **Figure1** which comprises the following steps:

Step1: The EMD proposed by Huang et al, in [1] is used to decompose the recorded vibration signal of rotating machine into IMFs..

Step2: A new index, based on the characteristic frequencies of the bearing, we called Bearing Fault index (BFindex) given by the formula (1) is used to choice the IMF containing the wealthy information about the defect.

$$\text{BFindex} = \sum_{i=1}^{N_H} \frac{1}{\text{Rank}_{\text{EDO}(f)} \left(\max_{(i \times f_{\text{def}} - 0.5f_{\text{bandwidth}} \leq f \leq i \times f_{\text{def}} + 0.5f_{\text{bandwidth}})} \text{EDO}(f) \right)} \quad (1)$$

Where $\text{EDO}(f)$ is the Envelope-Derivative Operator Spectrum, f_{def} and $f_{\text{bandwidth}}$ are respectively the defect frequency of the bearing and the admissible frequency deviation around the harmonic of the defect frequency and N_H is the number of the defect frequency harmonics chosen in the calculation of the index. $\text{Rank}_{B[k]}(b)$ is a newly defined function, where $B[k]$ is a data series and b is a member of $B[k]$. The $\text{Rank}_{B[k]}(b)$ represents the ranking number of b of $B[k]$ after all the data in $B[k]$ are sorted in a descending order by magnitude.

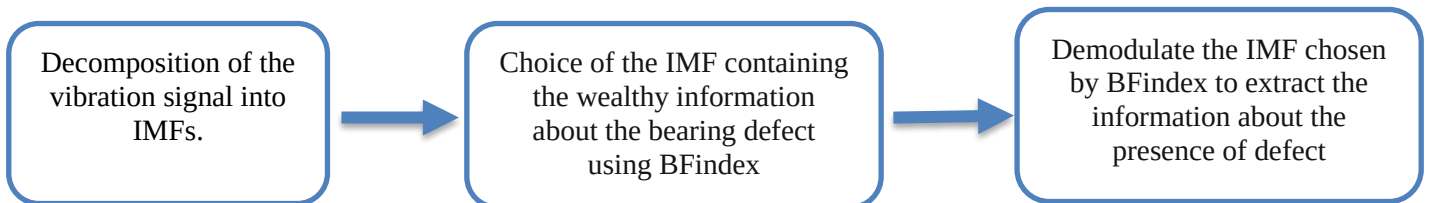


Figure 1: The flowchart of the proposed method

Step3: Frequency Weighted Energy Operator (FWEO) [2], is used to demodulate the IMF selected by BIndex in the previous step to extract the information about the bearing defect .

Results

For the experimental validation, we used the bearing vibration data of the Case Western Reserve University. Details about the test rig and test setup can be found in [3]. A treated signal is acquired with defect on the inner race with the diameter of faults was 0.007 in (0.18mm) and recorded for motor load of 1HP, and respective rotation speed of 1772 rpm (the corresponding frequency of 29.53 Hz). The bearing monitored is a deep groove ball bearing manufactured by SKF. The drive end bearing is a 6205-2RS JEM with fault frequency of inner race BPFI is equal to 159.92 Hz.

The time signal is presented in the Figure 2, and the values of bearing fault index (BIndex) evaluated for the IMFs is presented in Table 1. The Figure 3 shows the time signal and the FWEO spectrum of the first IMF which has the highest value of BIndex where the bearing fault characteristic frequency (BPFI=159, 92 Hz) and its harmonics are clearly identified.

The IMF	IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	IMF6	IMF7	IMF8	IMF9	IMF10
BIndex	1.5357	1.3044	1.0149	0.0028	0.0020	0.0016	0.0014	0.0014	0.0003	0.0011

Table 1. The values of bearing fault index (BIndex) evaluated for the IMFs

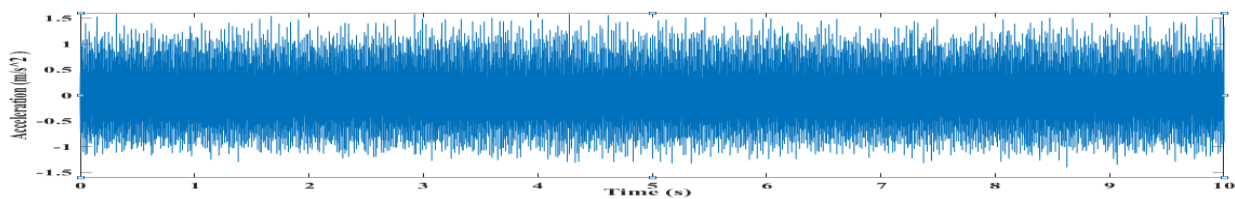


Figure 2. Time domain signal acquired under 1hp motor load for faulty bearing with inner race fault

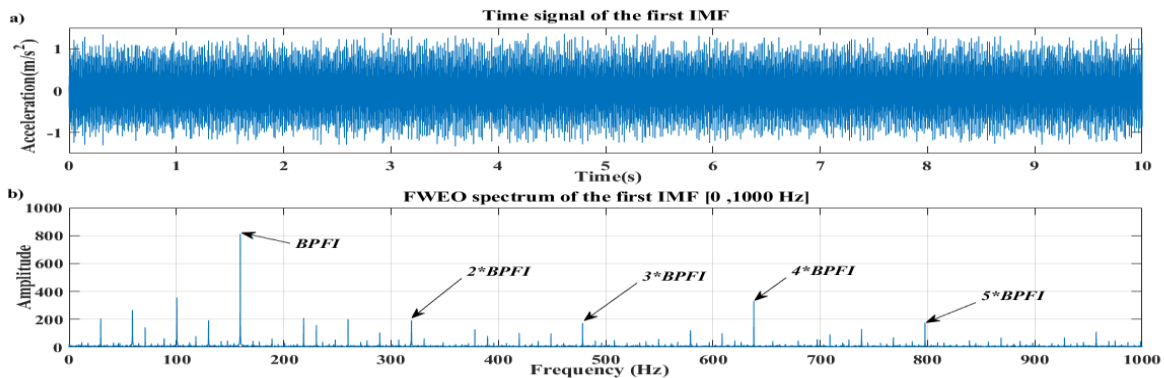


Figure 3. The time signal of the first IMF and the FWEO spectrum

References:

- [1] N.E. Huang, Z. Shen, S.R. Long, M.C. Wu, H.H. Shih, Q. Zheng, N.-C. Yen, C.C. Tung, H.H. Liu, The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis, Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 454(1971) (1998) 903-995.
- [2] J.M. O'Toole, A. Temko, N. Stevenson, Assessing instantaneous energy in the EEG: a non-negative, frequency-weighted energy operator, 2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, IEEE, 2014, pp. 3288-3291.
- [3] W.A. Smith, R.B. Randall, Rolling element bearing diagnostics using the Case Western Reserve University data: A benchmark study, Mechanical Systems and Signal Processing 64 (2015) 100-131.

Cyclostationary indicators analysis of gear faults

Tchier Souhir¹, Felkaoui Ahmed²

^{1,2} Sétif 1 university, Institute of Optics and Precision Mechanics, Sétif, Algeria

Email : tchier8souhir@live.fr

Abstract

The exploitation of cyclostationarity properties of vibratory signals is now more widely used for monitoring rotating machinery and especially for diagnosing gearboxes defects. The theory of cyclostationarity (CS) has abstracted an increasing attention in the field of mechanical fault diagnosis. Presently, second-order CS is the study emphasis and shows great value in practical application. Most of the work has developed with the spectral correlation density, which provides redundant information in three dimensions [1]. Since 1991, many descriptors have been proposed to calculate the degree of cyclostationarity (DCS), starting with ZIVANOVIC and GARDNER [2]. In 2005, RAAD and al [3] have proposed some new cyclostationarity indicators that can be extended till the fourth order. For define indicators of cyclostationarity, there are two possible approaches based, respectively, on the use of moments or cumulants. The first approach deals with the periodicity of the n th order moment M_{nx} , while the second one deals with the periodicity of the n th-order cumulant. The DCS has virtues of less computation and clearer representation.

The dataset includes a variety of signals that describe normal state, slight-worn, medium-worn, broken-teeth of gear. After resampling the signal in the angle domain the extracting of the synchronous average is performed to calculate the second, third and fourth order cumulants. The calculated cumulants, and the first order moment, are the tools needed to calculate the cyclostationary indicators.

The aim of this study is to investigate the effectiveness of cyclostationary indicators to detect gears defects at an early stage.

Key word: Cyclostationarity, cyclostationary indicators, gear fault diagnostics.

Results

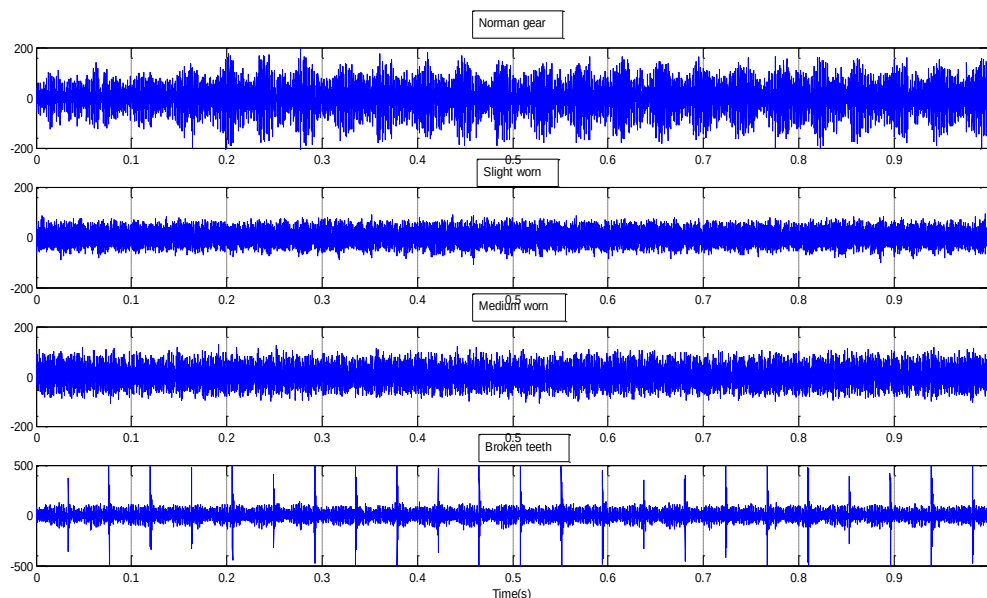


Figure 1 . Time signals.

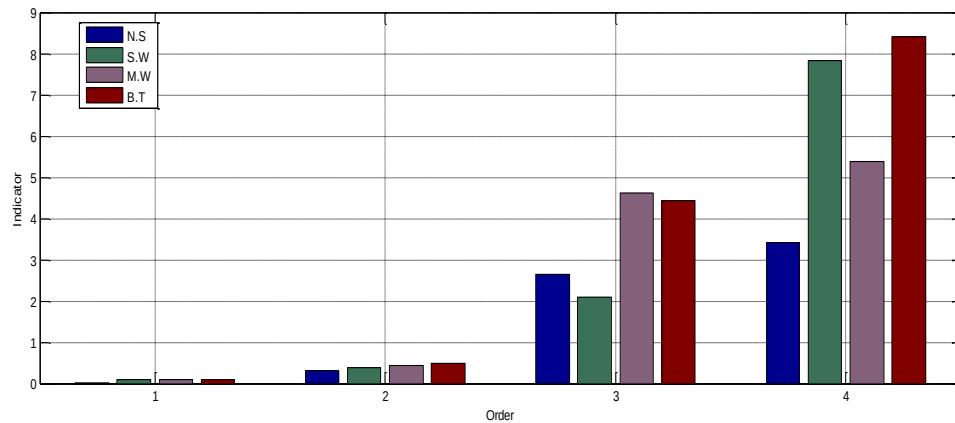


Figure 2. Indicators of cyclostationarity.

Figure 2 show the results of cyclostationary indicators calculated for each fault type. For the first and second order indicators, the contribution with the faulty state was very limited or absent. While, the higher order indicators, the contribution of the indicators with the faults was highly visible, and the faulty state can be directly identified using a simple threshold.

Références :

- [1] W.A. Gardner: IEEE Signal Processing Magazine Vol. 8 (1991), p. 14.
- [2] Zivanovic G., Gardner W., (1991). Degrees of cyclostationarity and their application to signal detection and estimation. Signal processing, 287-297.
- [3] Raad A., Antoni J., Sidahmed M.(2005). Feature extraction using indicators of cyclostationarity for a mechanical diagnosis purpose. Computer assisted mechanics and engineering sciences, Vol.12, No. 2-3 :223-230.

Session B1
"Metallic materials for engineering"

Caractérisation Physico-Chimique D'un Acier Au Carbone Revêtir Par Un Traitements Thermochimique

MED. REDOUANE. BARKAT¹

¹ Laboratoire de génie des procédés „Faculté technologie „, Université Ammar Telidji, Laghouat

Email: m.barkat@lagh-univ.dz.

RESUME

Dans ce travail, nous avons étudié les caractéristiques physico-chimique d'un acier au carbone (xc38) revêtir par un traitements thermochimique (boruration) avec la technique de poudre à 900°C pendant 4 heures. La nature, la morphologie des couches de borures obtenues en surface ont été réalisé par microscopie optique (MO), et par (XRD). La résistance à la corrosion a été évalué par la methode gravimétrie et la méthode électrochimique dans une solution (H_2SO_4 -0.25 et 0.5 mol/L) .Les résultats obtenus ont révélé que la couche de borure formée est aciculaire .les borures formées en surface constituée deux borures (FeB.Fe₂B). les résultats des l'essais de corrosion ont montré que le traitement de boruration permet d'augmenter la résistance à la corrosion . L'efficacité de la boruration dans l'amélioration de la résistance de corrosion est plus de 90% dans les deux concentrations

Mots clés : Acier au Carbone, Traitement Thermochimique, Boruration, Corrosion.

Results

La figure 1 obtenue par microscopie optique (MO), nous a permis d'identifier que la couche borurée a une forme aciculaire (dentelée), l'épaisseur de la couche formée est variée entre 50 et 100 μm

La figure 2 représente une analyse de diffraction des rayons X du acier au carbone (XC38) après un traitement de boruration, montre la présence de deux différentes phases de borures (FeB.Fe₂B).

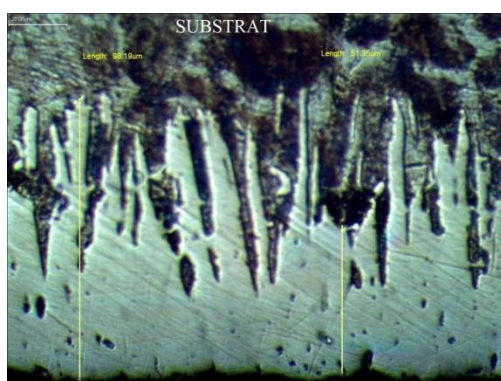


Fig 1. Micrographie optique d'un échantillon de acier au carbone (XC38) boruré à température de 900°C pendant 4 heures

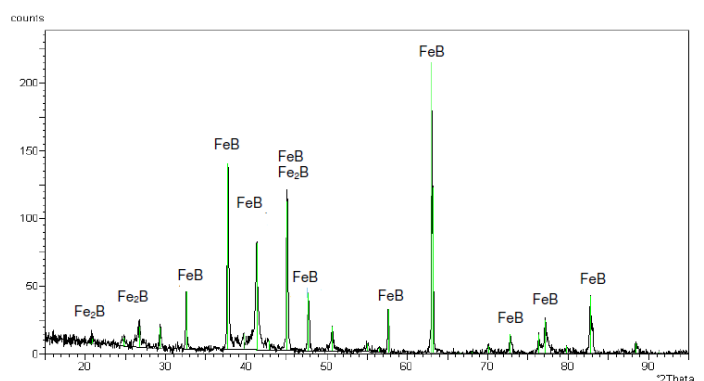


Fig 2. Diffractogramme obtenu sur un échantillon acier au carbone (XC38) boruré à température de 900°C pendant 4 heures

La figure 3 représent les deux courbes de polarisation, dans les deux concentration (0.5 et 0.25 mol/L). Les deux courbes de polarisation montrent que le potentiel de corrosion de l'échantillon borure ($E_{corr0.5} = -383$ et $E_{corr0.25} = -432.1$) est déplacé vers la valeur le plus cathodique par apport potentiel de corrosion l'échantillon non borure. ($E_{corr0.5} = -492.8$ et $E_{corr0.25} = -526.1$)

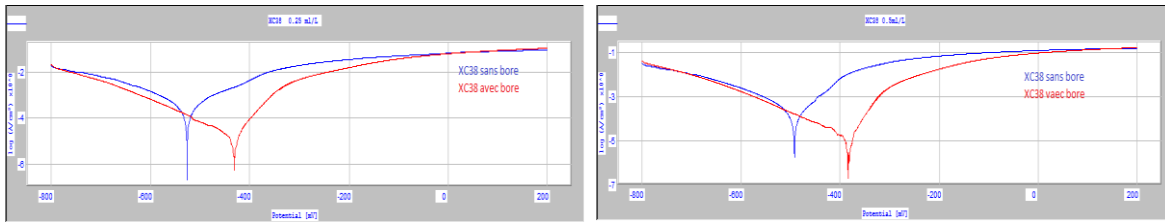


Fig 3 . Courbes de polarisation du l'acier au carbone (XC38) en milieu H_2SO_4 à 0.25 et 0.5 mol/L avec et sans traitement de boruration

La figure 4 représente les deux courbes de taux de corrosion dans les deux concentrations (0.5 et 0.25 mol/L). Les deux courbes de taux de corrosion montrent que le taux de corrosion de l'échantillon sans boruration (bleu) par rapport à l'échantillon borure (rouge). L'efficacité de la boruration dans l'amélioration de la résistance de corrosion est plus de 90% dans les deux concentrations.

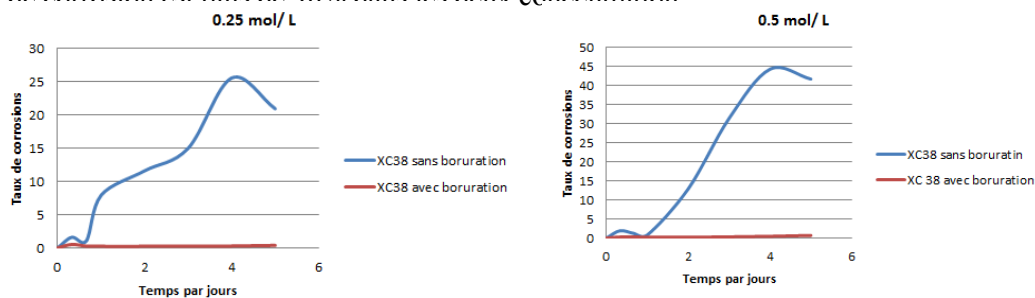


Fig 4 . Les diagrammes des taux de corrosion de l'acier au carbone XC38 sans et avec boruration dans une solution de H_2SO_4 0.5 et 0.25 mol/L

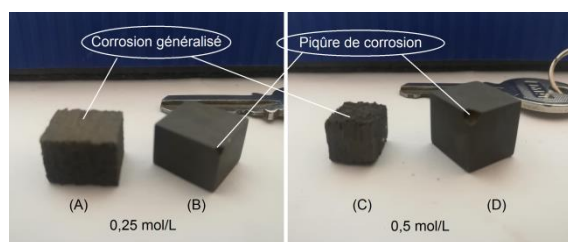


Fig 5. Les échantillons Après l'immersion (A.C) sans boruration. (B.D) avec boruration.

La figure 5 obtenue après cinq jours d'immersion dans l'acide sulfurique 0,5 et 0,25 mol/L on peut observer facilement que la corrosion dans le cas de l'échantillon non borure est une corrosion uniforme (corrosion générale), on observe la présence des piqûres noires dans l'échantillon borure (corrosion par piqûre).

CONCLUSION

Les résultats obtenus après cette étude ont permis de faire les conclusions suivantes:

L'analyse métallographique révèle que la couche borurée obtenue a une forme aciculaire (dentelée) avec une épaisseur qui varie entre 50 et 100 μm . L'analyse par diffraction des rayons X (XRD), révèle deux borures formés sur la surface de l'échantillon (FeB et Fe_2B). L'analyse électrochimique, révèle que le potentiel de corrosion de l'échantillon borure est déplacé vers la valeur la plus cathodique. L'étude gravimétrique révèle que le taux de corrosion dans les deux concentrations cas de l'échantillon non boruré est plus élevé par rapport à l'échantillon borure. Le taux de corrosion dans la concentration 0.5 mol/L est presque doublé par rapport à 0.25 mol/L. L'efficacité de la boruration dans l'amélioration de la résistance de corrosion est plus de 90% dans les deux concentrations.

Effet de l'ajout d'étain sur les propriétés électrochimiques et spectroscopiques des alliages Zn-Sn.

BENIDIR SOFIANE, MADANI AHMED

Laboratoire d'électrochimie et matériaux (LEM), département de génie des procédés, faculté du technologie, sétif-1, sétif 19000, Algérie.

Email : sofianebenidir@yahoo.fr

Résumé

La corrosion pose de graves problèmes et grands dégâts que ce soit sur le plan matériel ou économique. Les conséquences sont importantes dans divers domaines et en particulier dans l'industrie : arrêt de production, remplacement des pièces corrodées, accidents et risque de pollutions, risque à la santé humaine....etc.

Le zinc est un métal de plus en plus utilisé vu sa faible densité et ses bonnes propriétés mécaniques. Il est l'élément le plus électropositif parmi les métaux industriels (magnésium, aluminium, cadmium, fer, plomb, étain, nickel, cuivre, argent or et platine). Lorsqu'il est utilisé comme revêtement, il se comporte comme une anode sacrificielle et protège le substrat contre la corrosion.

Ces dernières années, l'électrodéposition des métaux sur différents substrats a été largement étudiée [1,2]. Les dépôts obtenus sont coûteux, plus faciles à mettre en œuvre (température et pression ambiantes).

L'objectif de ce travail est d'obtenir par électrodéposition, des couches protectrices d'alliages zinc-étain à différentes teneurs en étain sur l'acier. L'étude consiste à tester différents paramètres d'électrodéposition, à savoir l'effet de la concentration d'étain, du potentiel cathodique afin d'obtenir un meilleur rendement des dépôts et d'évaluer ensuite, par étude électrochimique, la résistance des dépôts de la corrosion.

Mots clés : Zinc, corrosion, anode sacrificielle, électrodéposition et acier.

Références :

[1] D.M. Kolb, R. Ullmann, J.C. Ziegler, *Electrochim. Acta.* 43 (1998), (275).

[2] M. Kleinert, H.F. Waibel, G.E. Engelmann, H. Martin, D. M. Kolb, *Electrochim. Acta.* (2001) 3129, (46).

3D Modeling and analysis of metal foams under dynamic loading

ILYAS BENSALAM¹, ABDENNOUR BENHIZIA¹

1. Mechanics of Structures and Materials Laboratory, University of Batna 2, Algeria

Email : i.bensalem@univ-batna2.dz

benhiziauniv@yahoo.fr

Abstract

Metal foams are relatively novel materials due to their excellent mechanical, thermal, and insulation properties. It have found wide usage in different engineering applications such as energy absorbers, bone substitute implants, sandwich structure cores, etc [1].

In automotive industry the crash box is widely used, especially as an dispensable part in front bumper system to absorb energy. When the car has a collision, crash box will absorb energy with vast plastic deformation and the other parts can be protected from the damage. For this reason, crash boxes are developed using the highly attenuating materials. The researchers have experimented them by filling the empty volumes in the impacts absorbers with a periodic cellular foam materials, and the strength values of the crash elements were improved [2, 3]. The Periodic cellular materials are formed by duplicating the primitive unit cell periodically in three principle axes. These materials have typically highly porous structures with only 15% or less of their interior volume occupied by solid [4]. Usually, these materials are stretch-dominated, which means that the strength increases linearly with their relative density [5, 6]. A large number of experimental, numerical and analytical studies on the behaviour of cellular materials have been reported in the open literatures [7, 8]. However, most of these works concern studies under quasi-static loading. There is still a lack of reliable experimental data under impact loading, which makes it difficult to understand the behaviour of cellular solids and their sandwich penal under impact.

In this study, the dynamic uniaxial impact behaviour of metal foams using a 3D cell-based finite element model is examined for different range of porosities.

The studied periodic foam sample is designed in SolidWorks, using the 'sphere subtraction method'. This method allows to control the unit cell topology easily. Different groups of finite element models were then generated using the propposed foam modeling procedure. The dynamic simulations were carried out with the FE code ABAQUS/Explicit, and the mechanical response is analysed and presented in function of porosity. The results show that the strength of foams can be easily modified by controlling their relative densities. Therefore, a large amount of energy can be absorbed without generating high stress.

Keywords: Energy dissipating, Crash Box, Porosity, Cellular Materials, Dynamic, Impact.

Results

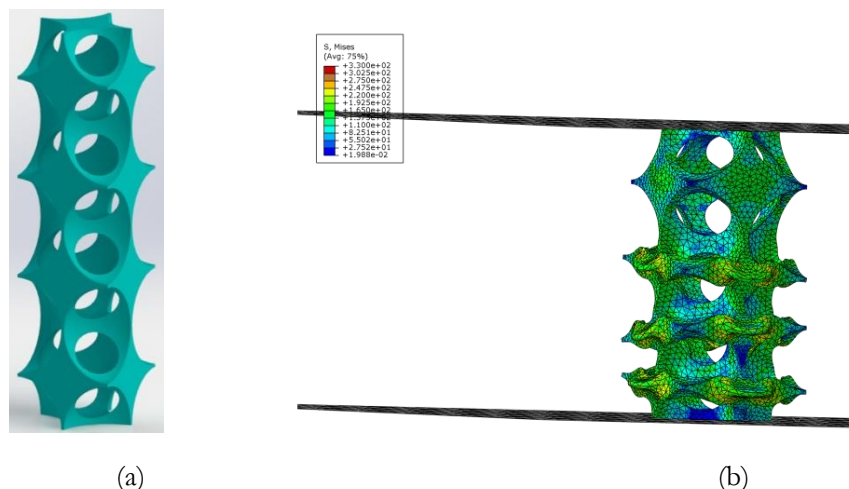


Fig.1: Vertical Periodic foam Model (a) 3D model designed in SolidWorks (b) Impact deformation process and stress distribution, P=90.

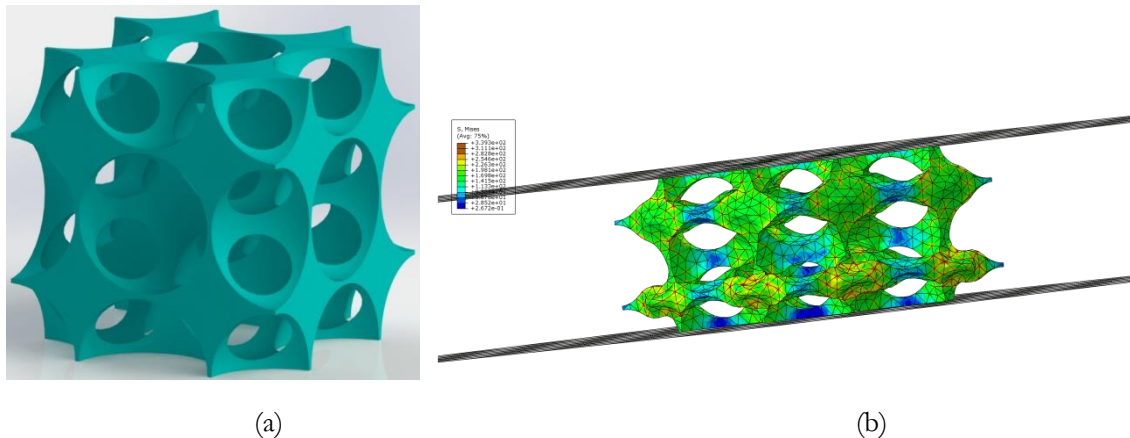


Fig.1: Cubic Periodic foam Model (a) 3D model designed in SolidWorks (b) Impact deformation process and stress distribution, $P=90$.

Références :

- [1] A. Ali Mohammadi Nasrabadi, R. Hedayati, M. Sadighi, Numerical and experimental study of the mechanical response of aluminum foams under compressive loading using CT data. *J. of theo and app mec.* (2016); 54, 4: pp. 1357-1368.
- [2] H. Lin, H. Luo, W. Huang, X. Zhang, G. Yao, Diffusion bonding in fabrication of aluminum foam sandwich panels. *J. Mater. Proc. Technol.* (2016); 230, 35.
- [3] A.K. Toksoy, M. Güden, Partial Al foam filling of commercial 1050H14 Al crash boxes: The effect of box column thickness and foam relative density on energy absorption. *Thin-Walled Struct.* (2010); 48, 482.
- [4] A. G. Evans, J. W. Hutchinson, N. A. Fleck, M. F. Ashby and H. N. G. Wadley, The topological design of multifunctional cellular metals, *Prog. Mater. Sci.*, (2001); 46, pp. 309–327.
- [5] A.G. Evans , J. Hutchinson, and M. Ashby, Multifunctionality of cellular metal systems. *Progress in Materials Science*, (1998); 43(3): p. 171-221.
- [6] V. Deshpande, , M. Ashby, and N. Fleck, Foam topology: bending versus stretching dominated architectures. *Acta Materialia*, (2001); 49(6): p. 1035-1040.
- [7] L.J. Gibson and M.F. Ashby. *Cellular Solids*. Pergamon Press, (1988).
- [8] J. Banhart, *Manufacture, characterisation and application of cellular metals and metal foams*. *Progress in Material Science* (2001); 46, 559-632.

Effet du soudage par friction malaxage similaire sur la microstructure et les propriétés mécaniques d'un joint soudé d'alliage A6003

F. BOUCHELOUCHE, M. DEMOUCHE, A. GUEMMAZ et E. OUAKDI

*Laboratoire de physique et mécanique des matériaux métalliques
Institut d'optique et de mécanique de précision
Université FERHAT Abbas – Sétif
Email : fatima.bouchelouche@gmail.com*

Résumé :

L'assemblage par soudage occupe une place importante dans tous les domaines de l'industrie et de la construction mécanique. Ce type de soudage par friction malaxage « Friction Stir Welding » a été développé à l'institut Britannique de soudage (TWI The Welding Institute) en 1991. Ce procédé permet l'assemblage des pièces en phase solide, à l'aide d'un outil en rotation. Le principe du procédé utilise la conversion de l'énergie mécanique, produite par la pression et la rotation de l'outil, en énergie thermique par frottement de ce dernier avec les pièces à assembler. L'assemblage est par la suite réalisé en l'absence de métal d'apport et sans atteindre la température de fusion du matériau. L'outil de soudage est généralement cylindrique. Il est constitué d'un pion et d'un épaulement. Le cycle de soudage débute avec la séquence de pénétration du pion en rotation dans les plaques à souder. L'épaulement appuyé contre les pièces permet de contenir l'écoulement plastique de la matière. En effet, le mouvement combiné de rotation et d'avance donne naissance à deux côtes : Une cote avance (*advancing side*) ou le sens de la vitesse de rotation de l'outil coïncide avec sa vitesse d'avance. Et une cote recul (*retreating side*) ou le sens de la vitesse d'avance de l'outil s'oppose à sa vitesse d'avance.

Dans le cadre de cette recherche, on s'intéressera plus particulièrement à l'étude du joint de soudure par procédé FSW d'un alliage d'aluminium. L'objectif est de réaliser et caractériser ces soudures et de voir l'influence des paramètres de soudage sur les propriétés mécaniques et microstructurales du joint soudé. Une série de soudures similaires a été réalisée sur des plaques du même alliage d'aluminium A6003 d'épaisseur de 4mm.

Mots clés : soudage par friction malaxage, alliage d'aluminium, propriété mécanique, microstructure.

Procédure expérimentale et résultats :

Pour concrétiser cette opération de soudage les deux pièces, à assembler bout à bout, sont mises en contact et bien fixées par des brides sur la table d'une faiseuse. L'outil en acier Z200Cr de forme cylindrique a un épaulement et pion en rotation qui pénètre à l'interface des deux pièces et se déplace le long du joint à souder, **figure 1**. L'épaulement sous l'effet de frottement, produit un échauffement important des deux parties à assembler sans atteindre la température de fusion. L'écoulement plastique sous l'action du malaxage de l'outil conduit à l'assemblage des pièces placées cote à cote, **figure 2**.

Plusieurs paramètres entrent en jeu pour contrôler la qualité du soudage tels que : la vitesse de rotation, la vitesse d'avance et la profondeur de pénétration de l'épaulement de l'outil de malaxage. la profondeur de pénétration est considérée fixe, en choisissant une seule valeur qui est 0.4mm. Les vitesses de rotation et d'avances sont considérées comme paramètres variables. La première varie entre **1000 et 3000** tr/min, alors que la deuxième change entre **5 et 25** mm/min.

Plusieurs techniques de caractérisation sont utilisées, à savoir : l'essai de traction, l'essai de la microdureté et la microscopie optique. Les essais de traction sont réalisés sur une machine de traction universelle, **figure 3**. Les courbes présentées sur la **figure 4** montrent bien l'effet important de la vitesse de rotation. On constate que la meilleure résistance mécanique

a été observée pour une vitesse de rotation 2000tr/min. La vitesse de rotation (1000 tr/min) ne permet pas un échauffement suffisant pour avoir une structure homogène, donc une structure désordonnée qui explique le mauvais malaxage.

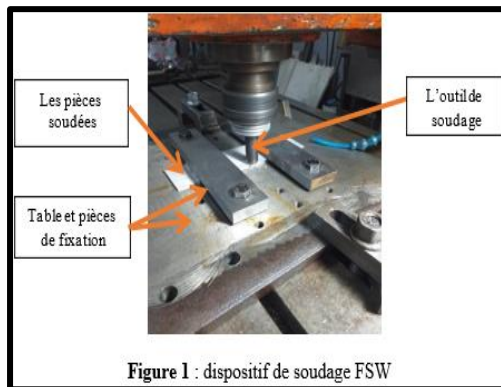


Figure 1 : dispositif de soudage FSW



Figure 2: Assemblage similaire d'A6003 Par FSW

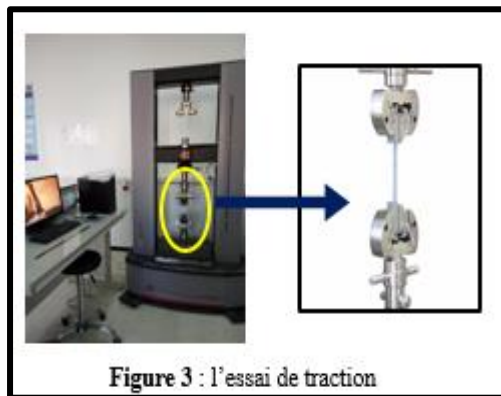


Figure 3 : l'essai de traction

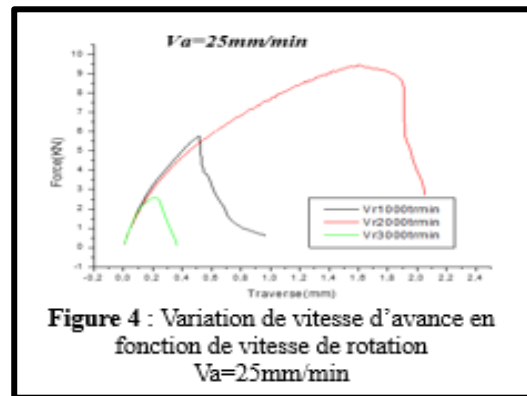


Figure 4 : Variation de vitesse d'avance en fonction de vitesse de rotation
Va=25mm/min

L'analyse micrographique permet de mettre en évidence la morphologie des différentes zones des joints soudés. Il s'agit du noyau placé au milieu du joint, de la zone thermo mécaniquement activée (ZATM), la zone thermiquement activée (ZAT) et zone du métal de base (MB). **La figure 5** montre bien les différentes zones distinctes dans le joint soudé bout à bout. L'évolution de la dureté dans le joint soudé est liée aux changements microstructuraux affectés par les paramètres du soudage. Pour une faible vitesse de rotation (1000 tr/min) on observe une microdureté élevée qui atteint la valeur **125** au milieu du noyau, **figure 6**. Ces valeurs élevées sont le résultat d'un écrouissage causé par la déformation plastique en présence d'une faible restauration dynamique, à cause d'un faible échauffement.

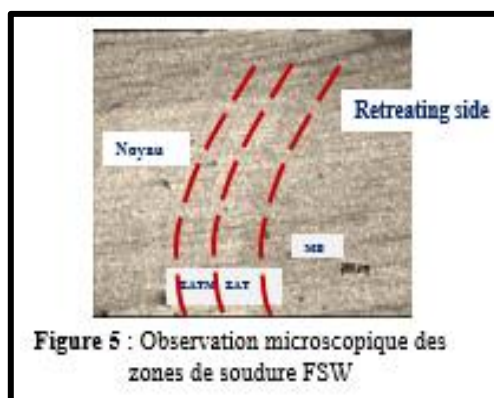


Figure 5 : Observation microscopique des zones de soudure FSW

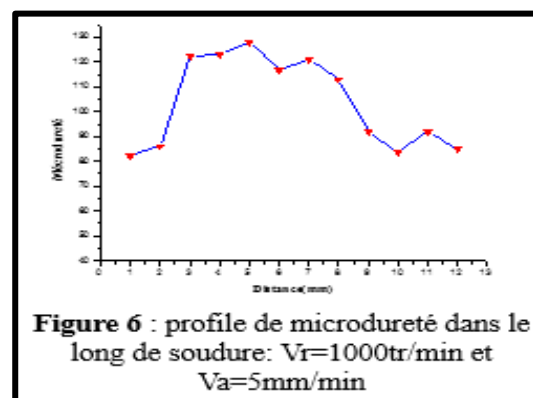


Figure 6 : profile de microdureté dans le long de soudure: Vr=1000tr/min et Va=5mm/min

Références:

- [1] Thomas, W. M., Nicholas, E. D., Needham, J. C., Murch, M. G., Templesmith, P., & Dawes, C. J. (1991). GB Patent application no. 9125978.8. International patent application no. PCT/GB92/02203.
- [2] Mahoney, M. W., Rhodes, C. G., Flintoff, J. G., Bingel, W. H., & Spurling, R. A. (1998). Properties of friction-stir-welded 7075 T651 aluminum. *Metallurgical and materials transactions A*, 29(7), 1955-1964
- [3] Mishra, R. S., & Ma, Z. Y. (2005). Friction stir welding and processing. *Materials science and engineering: R: reports*, 50(1-2), 1-78.
- [4] Rajakumar, S., Muralidharan, C., & Balasubramanian, V. (2011). Influence of friction stir welding process and tool parameters on strength properties of AA7075-T6 aluminum alloy joints. *Materials & Design*, 32(2), 535-549.

Etude expérimentale du comportement en cisaillement des soudures par friction rotative

M.DEMOUCHE¹, F. BOUCHELOUCHE¹, R. LOUAHDI¹, E.H. OUAKDI¹,

¹ Laboratoire de physique et mécanique des matériaux métalliques
Institut d'optique et de mécanique de précision
Université FERHAT Abbas – Sétif
Email : demouchemourad@yahoo.fr

Résumé : Le soudage par friction rotative est un processus de soudage à l'état solide dans lequel une pièce est maintenue fixe et l'autre est animée d'un mouvement de rotation sous une pression axiale. Ce type de soudage peut souder des pièces circulaires ou au moins une pièce ayant un axe de révolution. La génération de la chaleur nécessaire au soudage est effectuée mécaniquement par le frottement induit à l'interface de contact. Les principaux paramètres lors d'un cycle de soudage par friction rotative sont la vitesse de rotation, la pression axiale et le temps. Comme le métal en soudage par friction n'atteint pas sa température de fusion, il y a donc peu de défauts dus à la fusion et à la solidification du métal. Un grand nombre des combinaisons de métaux semblables et dissemblables qui ne peuvent pas être assemblées par les techniques de soudage classique par fusion sont facilement soudés par les méthodes de soudage par friction.

Le but du présent travail vise à étudier expérimentalement le comportement en cisaillement des soudures réalisées par friction rotative. L'étude concerne plus particulièrement l'influence du temps d'échauffement sur la résistance au cisaillement des soudures par friction. L'assemblage étudié est constitué de deux nuances d'aciers. Il s'agit d'une tige ronde de diamètre 8 mm en acier à haute teneur en carbone (100Cr6) et une pièce plate (plaque) d'épaisseur 5 mm en acier doux à faible teneur en carbone. La tige est animée d'un mouvement de rotation sous l'effet d'une force axiale, tandis que la plaque en acier doux est maintenue immobile. Une caractérisation de la microstructure de la zone de soudure et des mesures de dureté Hv ont été également faites. Les résultats obtenus ont montrés que la résistance au cisaillement du joint de soudure atteint une valeur maximale pour un temps et une force de friction données puis elle diminue. Une augmentation importante de la dureté au centre du joint de soudure a été enregistrée, ce qui explique le comportement fragile de cette zone.

Mots clés : soudage par friction, cisaillement, acier 100Cr6, microstructure.

Résultats

Pour étudier le comportement en cisaillement de cet assemblage, deux séries de soudures ont été considérées (tableau 1).

Tableau 1. Paramètres de soudage dissemblable (tige – plaque)			
	Force de friction (KN)	Temps de friction (Sec)	Paramètres constants
Série 1	2	1, 2, 3, 4 et 5	Vitesse, $N = 1000 \text{ tr/min}$ Temps de forgeage, $T_f = 10 \text{ sec}$ Force de forgeage, $F_f = 12 \text{ KN}$
Série 2	3	1, 2, 3, 4 et 5	

La figure 1 montre quelques assemblages (tige – plaque) soudés par friction sous différentes conditions opératoires. La caractérisation du comportement en cisaillement des assemblages tige - plaque soudés par friction consiste à étirer l'assemblage à l'aide d'un dispositif expérimental spécifique monté à une machine de traction de façon à appliquer à la soudure une force de cisaillement et on mesure la force maximale que peut supporter l'assemblage (figure 2).

Les variations de la force maximale de cisaillement des soudures en fonction du temps de friction sont présentées dans la figure 3. On constate que la résistance de cisaillement augmente avec l'augmentation du temps de friction jusqu'à une valeur maximale de 18,77 KN pour un temps de friction de 4 secondes et une force de friction de 2 KN, puis elle diminue pour des valeurs de temps supérieures à 4 secondes. Afin de compléter l'étude de la zone du point soudé, des mesures de dureté ont été réalisés (figure 4).

Les résultats obtenus ont permis de constater que la zone centrale présente une dureté très élevée par rapport à celle du métal de base. Une micrographie au microscope optique (figure 5) a permis d'examiner la microstructure de la zone centrale de la soudure.



Figure 1. Assemblage tige-plaque soudé par friction

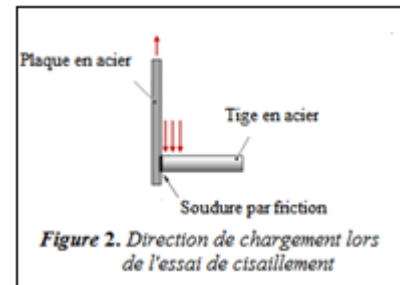


Figure 2. Direction de chargement lors de l'essai de cisaillement

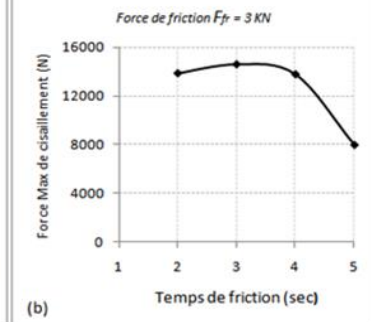
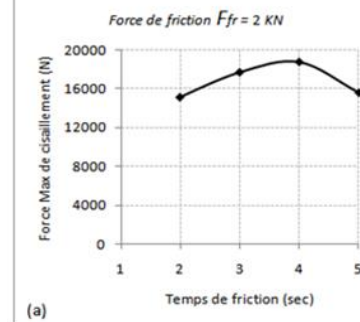


Figure 3 Evolution de la force maximale de cisaillement des soudures par friction en fonction du temps de friction.
(a) Force de friction = 2 KN, (b) Force de friction = 3 KN

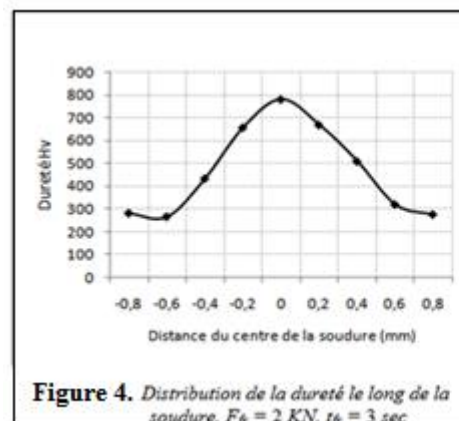


Figure 4. Distribution de la dureté le long de la soudure, $F_f = 2 \text{ KN}$, $t_f = 3 \text{ sec}$

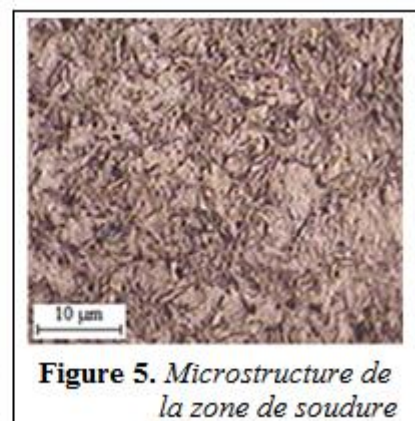


Figure 5. Microstructure de la zone de soudure

References

- [1] ROBERT W. MESSLER,jr "PRINCIPLES OF WELDING Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2004.
- [2] Kumkum Banerjee, "Improving weldability of an advanced high strength steel by design of base metal microstructure", *Journal of Materials Processing Technology* 229 (2016) 596–608.
- [3] D.D. Kautz, "Fundamentals of Friction Welding", *ASM Handbook, Volume 6A, Welding Fundamentals and Processes*, 2011.
- [4] N. Mathiazhagan, T. Senthil kumar, "EFFECT OF MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE ON MEDIUM CARBON STEEL USING FRICTION WELDING", *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences, Special Issue 6*, 2015, 355-359
- [5] P. Sathiya, S. Aravindan and A. N. Haq: 'Effect of friction welding parameters on mechanical and metallurgical properties of ferritic stainless steel', *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 2007, 31, (11), 1076–1082.

Application d'une nouvelle théorie hyperbolique de déformation de cisaillement pour analyser les plaques FGM sous l'effet des charges thermomécaniques

SALAH FETHI¹, BELHADJ BOUCHAM², TOUNSI ABDELOUAHED³, BENZAI ABDELNOUR¹

¹ Laboratoire de modélisation et de simulation multi-échelles, Université Sidi Bel Abbès, Algérie,

² Laboratoire de Mécanique des Structures et des Solides, Université Sidi Bel Abbès, Algérie,

³ Laboratoire des Matériaux et Hydrologie, Université Sidi Bel Abbès, Algérie,

fethi_salah89@yahoo.fr

Abstract

Ce travail entre dans le cadre des recherches liées à l'étude du comportement en flexion thermomécanique des plaques sandwich en matériaux fonctionnellement gradués «FGM». Le but principal est de proposer une nouvelle théorie hyperbolique de déformation de cisaillement raffinée [1-5]. La théorie actuelle ne contient que quatre variables et quatre équations gouvernantes, mais elle satisfait les conditions limites sans contraintes sur les surfaces supérieure et inférieure de la plaque sans nécessiter des facteurs de correction de cisaillement. Les équations de gouvernance sont obtenues à partir du principe de l'énergie potentielle totale minimale. Afin de prouver la validité de la théorie actuelle des résultats numériques obtenus par notre analyse en termes de la déflexion et de contraintes non dimensionnelles sont présentés et comparés avec d'autres théories d'ordre supérieur (la théorie des déformations du troisième ordre (TSDT) de Reddy [6] et sinusoïdal (SSDT) de Touratier [7])

Key word : flexion, thermomécanique, plaque, fgm

Results

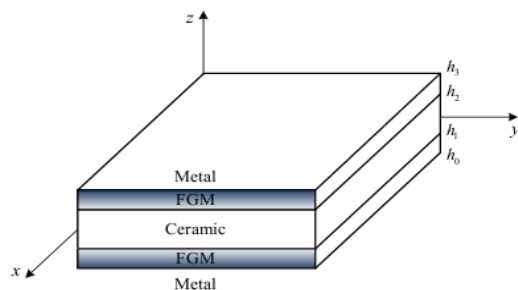


Fig. 1. Composition de La plaque sandwich en FGM

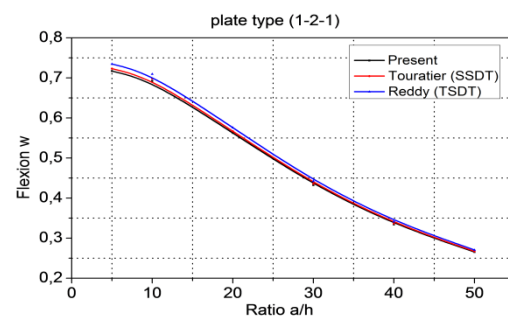


Fig.2. La flexion (W) en fonction du rapport d'élancement (a/h) pour une plaque carrée sandwich type: (1-2-1) avec $p = 2$, sous l'effet des charges thermomécaniques ($q_0=100$, $T=100$)

Considérons une plaque de type (1-2-1) symétrique dont l'épaisseur du cœur est le double de l'épaisseur des peaux. Les propriétés matérielles utilisées de la plaque sandwich en FGM sont :

- Métal (Aluminium) : E_m (GPa)=70; $\nu=0.3$; $\alpha_m = 23 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$
- Céramique (Alumina, Al_2O_3) : E_c (GPa)=380; $\nu=0.3$; $\alpha_c = 7.4 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$

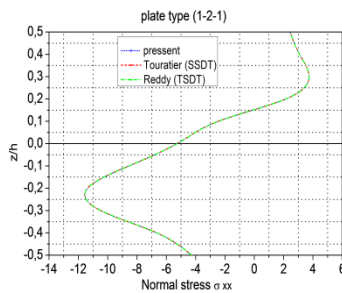


Fig.3. Contrainte normale non dimensionnelle (σ_{xx}) à travers l'épaisseur pour une plaque sandwich carrée de type (1-2-1) avec ($q_0=100$, $T_1=0$, $T_2=T_3=100$ et $a/h=5$, $p=2$)

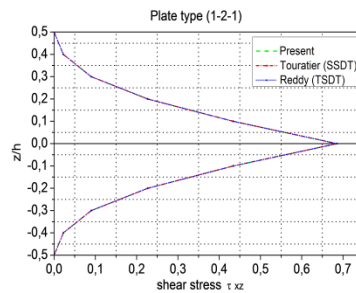


Fig.4. Contrainte de cisaillement non dimensionnelle (τ_{xz}) à travers l'épaisseur d'une plaque sandwich carrée en FGM de type (1-2-1) avec ($q_0=100$, $T_1=0$, $T_2=T_3=100$ et $a/h=5$, $p=2$)

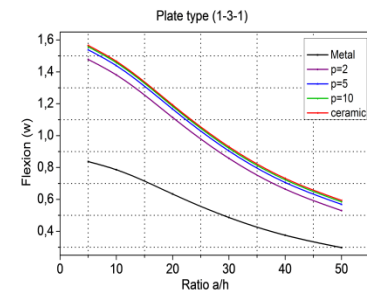


Fig.5. La flexion (w) en fonction du rapport d'élancement (a/h) pour une plaque carrée sandwich de type (1-3-1) pour : céramique, $p=2$, $p=5$, $p=10$, métal et sous l'effet des charges thermomécaniques ($q_0=100$, $T=100$).

Dans ce travail, nous étudions la réponse thermomécanique en flexion de plaques sandwich en utilisant une théorie affinée des plaques à quatre variables. Des études comparatives révèlent que la théorie actuelle n'est pas seulement exacte, mais qu'elle est également plus efficace puisque le nombre de fonctions inconnues impliquées dans la théorie actuelle n'est que de quatre, par rapport à d'autres théories contenant cinq fonctions inconnues. Les études de paramètres montrent que :

- ✓ l'indice de puissance p joue un rôle important dans l'élimination des problèmes d'interface des plaques en sandwich et la distribution des contraintes est donc continue;
- ✓ la déviation sans dimension w diminue à mesure que le rapport de format a/h augmente;
- ✓ l'effet de la charge thermique est important sur la flèche et les contraintes;

Au cours de toutes les analyses comparatives, on peut constater que la théorie actuelle permet de prédire avec précision la réponse en flexion des plaques sandwich FGM soumises à des charges thermomécaniques.

Références :

- [1] Tounsi. A, M. S. Houari, S. Benyoucef, et E. A. Adda Bedia, «A Refined Trigonometric Shear Deformation Theory for Thermoelastic Bending of Functionally Graded Sandwich Plates», Aerospace Science and Technology, vol. 24, no. 1, pp. 209–220, 2013.
- [2] Dongdong Li, Zongbai Deng, Huaizhi Xiao. «Thermomechanical bending analysis of functionally graded sandwichplates using four-variable refined plate theory». Composites Part B Engineering106 (2016) 107-119
- [3] Mahi. A, Adda Bedia. E.A, Tounsi. A. «A new hyperbolic shear deformation theory for bending and free vibration analysis of isotropic, functionally graded, sandwich and laminated composite plates», Applied Mathematical Modelling, 39, 2489–2508. 2015
- [4] Thai HT, Nguyen TK, Vo TP, Lee J. Analysis of functionally graded sandwich plates using a new first-order shear deformation theory. Eur J Mech A-Solids 2014;45:211 e 25.
- [5] Mechab. B et al, “ Analysis of thick orthotropic laminated composite plates based on higher order shear deformation theory by the new function under thermo-mechanical loading,” Compos Part B-Eng, 43, 3, pp 1453–1458, 2012.
- [6] Reddy J.N., “Analysis of functionally graded plates,” Int J Numer Method Eng. 47, pp 663–84, 2000.
- [7] Touratier M, “An Efficient Standard Plate Theory,” Int J. Eng Sci, 25, 16-901, 1991.

Influence de direction de laminage sur le retour élastique lors de la mise en forme des alliages d'aluminium

SOUMAYA HAKIMI

¹LPMMM, IOMP, Université Ferhat Abbas, sétif, Algérie

Email : hakimisoumaya@yahoo.fr

Résumé

Le retour élastique est un phénomène très important, qui prend place durant le dernier stage de la déformation à froid. Il caractérise la différence entre les dimensions finales de la pièce produite et les dimensions des outils ayant servis à sa fabrication. L'objet principale de ce travail est l'étude de l'influence de l'orientation des grains sur l'évolution du retour élastique lors de la mise en forme, en utilisant un dispositif d'étirage –pliage en U réalisé au niveau de notre institut.

Mots clefs: mise en forme, retour élastique, orientation des grains, anisotropie.

Introduction

Par excellence, l'alliage d'aluminium est un matériau important et à large utilisation, surtout dans l'industrie automobile, aviation, électronique. Il y'a plusieurs problèmes qui se posent lors de la mise en forme de ces tôles métalliques, parmi eux et le plus important c'est le retour élastique. De nombreuses études ont été proposées dans la littérature pour caractériser le retour élastique des toles minces. Chatti[1], Sun et al[2] Jiang et al[3] Kim & Koç. 4] Regai et al[5] et Dongjuan et al[6], ... etc. ont montré que le niveau du retour élastique est sensible à plusieurs facteurs. Ces facteurs sont liés, d'une part, au procédé de mise en forme et, d'autre part, à la tôle elle-même. Le travail que nous avons fait, avait pour objectif principal de faire une étude expérimentale de l'influence de l'orientation des grains sur l'évolution du retour élastique lors de la mise en forme d'une tole d'alliage d'aluminium, à l'aide d'un dispositif d'étirage-pliage de type U.

Etude expérimentale

Essai de traction : L'objectif principal de l'essai de traction est de caractériser et analyser l'effet de direction de laminage pour l'alliage d'aluminium. Ces essais sont assurés par la machine de traction (ZWICK).

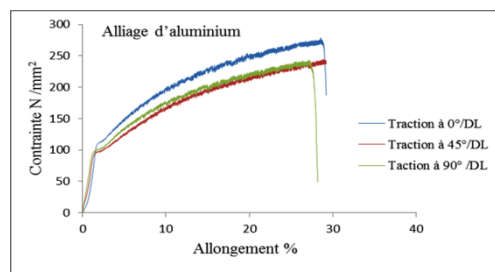


Fig.1: Courbes expérimentales de traction à différentes directions de chargement sur des éprouvettes en alliage d'aluminium.

Essai d'étirage-pliage sur la machine de traction ; La technique de mesure du retour élastique est schématisée sur Fig.2.

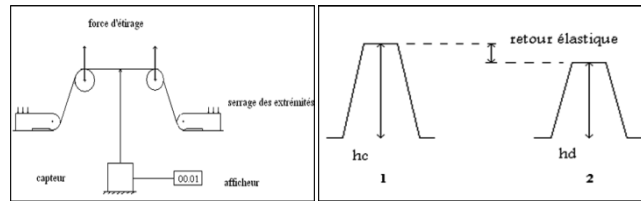


Fig.2 : Schéma expliquant le principe de mesure du retour élastique

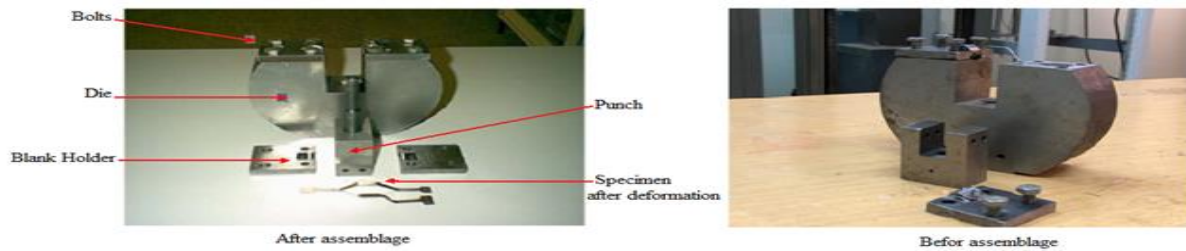


Fig.3 : Dispositif d'étirage-pliage adapté sur la machine de traction.

Résultats et discussions

Effet de direction de laminage

Comme représenté sur la Fig.4, le retour élastique est minimal dans la direction $\varphi=45^\circ$ et augmente quand $\varphi=90^\circ$ et $\varphi=0^\circ$. Ces variations peuvent être dues à la variation des caractéristiques mécaniques (module de Young, la limite d'élasticité et la résistance mécanique d'une manière générale) de l'éprouvette dans les trois directions. Ces résultats ont montré que le module de Young augmente respectivement dans les sens ($\varphi=0^\circ$, 90° et 45°), et comme il est indiqué dans la théorie et les travaux précédents.

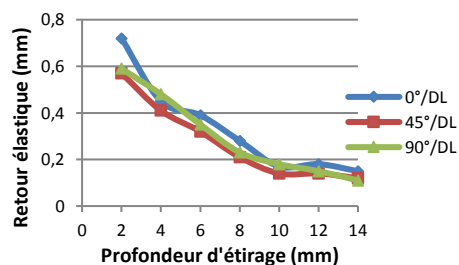


Fig.4.a : Essai continu

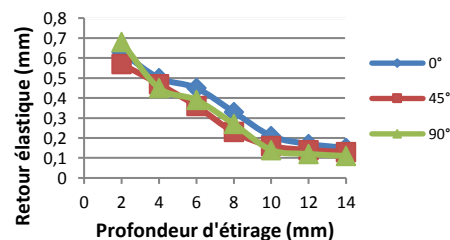


Fig.4.b : Essai discontinu

Fig.4 : influence de la continuité de l'essai sur le retour élastique en fonction de la profondeur d'étirage pour les trois directions de laminage : 0° , 45° et 90° /DL de l'alliage d'aluminium

Conclusion

Les résultats obtenus nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le retour élastique est sensible à plusieurs facteurs, mais cette sensibilité est relative d'un facteur à un autre,
- Plus la profondeur d'étirage est plus importante, plus le retour élastique est plus faible,
- En ce qui concerne l'anisotropie du retour élastique, on a découpé les échantillons suivant trois angles 0° , 45° et 90° par rapport au sens de laminage. Quand la profondeur de déformation augmente le retour élastique diminue mais différent pour les trois directions, à partir des résultats obtenus on peut conclure que le retour élastique est anisotrope,

- l'augmentation du module de Young provoque une diminution du retour élastique.

Références

- [1] S. Chatti, "Choix d'un algorithme explicite ou implicite pour la simulation du retour élastique", 19ème Congrès Français de Mécanique Marseille, France, 2009, pp. 1-6.
- [2] P. Sun, J.J. Gracio, J.A. Ferreira, "Control system of a mini hydraulic press for evaluating springback in sheet metal forming", *J Mater Process Technol*, 2006, vol. 176, pp. 55–61.
- [3] C. Jiang, X. Han, G.R. Liu, Li. G.Y., "The optimization of the variable binder force in U-shaped forming with uncertain friction coefficient", *J Mater Process Technol*, 2007, vol. 182, pp. 262-267.
- [4] H.S. Kim, M. Koç, "Numerical investigations on springback characteristics of aluminum sheet metal alloys in warm forming conditions", *J Mater Process Technol*, 2008, vol. 204, pp. 370-383.
- [5] I. Ragai, D. Lazim, J.A. Nemes, "Anisotropy and springback in draw-bending of stainless steel 410: experimental and numerical study", *J Mater Process Technol*, 2005, vol. 166, pp. 116–127.
- [6] Z. Dongjuan, C. Zhenshan, R. Xueyu, L. Yuqiang, "An analytical model for predicting springback and side wall curl of sheet after U-bending", *Comp Mater Sci*, 2007, vol. 38, pp. 707–715.

Determination of true Stress-Strain curves From Tensile Tests via three methods

AHMED MAATI¹, SALIM BELAID¹, PASCALE BALLAND² AND LAURENT TABOUROT²

¹Labo de Mécanique, Faculté de Technologie, Université de Sétif

²Labo SYMME, Université de Savoie Mont Blanc

Email : a.maati@lagh-univ.dz

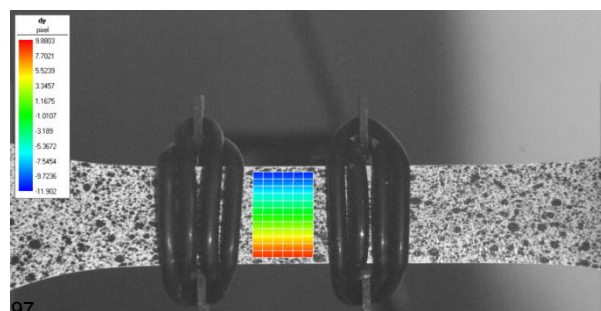
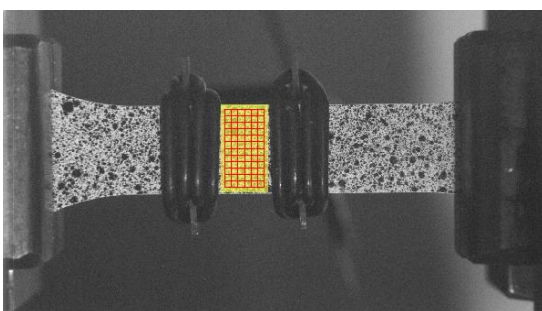
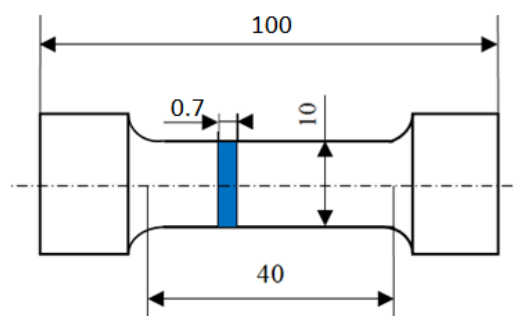
Abstract

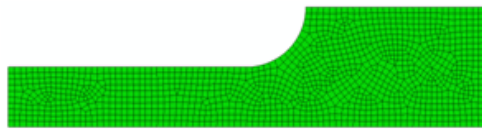
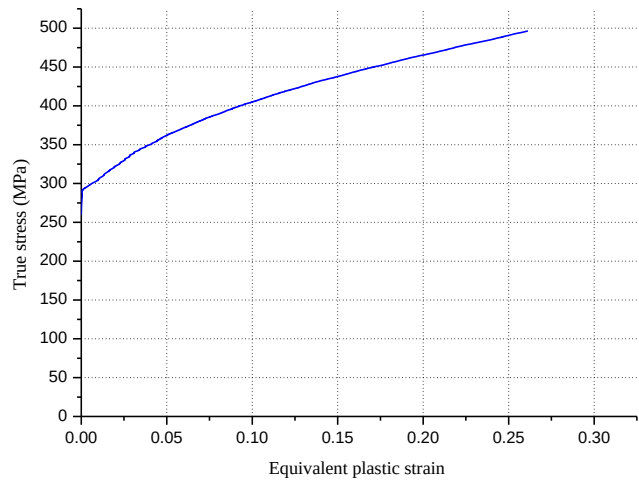
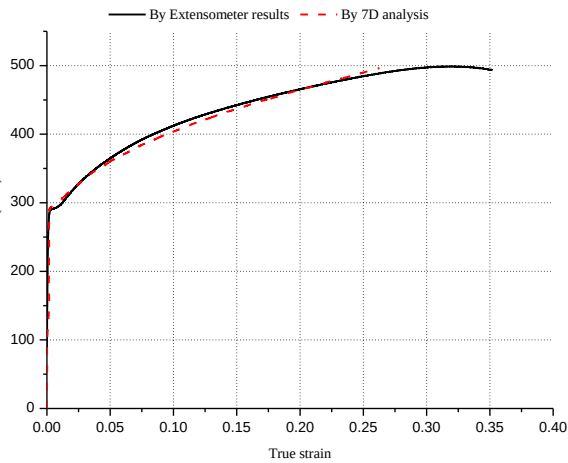
The objective of this work is to use three different methods to measure and represent the true stress-strain curves during tensile test at room temperature. The advantage of each method over other methods was highlighted. For example, the method using digital image correlation is to explore the evolution of plastic deformation on a local scale, mainly with the presence of local phenomena such as localization of plastic strain. This method is more pertinent to illustrate the onset of localized necking if it occurs away from the centre of the specimen (presence of inclusions for example). This method also allows us to identify other very useful parameters for numerical simulation of sheet metal forming processes such as the isotropic hardening curve and Lankford coefficients. In this study, since the localized necking appears between the two knives of the extensometer during tensile test, a good agreement is observed between DIC and extensometer results. Therefore, numerical simulation of cyclic tension-compression test has been proposed in order to exploit the experimental tensile data. The test is carried out on BH-260 steel mainly used in manufacturing automotive body.

Key word : DIC, 7D Software, tensile test, FEA

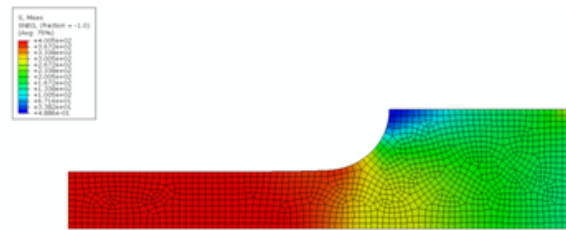
Results

The necking occurs near the gauge length of the specimen. The true stress-strain curves obtained simultaneously via extensometer and DIC method was illustrated. The reference curve governing the isotropic hardening is accurately defined using a MATLAB script. In this study, the Young's modulus and Poisson's ratio are assumed to be equal to their usual classical values ($E = 210 \text{ MPa}$ and $\nu = 0.3$). A test of charge-discharge cycle has been proposed which could be useful to understand what happens inside the material during deep-drawing process for example.

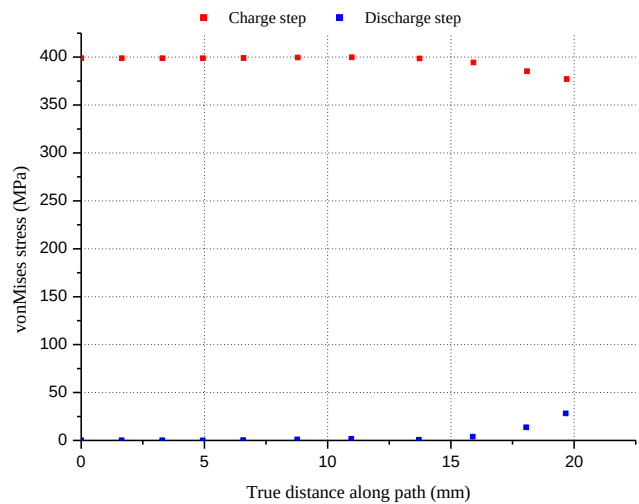
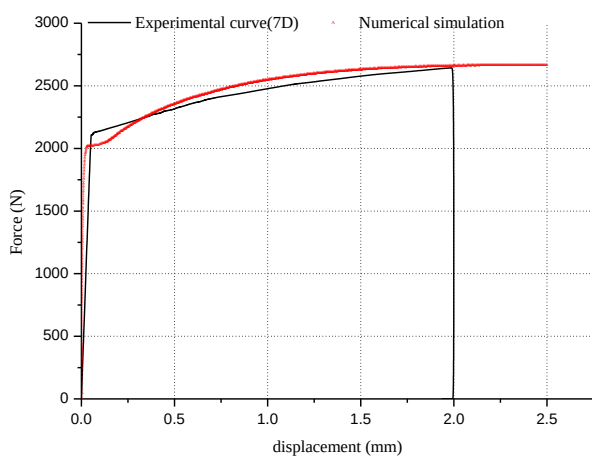




(a)



(b)



Références :

- [1] Maati A., Tabourot L., Balland P., Ouakdi E. H., Vautrot M. and Ksiksi N. (2015), Constitutive modelling effect on the numerical prediction of springback due to a stretch-bending test applied on titanium T40 alloy, Archives of Civil and Mechanical engineering 15, pp 836-846.
- [2] Nick Mc Cormick and Jerry Lord (2012), Digital Image Correlation, materials today 13(12), pp 52-54.
- [3] Vacher P., Dumoulin S., Morestin F. and Mguil-Touchal S. (1999), Bidimensional strain measurement using digital images, Journal of Mechanical Engineering Science 213 (8), pp 811-817.
- [4] Bouabdallah Khaidre, Doctoral Thesis (2006), Setif 1 University, Algeria.

Etude expérimentale du comportement mécanique des matériaux cellulaire en nid d'abeille soumis à une compression rapide

MERTANI BOUBEKEUR MOHAMMED BILEL^{1,2}, KESKES BOUALEM¹, TARFAOUI MOSTAPHA².

¹ LABORATOIRE DE MECANIQUE DE PRECISION APPLIQUE (LMPA), INSTITUT D'OPTIQUE ET DE MECANIQUE DE PRECISION (IOMP). UNIVERSITE SETIF -1- ALGERIE.

² ENSTA BRETAGNE, IRDL CNRS FRE 3744, F-29200 BREST, FRANCE.

Résumé

Dans ce travail, nous présentons une étude expérimentale de la réponse en compression rapide des matériaux en nid d'abeille en aluminium hexagonal. Pour comprendre le mécanisme de compression, les matériaux en nid d'abeille en aluminium sera écrasé par un projectile cylindrique plat. Les essais en été réaliser grâce un lanceur à gaz avec un suivi de la vitesse, la charge et de la déformation. Le modèle de déformation obtenue ainsi que la courbe force-déplacement pour les différentes densités de nid d'abeille (55 kg / m³, 82 kg / m³ et 130 kg / m³) ont été réalisés à différente vitesse d'impact. Les résultats montrent les modes de dégradation ainsi que l'influence des vitesses de déformation et de la densité sur la phase plateau du processus de déformation et d'absorption d'énergie. En outre, cette étude nous a permis de comparer les résultats de la compression rapide avec les travaux antérieurs de compression statique.

Mots-clés : Nid d'abeille en aluminium, Compression dynamique, Impact, lanceur à gaz.

Effects of interphase on elastic properties of aluminum/carbon nanotube nanocomposites

DJIHED REZZIG*, SAAD ABDESLAM

LPMMM, IOMP, Ferhat Abbas University, Setif 19000, Algeria.

*

Email: djihed_rezzig@yahoo.com

Abstract

The formation of Al_4C_3 interphase in carbon nanotube (CNT)-reinforced aluminum (Al) nanocomposites is a critical issue which must be well-known to more realistic estimations of mechanical behavior of such materials. In this work, the effect of Al_4C_3 interphase on the elastic modulus of Al nanocomposites reinforced with randomly distributed CNTs is investigated using a multiscale model based on the finite element method (FEM). The numerical model was first verified with the previously published experimental results and then it was further studied at molecular level to understand the influence of interphase development between the nanofillers and the matrix materials on different mechanical properties of the overall composites. The results confirmed that the presence of interphase between nanofillers and Aluminum matrix caused significant improvement in mechanical behavior of the metal matrix composites in comparison with no interphase. This enhancement in properties because of the interphase was caused by the chemical interaction that developed Al_4C_3 interphase between the two phases i.e. CNTs nanofillers and Aluminum matrix.

Key word : Al-matrix composite, CNT, Al_4C_3 interphase, multiscale simulation.

Results

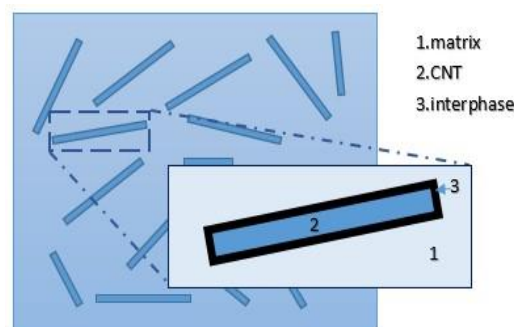


Fig 1. The three phases of the RVE: CNT, Al, Al_4C_3

Table 1. Validation of multiscale model.

CNT fraction (wt%)	Multiscale simulation, E(GPa)	Experiments,[1] E(GPa)	Difference percentage (%)
0	70,94	71,1	0,22
1,5	82,59	82,9	0,37

3,5	87,9	89,6	1,89
5	94,4	95,4	1,04

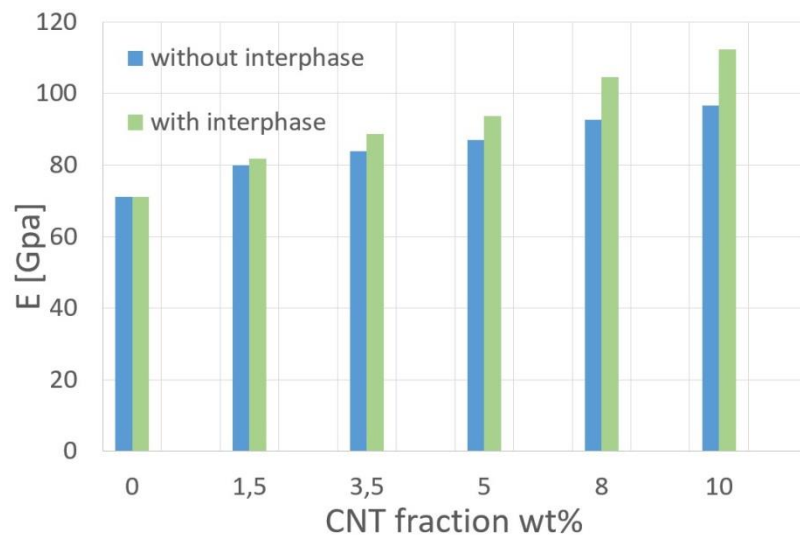


Fig 2. Variation of Young modulus as a function of CNT fraction with and without interphase.

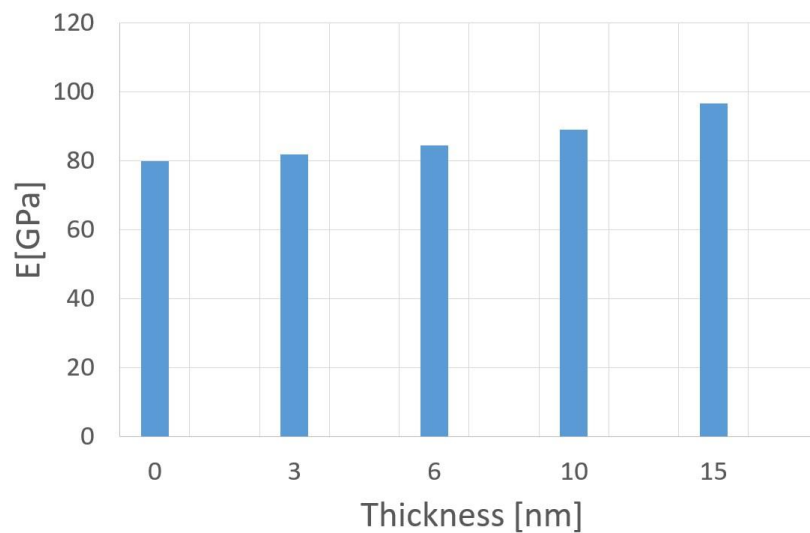


Fig 3. Variation of Young modulus as a function of interphase thickness.

References:

- [1] C. He, N. Zhao, C. Shi and S. Song, "Mechanical properties and microstructures of carbon nanotubereinforced Al matrix composite fabricated by in situ chemical vapor deposition," Journal of Alloys and Compounds, p. 258–262, 2009

- [2] W. Zhou, T. Yamaguchi, K. Kikuchi, N. Nomura and A. Kawasaki, "Effectively enhanced load transfer by interfacial reactions in multi-walled carbon nanotube reinforced Al matrix composites," *Acta Materialia*, p. 369e376, 2017.

Prestressing Steel (PS) bars with several surface condition for bond behaviour improvement of elements in concrete by NSM technique

Oualid Sadoun^{1,2}, Abdelghani Merdas^{1,2}

¹ *Research Unit of Emerging Materials (RUEM)*, ² *Department of civil engineering,*
University Ferhat Abbas Setif 1, Setif, Algeria

oualidsadoun.gc.1993@ gmail.com

Abstract

The main objective of this work is to study the possibility of using high-strength Prestressing Steel (PS) bars as reinforcement to strengthening reinforced concrete (RC) elements using the NSM (Near Surface Mounted) technique with different surface configuration and groove dimensions, to characterize the bond behaviour between the reinforcement and the concrete. To achieve this objectives, we carried out a direct pull-out tests on concrete blocks (350 × 300 × 150 mm). in order to improve the adhesion quality between the hard steel bars and the concrete, Different types of surface treatment were applied to the smooth rods in order to enhance the bond with concrete, the PS bars were studded with two types of sand of different grain sizes, the sand was fixed on the PS bars with a thin layer of epoxy resin. According to the NSM technique. based on the results, that the NSM technique with PS bars present a very efficient solution for (RC) elements.

Keywords: Prestressing Steel (PS), reinforced concrete (RC), NSM, bond, resin, concrete.

EFFECT OF IODIDE IONS ON CORROSION INHIBITION OF COPPER IN 0.5 M HCl

NAIMA SAIT, NABILA ALIOUANE, NADIA AIT AHMED

Laboratory of Electrochemistry, Corrosion and Energetic Valorisation, faculty of technology, Bejaia

University, 06000 Bejaia, Algeria

Email :saitnaima12@gmail.com

Abstract

The effect of iodide ions on the corrosion inhibition of copper in 0.5 M HCl in the presence of acid tetraphosphonic (ATP) was studied by weight loss and different electrochemical techniques such as electrochemical impedance spectroscopy, potentiodynamic polarization and polarization resistance measurements. The obtained results showed that acid tetraphosphonic effectively reduces the corrosion rate of copper. The addition of potassium iodide (KI) enhanced the inhibition efficiency (P%). The synergism parameter (S_p) calculated from inhibition efficiency was found to be greater than unity, suggesting that the phenomenon of synergism exists between ATP and iodide ions. The adsorption of ATP alone and in combination with KI followed Frumkin adsorption isotherm. The effect of temperature indicated that the inhibition efficiency of ATP decreases with increasing temperature. Study of temperature effect showed also that inhibition efficiency of (ATP + KI) does not depend on temperature. The apparent activation energies in the absence and in the presence of ATP and (ATP + KI) were determined.

Key word : Copper, Corrosion inhibition, iodide ions, , Synergie

Session B2
"Glass, ceramics and composites"

Elaboration et caractérisation des creusets résistants aux hautes températures par coulage en barbotine

Mohamed Mustapha Benghalem, Mostafa Kolli

Unité de recherche des matériaux émergents

Institut d'optique et de mécanique de précision

Université Ferhat Abbas Sétif1

benghalem.mustapha94@gmail.com.

Résumé

Les céramiques sont au cœur de l'histoire technique de l'humanité. De tout temps au centre des progrès technologiques et économiques de l'humanité, la technologie céramique est une des plus anciennes parmi les industries de transformation. La céramique, qui fut l'un des premiers arts utilitaires inventés par l'homme, est encore aujourd'hui l'une de ses activités maîtresses. L'homme a toujours utilisé les céramiques dans sa vie quotidienne (céramiques traditionnelles). Maintenant les céramiques techniques ou les céramiques composites, avec des propriétés électriques, diélectriques, magnétiques ou réfractaires bien définies sont utilisées dans tous les domaines de la technologie moderne: la santé, l'aéronautique, l'énergie et le secteur industriel de façon générale.

Dans ce travail nous avons visé d'atteindre plusieurs objectifs, dont le premier est l'élaboration des creusets résistants aux hautes températures par coulage en barbotine ce qui peut nous mener à apprendre à traiter et caractériser les poudres, de maîtriser les techniques d'émaillage et enfin d'optimiser le taux de dispersant en masse pour l'obtention d'une barbotine stable.

Mots clés : Coulage, céramique, creusets, émaillage, dispersant

Résultats

Ce travail choisi avait au départ une motivation rentable par rapport aux produits argileux de notre pays. Afin d'aboutir à notre objectif, la poudre a été caractérisée, puis les conditions de mise en forme ont été optimisés et enfin on a terminé par un frittage. Ceci afin de mieux comprendre et d'essayer de maîtriser chaque étape de réalisation des creusets en céramique.

Une caractérisation rhéologique fine de la poudre a été effectuée pour étudier sa stabilité. Il s'agit d'un mélange de poudre et eau dans les proportions (70/30) massique, avec un dispersant de différents taux en masse. Une analyse par potentiel Zéta nous a conduit à confirmer le meilleur taux de dispersant sélectionné par analyses rhéologiques.

Celles-ci nous a confirmé :

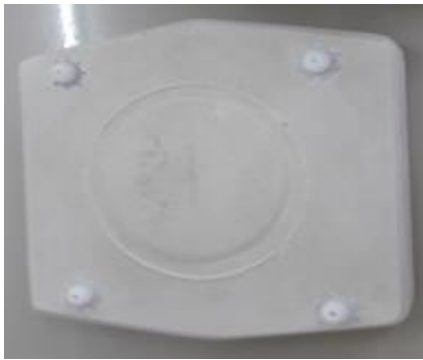
L'ajout de dispersant en barbotine diminue la taille moyenne (d_{50}) des grains de l'argile utilisée. Elle passe de 10.1 à moins de 9.2 μm après la dispersion. De même pour la taille maximale des grains, elle passe de 300 μm à environ 51 μm après dispersion.

Dans ce cas la plus faible viscosité a été enregistrée à un taux de 2%. Le comportement rhéologique des barbotines dispersées est newtonien et présente une certaine thixotropie.

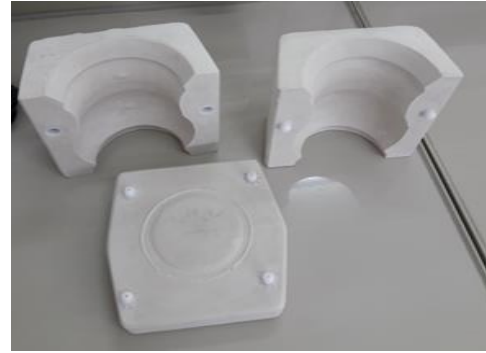
Le potentiel zéta et le pH dépendent du taux de dispersant ajouté. Le potentiel zéta reste dans les limites admissibles (<30mV) et le pH demeure basique (10.50-11.77) quelque soit le taux de dispersant ajouté.

Les creusets réalisés sont exempts de défauts ou fissures visuelles et permettent d'être utilisés à des températures n'excédent pas 1050°C.

Après émaillage, les creusets obtenus ont un bon aspect et présentent une perméabilité et résistance aux solutions mais ils ne doivent pas être utilisés au-delà de 850°C. Les travaux effectués ont permis d'acquérir plusieurs compétences dans le domaine des céramiques réalisations de moules en plâtre, optimisation des barbotines et réalisation de pièces par coulage, émaillage)



a) socle



b) Moule démonté



c) moule complet

Figure1: Présentation des différents éléments du moule et une vue d'ensemble

Dans les figures. (a, b, c) nous avons présenté les différents éléments du moule en plâtre et une vue d'ensemble que nous avons fabriqué en vue de l'utiliser pour l'élaboration de la céramique en barbotine.

Références bibliographiques

- [1] A. Brongniart, « [Traité des arts céramiques. Atlas: ou Des poteries considérées dans leur histoire, leur pratique et leur théorie](#) », Edition Hachette, (2013)
- [2] A. Kasperski, « Nanocomposites nanotubes de carbone-céramique à microstructure contrôlée : Préparation et propriétés, Thèse de doctorat, Université de Toulouse (2013)
- [3] M. El Ouahabi, Valorisation industrielle et artisanale des argiles du Maroc, Thèse de doctorat, Université de Liège, (2013)
- [4] M. Harrat., Contribution à l'amélioration du procédé de fabrication de la céramique, Mémoire de Magister, Université Kasdi Merbah Ouargla, (2007)
- [5] O. Cuisinier., « Comportement hydromécanique des sols gonflants compactés », Thèse de Doctorat de l'I.N.P.L, France, (2002).
- [6] M. Tourbin, Caractérisation et comportement de suspensions concentrées de nanoparticules sous écoulement: Application aux processus d'agrégation et de rupture, thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse (2006)

Elaboration of forsterite glass ceramics from medical glass waste

NEJET BENMORKAT¹, KHALED BOUMCHEDDA², RABHI BAHIA³

^{1,2,3} Researcher laboratory materials process and environment, faculty of technology, university M'hamed Bougara Boumerdes

Email: nadjat20tenhinane@outlook.fr

Abstract:

To find a valorization of glass medical waste in the manufacturing of functional glass ceramics. We developed this work by studying the crystalline phase of forsterite ($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$), see enstatite ($\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$). The wastes glasses are recovered from a public clinic these wastes are mainly used as a source of silica, and according to the chemistry of glasses, molar and weight mixtures will be established, deficits in magnesia (MgO) will be offset by additions of pure magnesium oxide. 10,15,20,25,30,35,37.5 and 40 mol % of MgO were added to glass waste to prepare the new glasses samples MS10%, MS15%, MS20%, MS25%, MS30%, MS35%, MS37.5% and MS40% respectively which was subjected to heat treatment to induce crystallization. Different techniques were used in the present study, including differential thermal analysis, X-ray diffraction and X-ray fluorescence.

Key word: waste, valorization, glass-ceramics, forsterite.

Results:

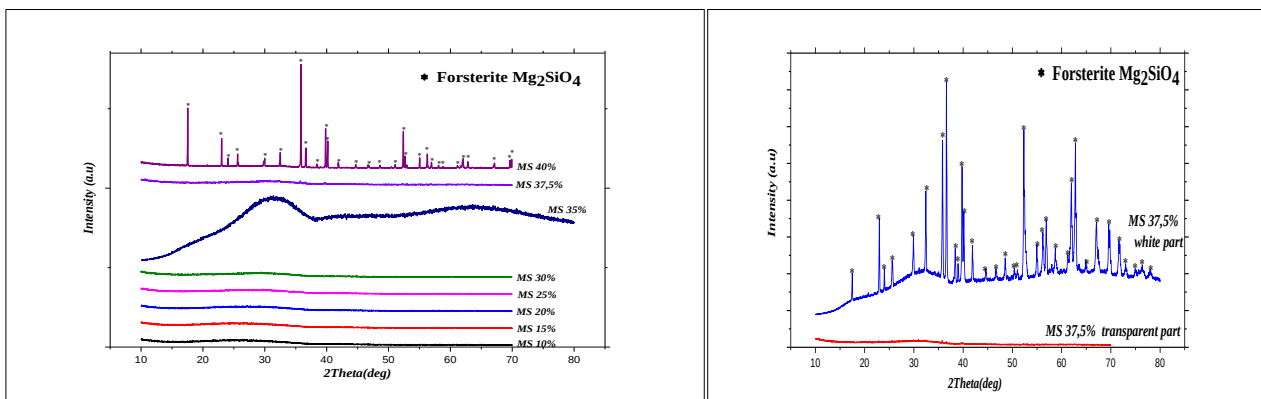


Fig1: X-ray diffraction spectrum of the samples at temperature 1600°C and 1650°C

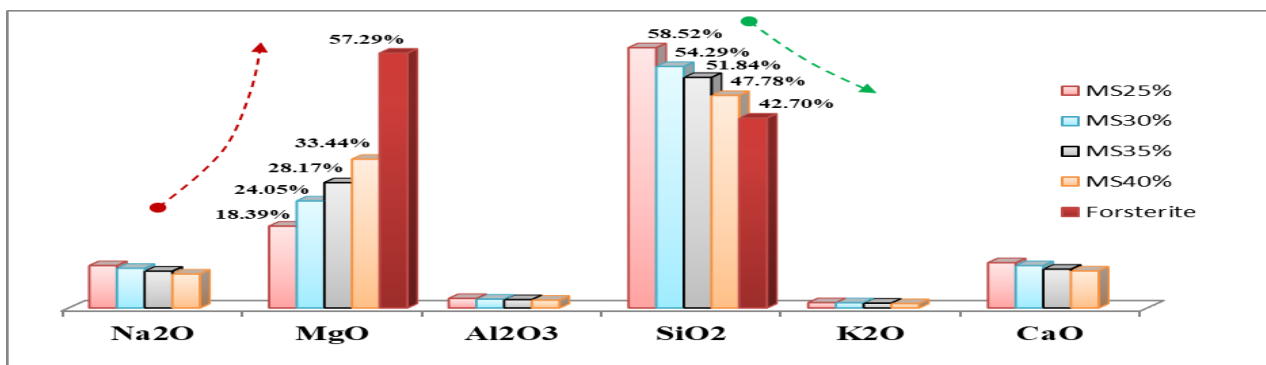


Fig2: the chemical composition of the samples MS25%.MS30%.MS35%.MS40% comparing with the real composition of the forsterite.

Oxide	Na₂O	MgO	Al₂O₃	SiO₂	K₂O	CaO	TiO₂	Rb₂O	SrO	ZrO₂
MS35% (Wt %)	8,274	28,166	1,879	51,838	1,084	8,731	0	0,007	0,008	0,014

Table: Chemical compositions by weight of the sample MS35%.

Etude du comportement au choc thermique d'un verre revêtu par une couche mince déposée par spray pyrolyse

BENNOUIOUA TAHAR¹, MALOU ZAHRA², HAMIDOUCHE MOHAMED³, SAHRAOUI ROFAIDA⁴

¹Unité de recherche des matériaux émergents. IOMP. Université Sétif 1

²Unité de recherche des matériaux émergents. IOMP. Université Sétif 1

³Unité de recherche des matériaux émergents. IOMP. Université Sétif 1

⁴Institut d'optique et mécanique de précision. Université Sétif 1

Email : akram_19203@yahoo.fr

Abstract:

L'objectif de ce travail est l'étude de la résistance au choc thermique d'un verre silico-sodo-calcique revêtu par une couche mince transparente de ZnO. La couche déposée est à base de sels métallique. On a utilisé deux solutions à savoir le chlorure de zinc et l'acétate de zinc. L'accent a été mis sur l'effet des paramètres de dépôt sur les propriétés physique, optique et mécanique du verre traité. Le facteur de flux a été varié entre 0.4 à 0.8 et le temps du dépôt de (30 à 60) min.

Les couches ainsi obtenues ont subi différentes caractérisations morphologiques, optiques et mécaniques et finalement les échantillons ont été soumis à un choc thermique doux réalisé par un refroidissement par jet d'air.

Les résultats obtenus ont montré que les épaisseurs des couches de chlorure sont plus importantes que celle obtenues par la solution d'acétate.

La transmission optique du verre traité est considérablement affectée par ce type de revêtement.

La différence de températures critique et donc sa résistance au choc thermique dépend étroitement de la nature de la solution déposée.

Résultats:

1- Analyse par fluorescence des rayons X :

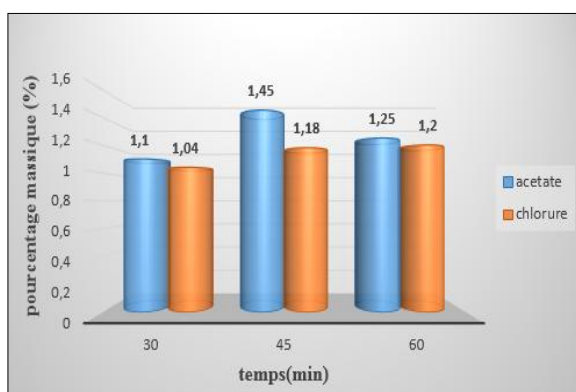


Figure 1.1 Pourcentage massique de ZnO en fonction du temps de traitement dans le cas des deux solutions utilisées (Acétate et le chlorure de Zinc) pour un facteur de flux de 0.8.

2- mesure d'épaisseur :

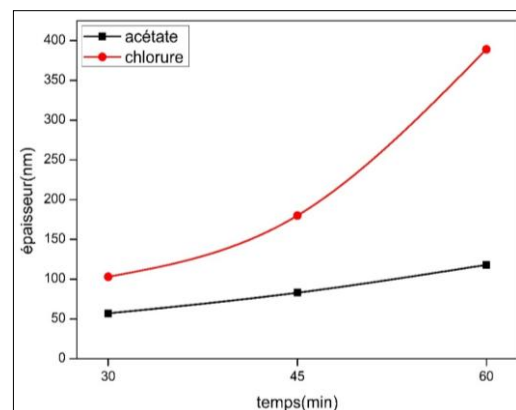


Figure 2.1 Epaisseur d'un dépôt de couche mince d'acétate et de chlorure de zinc en fonction du temps (facteur de flux 0.8)

3- Transmission optique :

Solutions 1 : Acétate de zinc :

A. Effet du temps de traitement

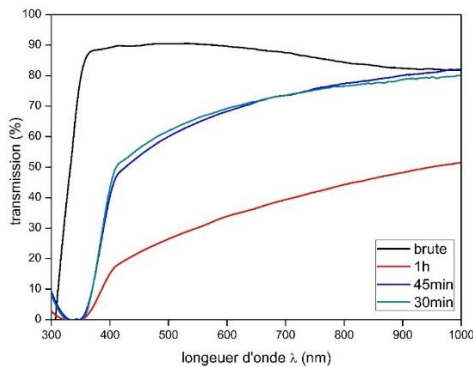


Figure 3.1 Spectre de transmission pour une couche obtenue avec un facteur de flux de 0.8 traitée à différents

Solution 2 : chlorure de zinc :

A. Effet de temps de traitement

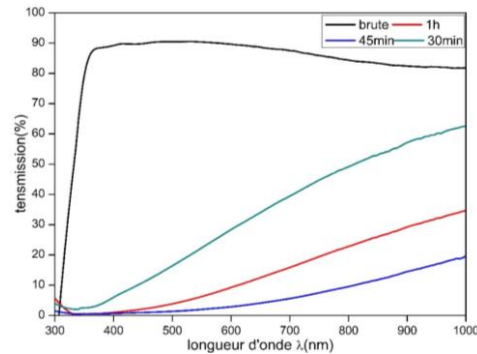


Figure 3.2 Spectre de transmission pour une couche obtenue avec un facteur de flux de 0.8 traitée à différents temps à 350°C.

4. Choc thermique :

Effet du temps de traitement :

Solution 1. Acétate de zinc.

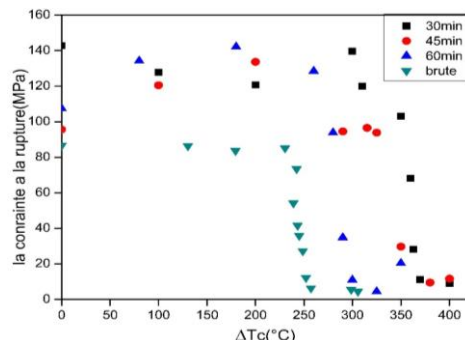


Figure 4.1 Evolution de la contrainte à la rupture en fonction de ΔT pour une couche obtenue avec un facteur de flux 0.8, pour différents temps de traitement.

Solution 2 : chlorure de zinc.

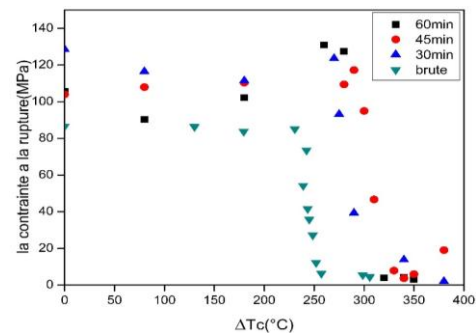


Figure 4.2 Evolution de la contrainte à la rupture en fonction de ΔT pour une couche obtenue avec un facteur de flux 0.8, pour des différents temps de traitement.

Matériels utilisés :



Synthesis of magnesium oxide from Algerian dolomite

CHAFIA BOUCHEKRIT¹, MOSTAFA KOLLI², RACHIDA DEFNOUNE³

^{1,2}Research Unit of Emerging Materials, Institute of optics and precision mechanics, University of Ferhat Abbas Setif 1

³Research Unit of Emerging Materials, Faculty of Engineering Processes, University of Ferhat Abbas Setif 1

Email: bouchekritch@gmail.com

Abstract

Magnesium oxide (MgO) is one of the most important materials, because of its excellent properties including high melting temperature (~ 2800 °C), low density (~ 3.58 g/cm³), good electrical insulation, and high corrosion resistance. It is widely used in many technological fields such as electronics, metallurgy, technical ceramics, superconductors and basic refractories... [1].

It is usually produced by calcination of magnesite (MgCO₃) or magnesium hydroxide (Mg (OH)₂) obtained from seawater [2]. Also, it is produced by thermal hydrolysis of hydrated magnesium chloride (MgCl₂), magnesium sulfate (MgSO₄) and magnesium sulfide (MgS) [3]. Magnesium oxide can be also produced from dolomite raw material [4].

This work aimed to produce magnesium oxide (MgO) particles from Algerian dolomite ore by acid leaching. Indeed, in Algeria, there are several deposits of dolomite. In this work, we used the dolomite collected from Constantine region (North that has a good chemical composition. After being ground and dry sieved, dolomite samples were subjected to some number of physico-chemical characterization test (table1). After that, this dolomite was leached by hydrochloric acid, and the magnesium oxide dissolved in the acid has been crystallized and precipitated by ammonia (NH₄OH). The obtained powders were washed, dried calcined and finally characterized by XRF (table1) and XRD. The results obtained showed the possibility of the production of magnesium oxide from the used dolomite with a purity of 96%.

Key words: Dolomite, Magnesium oxide, acid leaching, Magnesium hydroxide, Calcination.

Results

Oxide	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	Fe ₂ O ₃
%	29.5	62.3	1.78	1.21	0.0441	0.0342	4.81	0.158	0.155

Table 01: Chemical composition of the dolomite ore.

Oxide	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Br	SO ₃	Cl	Fe ₂ O ₃
%	96.3	2.56	0.128	0.274	0.0069	0.0482	0.518	0.155

Table 02: Chemical composition of the synthesized product.

References:

- [1] M. ALTINER : Effect of Base Types on the Properties of MgO Particles Obtained from Dolomite Ore, Mining Engineering Dept., Faculty of Engineering and Architecture, Cukurova University, Turkey, 2019.
- [2] M. ALTINER, M. Yildirim, T. Yilmaz : Leaching of MERSIN/AYDINCIK dolomite ore in hydrochloric acid. Dissolution rates, Mining Engineering Dept., Faculty of Engineering and Architecture, Cukurova University, Turkey, 2016.
- [3] E. ALVARADO, L.M. Torres-Martinez, A.F. Fuentes, P. Quintana : Preparation and characterization of MgO powders obtained from different magnesium salts and the mineral dolomite, Facultad de Ciencias Quimicas, Mexico, 2000.
- [4] M. YILDIRIM, H. Akarsu, Preparation of magnesium oxide (MgO) from dolomite by leach-precipitation-pyrohydrolysis process, Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Cukurova University, Turkey, 2010.

Influence of the glass waste on the behavior of the opaque glazes for sanitary ceramic-ware

KAMEL BOUDEGHDEGH¹, SONIA MENDACI¹, SAMRA BENKACEM¹, KHALED BOULAICHE¹ AND ABDELMALEK ROULA²

¹Labo LEAM....., Faculté des Sciences et de la Technologie....., Université MSBY-Jijel

²Labo LIME, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université MSBY-Jijel

Email : kameltan@yahoo.com.

Abstract

The present paper focuses on the impact of incorporation different percentages (5, 10, 15 and 20 wt.%) of industrial glass waste (AFRICAVER Algerian company) addition in the formulation of opaque glazes for ceramic sanitary-ware. The objective of this study is substituting the feldspar and quartz with recycled industrial waste glasses (soda-lime-glass) in order to improve characteristics of the obtained glazes.

In the present work, we used the industrial process and then thermally treated in tunnel kiln at temperature of the 1250°C. The obtained glazes ceramic sanitary were characterized by X-ray diffraction in order to reveal their mineralogical composition, also confirmed by FTIR and RAMAN spectroscopy. The morphological of surface of the glazes studies were observed by SEM. Subsequently, flexural strength, Vickers Microhardness, whiteness, brightness and chemical durability were investigated experimentally.

The results of the microstructure of glazes revealed the crystalline phase of Zircon and glassy matrix in the surface of the glazes ceramics. The results showed the improvement of the bending strength (52.75MPa), microhardness (7.32GPa) and whiteness (up to 91%). Therefore, glass waste from AFRICAVER has a positive impact on the formulation of glazes for ceramic sanitary-ware.

Key word : Glass waste, physical-mechanical properties, microstructure of glazes, ceramics sanitary, glazes

Results

Glazes	Flexural strength (MPa)	Microhardness (N/mm ²)	Water absorption (%)	Whiteness %
G1	52.89	544.00	0.16	91.01
G2	48.92	732.20	0.21	88.17
G3	53.83	573.50	0.26	88.84
Gref	51.65	643.81	0.15	88.83

Table I: Properties of the samples studies.

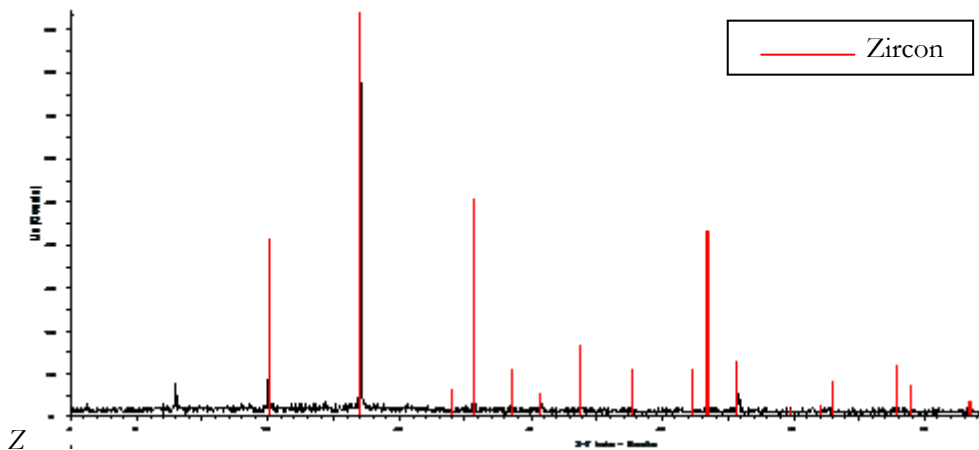


Figure 1: X-ray diffractogram of the glaze G4

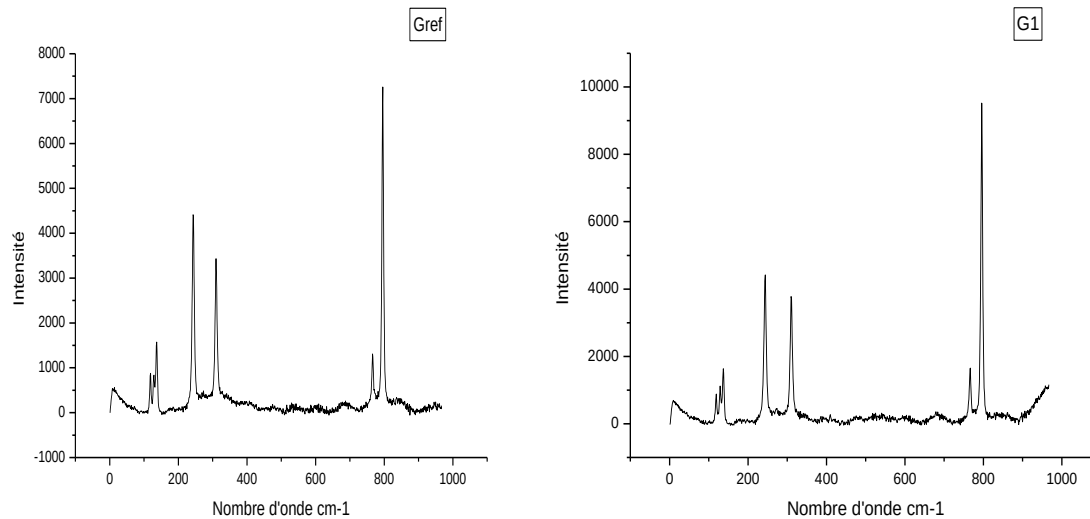


Figure 2: Raman spectroscopy of the experimental glazes.

References :

- [1] Boudeghdegh, K., Diella, V., Bernasconi, A., Roula, A., Amirouche, Y., 2015. Composition effects on the whiteness and physical-mechanical properties of traditional sanitary-ware glaze. *Eur. Ceram. Soc.* 35, 3735–3741.,
- [2] Boudeghdegh K., Benkacem S. and Ferkhi M. Influence of the ZrSiO_4 and ZnO on the whiteness and physical-mechanical properties of industrial ceramic sanitary-ware, *ECerS 2017*, Budapest, Hungary.
- [3] Boudeghdegh Kamel, Schotkina T.Ju and Soukkou Ammar; Thermodynamic modelling of the clinkerization of the Portland clinker cement, *ISyMC*, (2018), Boumerdès, Algérie

Study of NASICON Ceramics Lithium Ion Conductor $\text{LiTi}_{2-x}\text{Mo}_x(\text{PO}_4)_3$

Nedjemeddine BOUNAR

LIME Laboratory , Faculty of Science and Technology, University M.S.B.Y of Jijel

Email : nedjmbounar@yahoo.fr

Abstract :

The NASICON (Na Super Ionic CONductors)-type materials are good ionic conductors when serving as solid electrolytes for lithium-ion batteries. In this paper, Mo-doped $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ has been synthesized by solid-state reaction method . The X-ray diffraction conforms that the Mo-doped $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ compound has NASICON structure, i.e. rhombohedral with space group R-3c. The average crystallite size and lattice constant are increased with dopant concentration. The grain sizes of the synthesized compounds are investigated by scanning electron microscope and it is found to be in the range of $4\ \mu\text{m}$. AC electrical study is carried out by exploiting the impedance and dielectric spectroscopy. The activation energy increases with dopant concentration since ion diffusion becomes easy as the volume fraction of the grain increases.

Key word : NASICON Ceramics, X-ray Diffraction , SEM , Lithium titanium phosphate

Results :

1. Thermogravimetric/Differential thermal analysis (TG/DTA)

The quantitative analysis of thermal reactions that are accompanied by mass changes such as evaporation, decomposition, gas absorption and dehydration of the $\text{LiTi}_{2-x}\text{Mo}_x(\text{PO}_4)_3$ with ($x = 0.05, 0.075, 0.1$ and 0.15) is done by TG/DTA. Figure 1 shows the TG/ DTA profiles of the synthesized precursor powder sample.

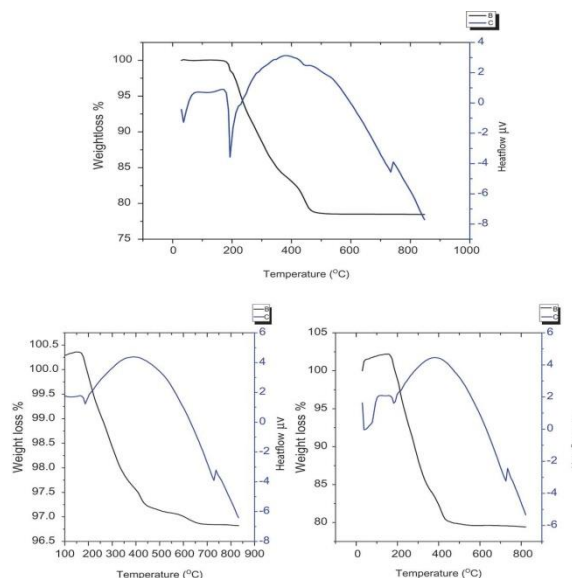


Figure 1. TG/DTA curves for $\text{LiTi}_{2-x}\text{Mo}_x(\text{PO}_4)_3$ ($x = 0, 0.05, 0.075$).

2. X-ray diffraction (XRD)

XRD is used to obtain the information about structure composition and state of the polycrystalline materials. The XRD is unique for every crystalline substance and the line position in the diffraction depends on the unit cell size, types of atoms, arrangement in the crystals. So, a sample can be confirmed from its unique powder pattern which can be obtained from the Joint Committee on

Powder Diffraction Standards (JCPDS) powder diffraction file [7]. **Figure 2** shows the XRD pattern of $\text{LiTi}_{2-x}\text{Mo}_x(\text{PO}_4)_3$ ($x = 0.05, 0.075, 0.1$ and 0.15) solid electrolyte materials prepared at 1200°C for 6 h. All the materials belong to the NASICON-type structure and it crystallizes in the rhombohedral system (R-3c).

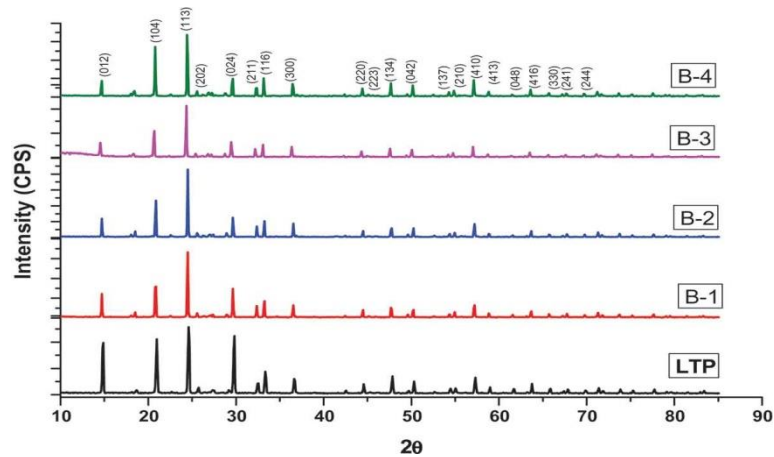


Figure 2. X-ray diffraction patterns of $\text{LiTi}_{2-x}\text{Mo}_x(\text{PO}_4)_3$ ($x = 0, 0.05, 0.075, 0.1$ and 0.15).

3. Microstructural analysis

In order to determine whether the difference in conductivity could be related to a change in microstructure or not, scanning electron microscope (SEM) micrographs of the cross-sectional area of the sintered pellets have been performed. The microstructure of the pellets strongly depends on the sintering temperature. The pellets sintered at 1200°C present a uniform microstructure with large grains obtained. A homogeneous microstructure appears, as presented in Figure 3. The grain sizes of the sintered pellets are in the range of $6\ \mu\text{m}$ which is in good agreement with previous results.

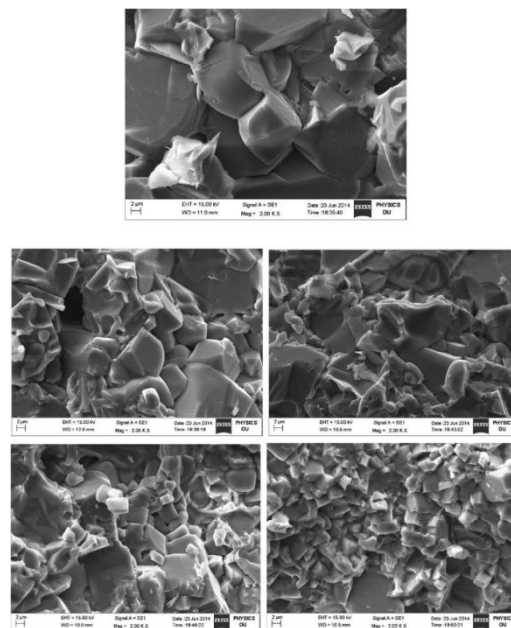


Figure 3. SEM micrographs for $\text{LiTi}_{2-x}\text{Nb}_x(\text{PO}_4)_3$ ($x = 0, 0.05, 0.075, 0.1$ and 0.15).

Références :

- [1] Good Enough JB, Hong HYP, Kafalas JA. Fast Na⁺-ion transport in skeleton structures. Mater Res Bull. 1976;11:203.
- [2] Wang GX, Bradhurst DH, Dou SX, et al. LiTi₂(PO₄)₃ with NASICON- type structure as lithium –storage materials. J Power Sources. 2003;124:231–236.
- [3] J. C. Bachman, S. Muy, A. Grimaud, H.-H. Chang, N. Pour, S. F. Lux, O. Paschos, F. Maglia, S. Lupart, P. Lamp, L. Giordano, and Y. Shao-Horn, Chem. Rev. 116, 140 (2016).
- [4] R. Chen, W. Qu, X. Guo, L. Li, and F. Wu, Mater. Horiz. 3, 487 (2016).
- [5] K. Kerman, A. Luntz, V. Viswanathan, Y.-M. Chiang, and Z. Chen, J. Electrochem. Soc. 164, A1731 (2017).
- [6] A. Manthiram, X. Yu, and S. Wang, Nat. Rev. Mater. 2, 16103 (2017).
- [7] Ramaraghavulu R, Buddhudu S. Analysis of structural, thermal and dielectric properties of LiTi₂ (PO₄)₃ ceramic powders. Ceramics Int. 2011;37:3651–3656.

Preparation and characterization of bioceramic powder from Guelma hydrothermal limestone

SALIM Brahim¹, KHALED BOUMCHEDDA², MOHAMED HAMIDOUCE³, MOHAMED HAMIDOUCE^{3,4}

^{1,2} *Research Unit of Materials, Processes and Environment, Faculty of Technology, M'Hamed Bougara University of Boumerdes*

³ *Research Unit of Emerging Materials, Institute of optics and precision mechanics, University of Ferhat Abbas Setif I*

⁴ *Research Center in Industrial Technologies CRTI P.O.Box 64, Cheraga, 16014 Algiers, Algeria*

Email: sbrahim2011@gmail.com

Abstract:

Calcium phosphate based biomaterials have been used as bone graft with great success in the last decade. This material is employed in orthopedic and dental applications depending on their specific properties [1]. Calcium phosphates ceramics such as a hydroxyapatite have composition and structure similar to be mineral component of bone. Hydroxyapatite could be production from natural and chemical source with various techniques [2]. In this study, Calcium phosphate powders were prepared and characterized for future applications on the utilization of bioactivity and resorbability of Hydroxyapatite. Hydroxyapatite was synthesized by precipitation method using hydrothermal limestone rock of Algerian origin (Hammam of Guelma) as the calcium (Ca) source in the form of calcium nitrate and ammonium phosphate as the phosphate (P) source. The X-ray diffraction, FT-IR, X-ray fluorescence, DTA/TGA measurement, bulk density, open porosity, and scanning electron microscopy SEM were carried out, in order to follow the samples evolution from the powder state to the dense state and to analyze the formation and transformation of phases at different temperatures. This experiment indicated that the hydroxyapatite could be synthesized from hydrothermal limestone rock of Guelma.

Key words: hydrothermal limestone, hydroxyapatite, calcium phosphate, biomaterials, precipitation

Table: Chemical composition of Guelma hydrothermal limestone and the synthesized product using X-ray fluorescence

Oxide	MgO	CaO	CO ₂	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	SrO	Fe ₂ O ₃
Guelma hydrothermal limestone	0.154	58.0	40.4	0.0521	0.0334	0.425	0.835	0.582
synthesized product	0.121	62.6	/	0.0503	36.3	0.117	0.469	/

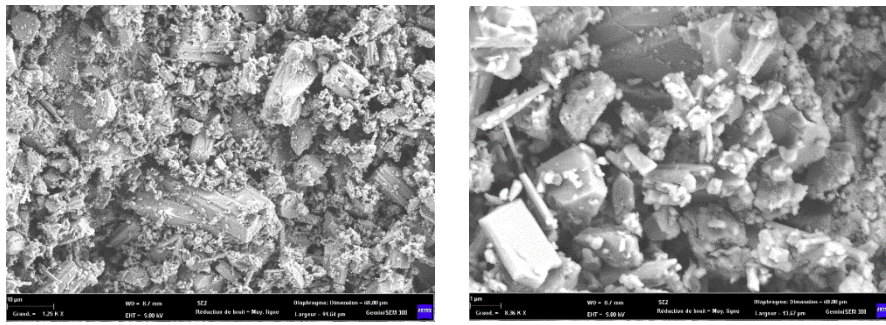


Fig: Images of limestone from Guelma obtained by SEM.

References:

- [1] Mbarki, M., Sharrock, P., Fiallo, M., & ElFeki, H. (2017). Hydroxyapatite bioceramic with large porosity. *Materials Science and Engineering: C*, 76, 985-990.
- [2] Faksawat, K., Sujinnapram, S., Limsuwan, P., Hoonnivathana, E., & Naemchanthara, K. (2015). Preparation and characteristic of hydroxyapatite synthesized from cuttlefish bone by precipitation method. In *Advanced Materials Research* (Vol. 1125, pp. 421-425).

Elaboration d'une mullite à partir d'un kaolin d'Algérie par ajout de scories d'aluminium

F. Chargui^(1,2), M. Hamidouche^(1,2)

1. Unité de Recherche Matériaux Emergents, Université Ferhat Abbas-Sétif 1, 19000 Sétif, Algérie.

2. Institut d'optique et Mécanique de Précision, Université Ferhat Abbas-Sétif 1, 19000 Sétif, Algérie.

Email: cherguifouzia@yahoo.fr

Résumé:

Les transformations structurales des mélanges kaolin-scories d'aluminium lors de leur traitement thermique ont été étudiées en utilisant l'analyse thermique différentielle (ATD), l'analyse thermogravimétrique (TG), la diffraction des rayons X (DRX), la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FT-IR) et la microscopie électronique à balayage (MEB). La quantité de mullite formée augmente avec l'augmentation de la température de cuisson. À 1500°C, la mullitisation du mélange kaolin-scories d'aluminium est presque complète. La morphologie de la mullite formée est bimodale (primaire et secondaire). La mullite primaire, formée à partir de la transformation du kaolin par l'effondrement graduel de la métakaolinite à partir de 990°C, se présente sous forme de cristaux allongés. Par contre, la mullite secondaire, formée par solution-précipitation à partir de la phase vitreuse en présence des particules d'alumine, est à grains aciculaires. Les résultats obtenus montrent la possibilité d'utiliser les scories d'aluminium avec le kaolin local pour fabriquer la mullite.

Mots clés : Mullitisation, Kaolin, Scories d'aluminium, Transformation de phases.

Resultats et discussions:

Du point de vue minéralogique, l'analyse par diffraction des RX (figure 1) a révélé que les deux kaolins utilisés contiennent essentiellement de la kaolinite (Fiche JCPDS 80-0886) et de l'halloysite (JCPDS 29-1489). Les scories d'aluminium se transforment totalement en alumine α après un traitement thermique jusqu'à 1400°C où leur densité absolue est égale à 3,41 g/cm³ (figure 2).

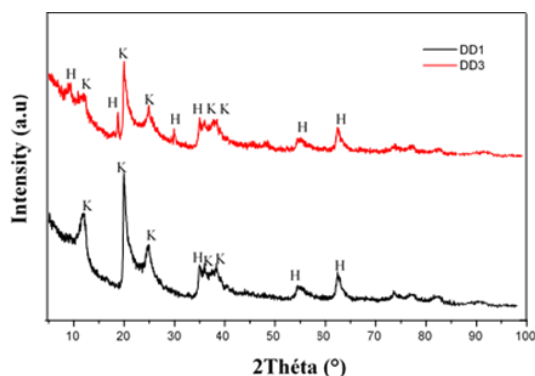


Figure 1: Spectres DRX des kaolins naturels utilisés
k: kaolinite; H: halloysite

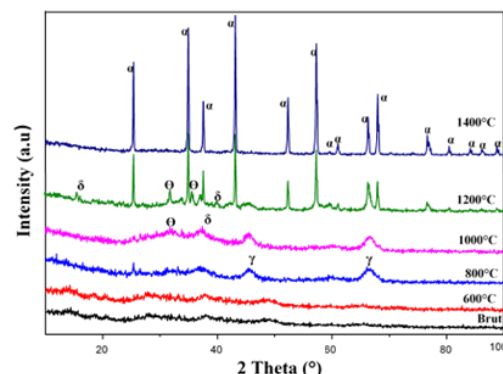


Figure 2: Spectres DRX des scories d'aluminium utilisées.

L'observation des poudres de kaolin par MEB (figure 3) a révélé une structure composée d'agglomérats de Feuillet allongés et orientés dans toutes les directions. Ces bâtonnets, enchevêtrés aléatoirement, on favorisés une importante porosité. L'observation des scories d'aluminium par MEB a montré une structure composée d'agglomérats de grains sphériques.

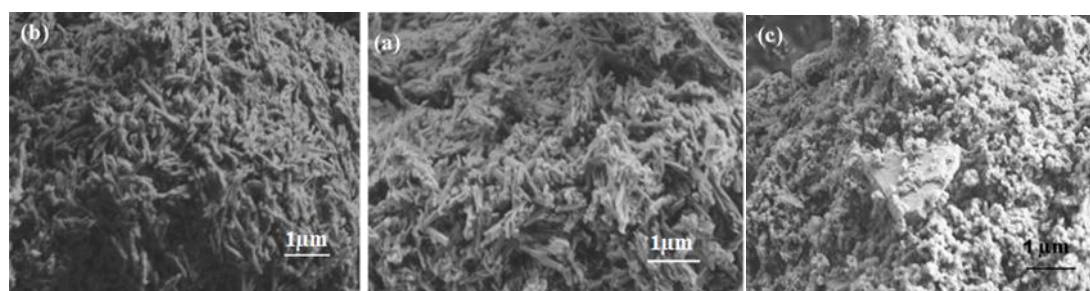


Figure3: Microstructure des kaolins et des scories d'aluminiums utilisés. (a) DD1, (b) DD3 et (c) scories d'aluminium.

La courbe ATD /TG des mélanges MDD1 et MDD 3 (figure 4) montre deux pics endothermiques: le premier est très intense avec un maximum à 100°C, il est causé par le départ de l'eau de surface. Le maximum du second pic est situé à 537°C pour le mélange MDD3 et à 532°C pour le mélange MDD1. Il correspond au départ de l'eau de constitution (déshydratation des kaolins pour former le métakaolin). Outre ces deux pics endothermiques, la courbe ATD présente d'autres effets exothermiques de faibles intensités qui ne sont associés à aucune variation de masse. Le premier pic exothermique au voisinage de 993 et 998°C ; correspond à la cristallisation de la mullite à partir de métakaolin [1-2].

Le deuxième pic exothermique moins intense, observé au voisinage de 1194°C pour le MDD3 et 1220°C pour le MDD1 est associé à la formation de la mullite secondaire [3] par réaction de l'alumine des scories d'aluminium avec l'excès de silice du kaolin.

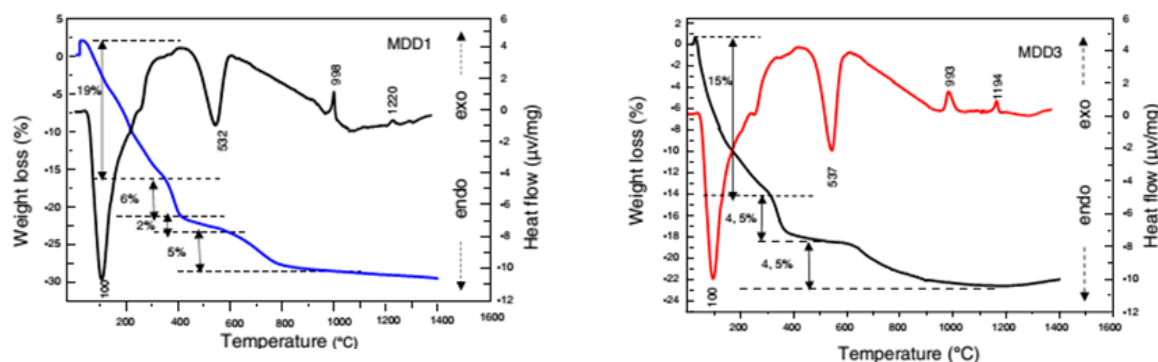


Figure 4: Thermogrammes ATD / ATGdes mélanges MDD3 et MDD1

Référence :

- 1- T. Abdezadeh, Formation of mullite from precursor powders: sintering, microstructure and mechanical properties Materials Science and Engineering: A, Vol. 355, N°1-2, 56-61, 2003
- 2- L.B. Kong, T.S. Zhang, Y.Z. Chen, J. Ma, F. Boey, H. Huang, Microstructural composite mullite derived from oxides via a high-energy ball milling process, Ceram. Int., 30, 1313–1317, 2004
- 3- V. Viswabaskaran, F.D. Gnanam, M. Balasubramanian, Effect of MgO, Y₂O₃ and boehmite additives on the sintering behavior of mullite formed from kaolinite-reactive alumina, Journal of Materials Processing Technology 142 (2003) 275–281

Sintering of kaolin carbon mixtures with K_2CO_3 addition**Zeyneb Chermat***, Kamel Loucif

Non Metallic Materials Laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanic,

F.A. Setif 1 University, Algeria

Email: zyneb.chermat@gmail.comEmail: k_loucif19@yahoo.fr

Given its high alumina content, the kaolin of Jebel Debagh (east of Algeria) is very promising clay [1]. Its calcination at 1350°C leads to the formation of mullite and cristobalite. Mullite is a material known for its thermal and chemical stability and considered as a structural material for various refractory and technical ceramics. However, cristobalite is a crystalline silica phase formed at 1350°C but loses its crystallinity and becomes amorphous at higher temperatures. This amorphization decreases the creep resistance of the ceramic and limits its use as a function of temperature. Several methods have been used to improve kaolinitic refractories behavior, either by adding alumina in order to form secondary mullite and thus to completely mullitize refractories [2], or to add a compound that will consume residual silica or block the formation of cristobalite by the formation of another phase [3].

Recent work has been directed in order to form silicon carbide by adding carbon to kaolin or calcined kaolin. It has been found that the reaction between silica and carbon requires high temperatures: 3 hours at 1600°C or one hour at 1700°C [4]. Other authors have obtained silicon carbide from kaolin by carbothermy in microwave ovens [5].

In the present work, we study the initiation of the silica-carbon reaction by the use of chamotte (calcined kaolin). The preparation was carried out by very fine chamotte, 15% carbon and 3% K_2CO_3 mixtures, less than 2 μm , kneaded for 24 hours and shaped by uniaxial pressing under a pressure of 100 MPa. The sintering was carried out at temperatures of 1300°C and 1400°C under a carbon-rich atmosphere in order to prevent the evacuation of the carbon from the sample and consequently the change of the composition.

In addition to the density measurements, the study was followed by X-ray diffraction, scanning electron microscopy, EDX and FTIR.

The results of X-ray diffraction showed that the characteristic peak of cristobalite is removed and replaced by the halot. (Fig. 1). This justifies that the addition of potassium carbonate destroys the crystal structure of cristobalite at 1300°C. At 1400 ° C, only mullite persists with a decrease in peak intensities and significant disappearance of the silica. This shows that the carbon silica reaction is initiated and led to the decomposition of the silica to gaseous silicon monoxide. However, the formation of silicon carbide cannot be confirmed. On the FTIR spectroscopy curves (Fig. 2), we note that changes appear near the short wavelengths showing

modifications of the Si-O and Si-O-Al bonds. On samples sintered for 10 hours at 1400°C, scanning electron microscopy showed mullite grains of shredded forms sign of reduction of silica by carbon (Fig. 3). On the other hand, no trace of vitreous phase was observed.

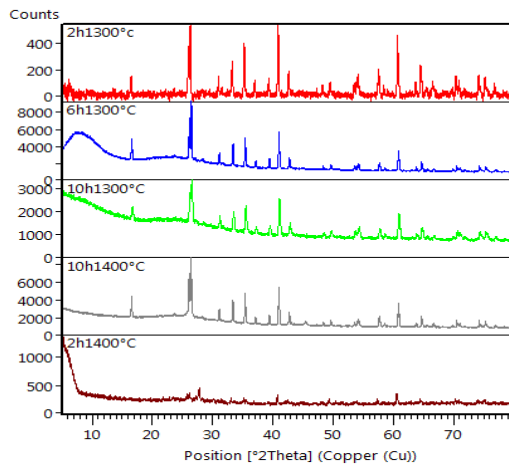


Fig. 1: DRX for different sintering temperatures

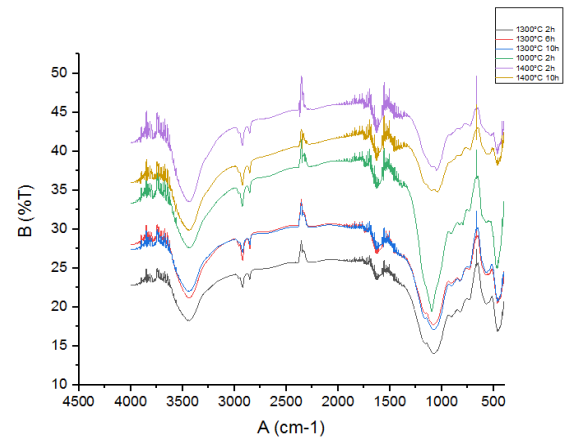


Fig. 2: FTIR specters for different sintering temperatures

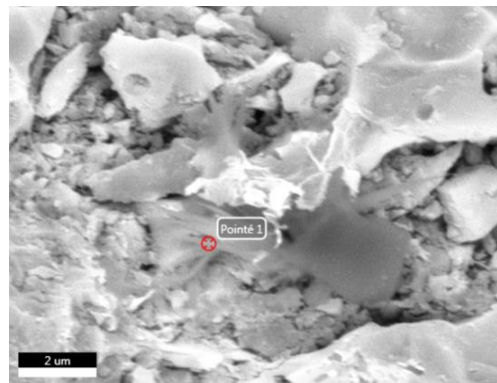


Fig. 3 : MEB of sintered sample for 10h under 1400°C

References

- [1] H. Osmani, M. Hamidouche, M.A. Madjoubi, K. Loucif, N. Bouaouadja, Etude de la transformation de trois nuances de kaolin en fonction de la température, *Silicates Industriels*, Ceramic Science and technology, V65, N° 11-12 (2000) 119-124
- [2] C.Y. Chen, G.S. Lan, W.H. Tuan, Preparation of mullite by the reaction sintering of kaolinite and alumina, *Journal of the European Ceramic Society* 20 (2000) 2519-2525
- [3] J. Li, H. Lin, J. Li, J. Wu, Effects of different potassium salts on the formation of mullite as the only crystal phase in kaolinite, *Journal of the European Ceramic Society* 29 (2009) 2929-2936.
- [4] P.K. Panda, L. Mariappan, T.S. Kannan, The effect of various reaction parameters on carbothermal reduction of kaolinite, *Ceramics International* 25 (1999) 467-473
- [5] Elias Fagury-Neto, Ruth H.G.A. Kiminami, Al₂O₃/mullite/SiC powders synthesized by microwave-assisted carbothermal reduction of kaolin, *Ceramics International* 27 (2001) 815-819

Phase transformation and sintering behaviour of fluorapatite-alumina composite materials

S. Djouallah¹, H. Belhouchet², A. Kenzour^{1,3}, D. Kherifi²

¹ Optics and Precision Mechanics Institute, University of Ferhat Abbas Setif 1, 19000 Setif, Algeria.

² Physics Department, Faculty of Sciences, University Mohamed Boudiaf of M'sila, 28000 M'sila, Algeria.

³ Research Center in Industrial Technologies CRTIP. O. Box 64, Cheraga, 16014 Algiers, Algeria.

Abstract:

In this work, we studied the effect of alumina addition on the reactive sintering of natural fluorapatite. Because the fluorapatite has poor mechanical properties such as: toughness and flexural strength; therefore, it is usually reinforced with particles, fibres or whiskers to improve its properties. The additions of alumina to the fluorapatite have been carried out to improve mechanical properties of sintered FAp. Various samples were prepared by varying the alumina content from 5 to 30 wt%. The composite ceramics were sintered in air at various temperatures ranging from 1000 to 1500°C and characterized to determine the phase present, relative density and microstructural development. The mixture of fluorapatite and alumina shows the partial decomposition of fluorapatite at high temperature. The increase in alumina ratio (20%wt) promoted the enhancement of mechanical properties of fluorapatite. From the XRD, we put in evidence the formation of several composites based on: fluorapatite, grossite and Yeelimite. The presence of the different composites was confirmed by micrographic observations.

Key-words: Fluorapatite, Alumina, Bioceramic, Phase transformation, Mechanical properties.

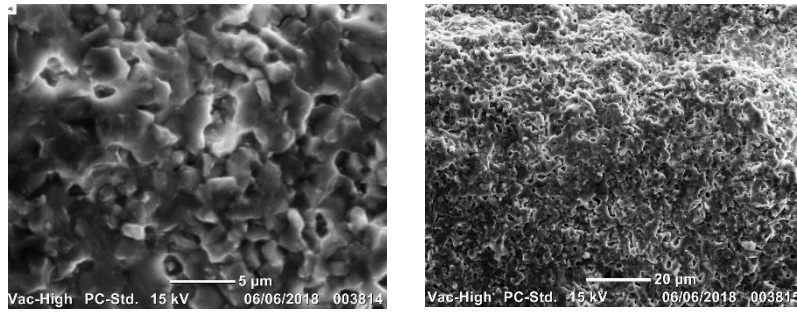


Fig.1. Micrographs of fluorapatite and alumina mixtures after heat treatment.

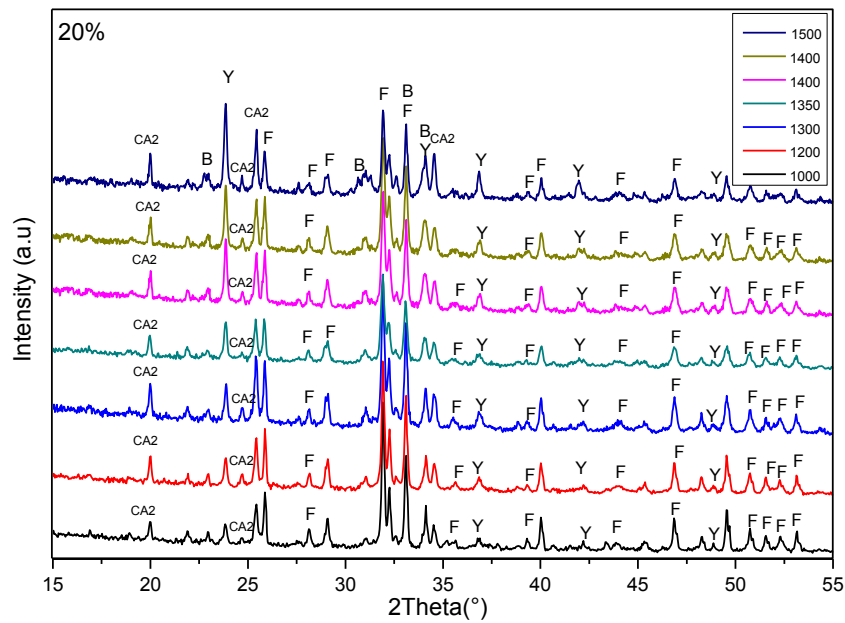


Fig. 2. XRD patterns of the samples (20wt% of alumina) sintered at different temperatures (F: fluorapatite, CA₂: Grossite, Y: Yeelimite).

The effect of transverse shear on the vibratory behavior of FGM functionally graduated plates

FRIH AHMED^{1*}, BOUREMANA MOHAMMED¹, DRAICHE KADA²

¹Laboratoire des Structures et Matériaux Avancés dans le Génie Civil et Travaux Publics, Faculté de technologie, Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbès.

²Laboratoire des Matériaux & Hydrologie, Faculté de technologie, Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbès.

Email: *frihahmedunvsba@gmail.com

Abstract

In this work, we are interested in the analysis of the free vibration of functionally graduated plates using high order shear deformation theories. The material properties of the plate such as Young's modulus and density vary continuously through the thickness of the plate. The most interesting feature of this theory is that it satisfies the conditions of zero shear stresses on the upper and lower surfaces of the plate without the use of correction coefficients. In this analysis, the plate is supposed to be simply supported and resting on an elastic foundation. The foundation is modeled as two Pasternak and Winkler type parameters, if the second parameter of the foundation is zero. Hamilton's principle will be used to obtain the equations of motion. The fundamental frequencies are determined by solving equilibrium equations with eigenvalues using the Navier principle. The natural frequencies determined from the present formulation will be compared to those existing in the literature. From this comparison, we note that this theory is simple and accurate to predict the vibration response of FGM plates supported on elastic foundations.

Key Words: Shear deformation, Free Vibration, Functionally Graded Plate (FGM), Natural Frequency.

Numerical results

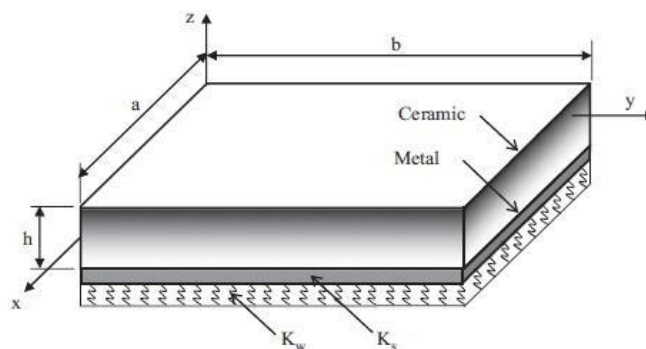


Fig. 1: Schematic representation of a rectangular plate FG resting on an elastic foundation.

Table 1: Properties of materials used in FG plates.

Properties	Aluminum (Al)	Alumina (AL ₂ O ₃)
Module de Young (GPa)	70	380
Coefficient de Poisson	0.3	0.3
Density kg/m ³	2702	3800

Table 2: A dimensional fundamental frequency $\bar{\omega}$

k_W	k_S	h/a	Theory	The material index (p)				
				0	0.5	1	2	5
0	0	0.05	Ref(a)	0.0291	0.0249	0.0227	0.0209	0.0197
			Ref(b)	0.0291	0.0246	0.0222	0.0202	0.0191
			Present	0.0291	0.0247	0.0222	0.0202	0.0191
		0.10	Ref(a)	0.1134	0.0975	0.0891	0.0819	0.0767
			Ref(b)	0.1134	0.0963	0.0868	0.0788	0.0740
			Present	0.1134	0.0964	0.0870	0.0790	0.0740
		0.15	Ref(a)	0.2454	0.2121	0.1939	0.1778	0.1648
			Ref(b)	0.2452	0.2090	0.1885	0.1706	0.1589
			Present	0.2450	0.2090	0.1880	0.1710	0.1600
		0.20	Ref(a)	0.4154	0.3606	0.3299	0.3016	0.2765
			Ref(b)	0.4150	0.3551	0.3205	0.2892	0.2667
			Present	0.4152	0.3551	0.3205	0.2892	0.2665
0	100	0.05	Ref(a)	0.0406	0.0389	0.0382	0.0380	0.0381
			Ref(b)	0.0406	0.0386	0.0378	0.0374	0.0377
			Present	0.0406	0.0386	0.0378	0.0374	0.0376
		0.10	Ref(a)	0.1599	0.1540	0.1517	0.1508	0.1515
			Ref(b)	0.1597	0.1526	0.1494	0.1478	0.1487
			Present	0.1597	0.1526	0.1494	0.1478	0.1487
		0.15	Ref(a)	0.3515	0.3407	0.3365	0.3351	0.3362
			Ref(b)	0.3512	0.3369	0.3304	0.3269	0.3286
			Present	0.3513	0.3369	0.3303	0.3270	0.3285
		0.20	Ref(a)	0.6080	0.5932	0.5876	0.5861	0.5879
			Ref(b)	0.6075	0.5857	0.5753	0.5694	0.5722
			Present	0.6076	0.5856	0.5752	0.5692	0.5720
100	0	0.05	Ref(a)	0.0298	0.0258	0.0238	0.0221	0.0210
			Ref(b)	0.0298	0.0255	0.0233	0.0214	0.0204
			Present	0.0298	0.0255	0.0232	0.0214	0.0205
		0.10	Ref(a)	0.1162	0.1012	0.0933	0.0867	0.0821
			Ref(b)	0.1161	0.0999	0.0910	0.0836	0.0795
			Present	0.1162	0.0999	0.0910	0.0837	0.0796
		0.15	Ref(a)	0.2519	0.2204	0.2036	0.1889	0.1775
			Ref(b)	0.2516	0.2173	0.1982	0.1818	0.1716
			Present	0.2517	0.2173	0.1982	0.1818	0.1716
		0.20	Ref(a)	0.4273	0.3758	0.3476	0.3219	0.2999
			Ref(b)	0.4269	0.3702	0.3381	0.3097	0.2901
			ZSDT	0.4272	0.3702	0.3380	0.3096	0.2898
100	100	0.05	Ref(a)	0.0411	0.0395	0.0388	0.0386	0.0388
			Ref(b)	0.0411	0.0392	0.0392	0.0381	0.0384
			Present	0.0411	0.0392	0.0384	0.0381	0.0384
		0.10	Ref(a)	0.1619	0.1563	0.1542	0.1535	0.1543
			Ref(b)	0.1617	0.1549	0.1519	0.1505	0.1515
			Present	0.1617	0.1549	0.1519	0.1505	0.1515
		0.15	Ref(a)	0.3560	0.3460	0.3422	0.3412	0.3427
			Ref(b)	0.3557	0.3421	0.3359	0.3329	0.3349
			Present	0.3558	0.3420	0.3360	0.3327	0.3348
		0.20	Ref(a)	0.6162	0.6026	0.5978	0.5970	0.5993
			Ref(b)	0.6156	0.5950	0.5852	0.5800	0.5834
			Present	0.6156	0.5948	0.5852	0.5800	0.5832

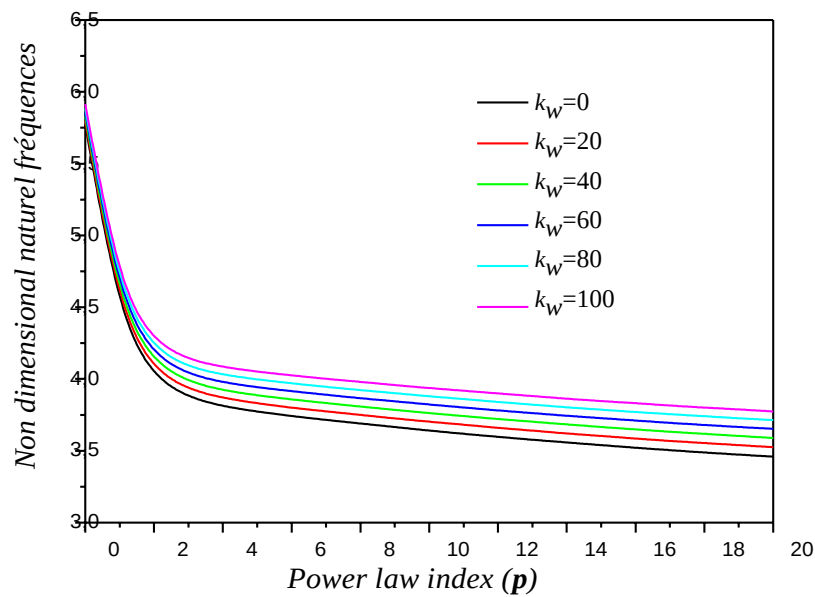


Fig.2 : L'effet du paramètre Winkler (k_W) et l'indice de loi de puissance p sur la fréquence naturelle $\bar{\omega}$ des plaques carrées en Al/Al_2O_3 , ($a/h = 10$).

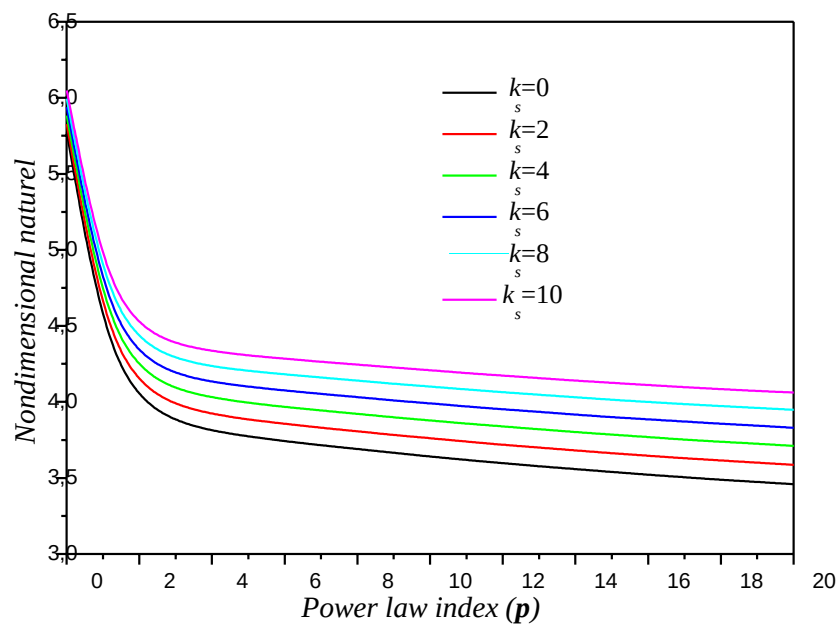


Fig. 3 : L'effet du paramètre Pasternak (k_s) et l'indice de loi de puissance p sur la fréquence naturelle $\bar{\omega}$ des plaques carrées en Al/Al_2O_3 , ($a/h = 10$ et $k_W = 10$)

Références:

- [1] Reddy JN. Analysis of functionally graded plates. International Journal for Numerical Methods in Engineering 2000; 47(1-3): 663-84.
- [2] E. Reissner: «The Effect of Transverse Shear Deformation on the Bending of Elastic Plates». J. Appl. Mech., Volume 12, pages: 69-77, 1945.

- [3] Mindlin, R. D., 1951. Influence of rotary inertia and shear on flexural motion of isotropic elastic plates. *J. Appl. Mech.* 18,31-38.
- [4] Reddy, J.N. (2011), “A general nonlinear third-order theory of functionally graded plates”, *Int. J. Aerosp. Lightweight Struct.*, 1,1–21.
- ., 1,1–21.

Experimental investigation on E-glass/ epoxy cubic specimens' length for a constant strain rate in SHPB test

LARBI GUERAICHE^{1,2,*}, HOCINE OSMANI², MOSTAPHA TARFAOUI^{3,4}

¹Department of Mechanical engineering, University of Jijel, 18000 Jijel, Algeria.

²LMNM/IOMP, University of Setif -1, 19000 Setif, Algeria.

³ENSTA Bretagne, IRDL - UMR CNRS 6027, F-29200 Brest, France.

⁴University of Dayton, Nanomaterials Laboratory, 300 College Park, Dayton, Ohio 45469-0256, USA.

*E-mail : gueraiche.larbi@gmail.com (L. Gueraiche).

Abstract

The split Hopkinson pressure bar (SHPB) is a technique widely used to investigate the dynamic compression properties of materials in the range of 10^2 to 10^4 s⁻¹. A constant strain rate during loading is necessary for accurate stress-strain response. In this paper, we address a novel experimental issue related to the effect of specimen length on strain rate constancy through SHPB compression test on E-glass/epoxy cubic specimens. To determine the convenient length of cubic specimens for compression split Hopkinson bar tests, we performed a series of tests on specimens with a constant section of 13×13 mm² and lengths ranging from 5 to 14 mm driven using maraging high strength steel bars with 20 mm in diameter. The finding results showed that the best substantial constant strain rate during the test was obtained with a specimen length of 13 mm.

Keywords: SHPB technique, Constant strain rate, Cubic specimen, E-glass/epoxy composite.

1. Introduction

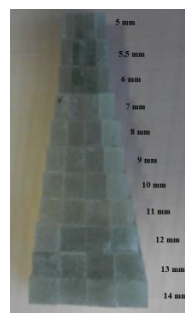
Analytical expressions for determining material properties under high strain rate loading have been developed [1]. Original high strain rate analysis by Kolsky [2] was based on the basic assumptions of ability to describe the stress wave propagation by 1D wave propagation theory, the interfaces remain planes at all times, the specimen inertia and friction effects are negligible, the specimen is not compressible, and the stress equilibrium throughout the specimen as well as constancy of strain rate [3-9]. Several methods are used to achieve constant strain rate during SHPB tests such as pulse-shaping technique, conical (tapered) striker method, and a three-bar technique with a dummy specimen. In this paper, we address a novel experimental issue related to the effect of specimen length on strain rate constancy through SHPB compression test on E-glass/epoxy cubic specimens.

2. Materials and methods

The material of study consists of EPOLAM 2020 resin reinforced with 2400 Tex E-glass unidirectional fibers. The resin was an EPOLAM pre-polymer mixed with EPOLAM 2020 hardener and 2020 accelerator.



(a) Infusion process



(b) specimen lengths

Fig. 1. Manufactured panel by infusion process and series of specimen lengths ranging from 5 to 14 mm.

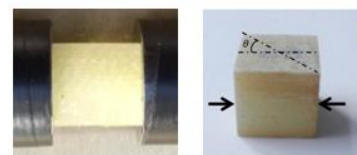


Fig. 2. Specimen fixture system and in-plane compression testing direction.

The reinforcement consists of a UD weave fabric with 90% warp yarns and 10% weft yarns. The specimens $[0^\circ]_{40}$ were cut from a square panel of $500 \times 500 \text{ mm}^2$ which was made by infusion process.

Series of specimens with lengths ranging from 5 to 14 mm were tested under dynamic compression loading using 20 mm in diameter SHPB bars at strain rate of $1350 \pm 50 \text{ s}^{-1}$; Fig. 2. As shown in Fig. 1, four specimens for each length were used to ensure reproducibility of results.

3. Results and discussion

A constant velocity of the striker (V_s) resulted in variation of the speed of initial deformation $\dot{\epsilon}_0$ depending on the length (L). As a first approximation $\dot{\epsilon}_0 = V_s/L$, however to obtain substantially the same initial strain rate (example $1350 \pm 50 \text{ s}^{-1}$), several try and error tests were performed on specimens with different lengths by varying the speed of the projectile. For strains more than 6%, strain rate versus strain curves show that SHPB tests were carried at substantially constant strain rate for specimen lengths of at least 8 mm; i.e. 8,9,10,11,12,13 and 14 mm as depicted in Fig.3. The best substantially constant strain rate during was obtained with a specimen length of 13 mm showing an almost steady tray.

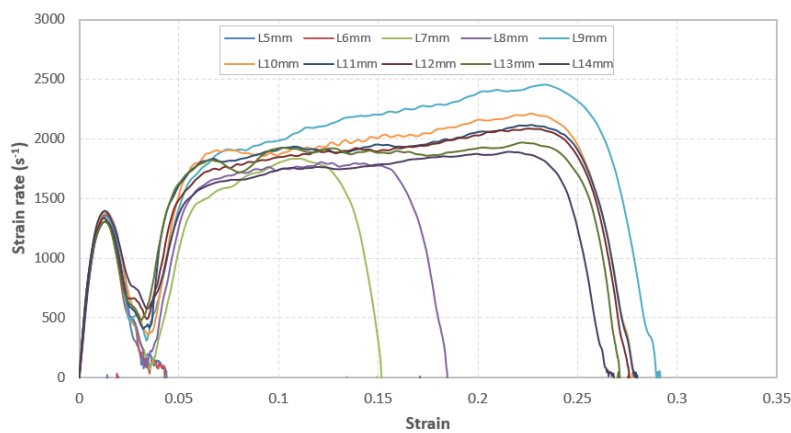


Fig. 3. Variation of strain rate versus strain for specimens with the same section of $13 \times 13 \text{ mm}^2$ and lengths: 5,5,5,6,7,8,9,10,11,12,13 and 14 mm.

4. Conclusions

In this paper, we have addressed a novel experimental issue related to the effect of specimen length on strain rate constancy through SHPB compression test on E-glass/epoxy cubic specimens of constant section $13 \times 13 \text{ mm}^2$. The finding results showed that tests were carried at substantially constant strain rate for lengths of at least 8 mm for strains more than 6% and the best result was obtained for a length of 13 mm.

References

- [1] Gueraiche L, Tarfaoui M, Osmani H, Aboulghit El Malki A. A practical note for SHPB test with new algorithms for delimiting pulses. *Compos Struct.* 2015;126:145-58.
- [2] H K. An Investigation of the Mechanical Properties of Materials at very High Rates of Loading. *Proc Phys Soc B.* 1949;62:676–700.
- [3] Gray III GR. Classic Split-Hopkinson Pressure Bar Testing. *ASM handbook 8:mechanical testing and evaluation.* 2000;p.462-76.
- [4] Bekker A, Cloete T, Chinsamy-Turan A, Nurick G, Kok S. Constant strain rate compression of bovine cortical bone on the split-Hopkinson pressure bar. *Materials Science and Engineering: C.* 2015;46:443-9.
- [5] Pan Y, Chen W, Song B. Upper limit of constant strain rates in a split Hopkinson pressure bar experiment with elastic specimens. *Experimental Mechanics.* 2005;45(5):440-6.
- [6] Panowicz R, Janiszewski J, Kochanowski K. Numerical and experimental studies of a conical striker application for the achievement of a true and nominal constant strain rate in SHPB tests. *Experimental Mechanics.* 2018;58(8):1325-30.
- [7] Sofuoglu H. A new technique used in obtaining true stress-true strain curves for constant strain-rates. *Experimental Techniques.* 2003;27(2):35-7.
- [8] Vecchio KS, Jiang F. Improved pulse shaping to achieve constant strain rate and stress equilibrium in split-Hopkinson pressure bar testing. *Metallurgical and materials transactions A.* 2007;38(11):2655-65.

[9] Zou H, Yin W, Cai C, Yang Z, Li Y, He X. Numerical Investigation on the Necessity of a Constant Strain Rate Condition According to Material's Dynamic Response Behavior in the SHPB Test. *Experimental Mechanics*. 2019;59(4):427-37.

Deposition times influence on properties of 8 wt% Fluorine – doped Tin Oxide thin films deposited by spray pyrolysis

NOUBEIL GUERMAT¹, WARDA DARANFED²

¹Laboratoire d'Analyse des Signaux et Systèmes (LASS), Faculté de Technologie, Université Mohamed Boudiaf de M'sila

²Laboratory of Thin films and Interface, Exact Faculty of Science, University of Constantine 1
Email : noubeil.guermat@univ-msila.dz

Abstract

SnO_2 -F thin films were prepared by spray pyrolysis technique at substrate temperature of 400 °C. A stannous chloride solution ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) was used as precursor and ammonium fluoride (NH_4F) as dopant with 8% [F]/[Sn] ratio. The effects of deposition times (5, 7, 9 and 11 minutes) on the structural, optical, electrical and morphological properties of SnO_2 :8%F thin films were studied. X-ray diffraction (XRD) shows that the pure SnO_2 and fluoride doped films are polycrystalline with a tetragonal crystalline structure. The films deposited showed 53-82% of transparency in the visible region depending on the time of deposition. The optical transmittance was 82% obtained from FTO glass subjected to a 5 minute deposited time at deposition temperature of 400 °C. In addition, E_g measured are varied between 3.83 to 3.53 eV for different deposition times. This diminution in values of optical gap is related to the carrier density reduction and/or crystallites size variation. The films deposited by FTO have the highest electrical resistivity for the spray technique which varies between 10^{-3} to $4 \Omega / \text{cm}$. The obtained results indicated that the structures, optical and electrical properties of the films were affected by the time deposition

Key word : FTO, Thin films, DRX, Electrical resistivity

Results

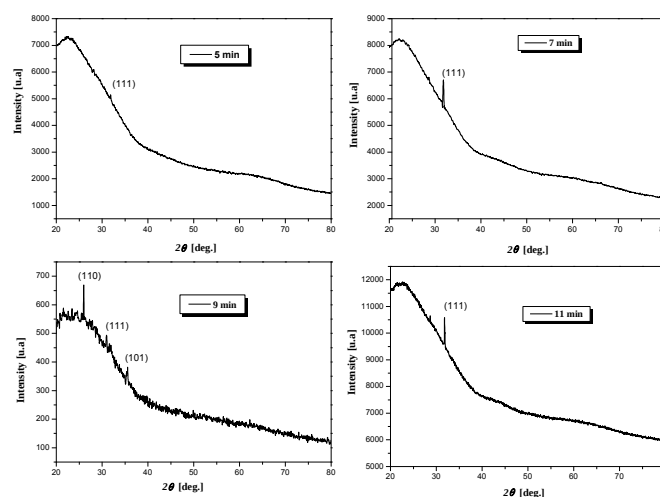


Figure 1: The XRD patterns for the SnO_2 doped 8% F sample with various deposition times.

The XRD patterns for the SnO_2 doped 8% F sample with various deposition times (5 min, 7 min, 9 min and 11 min) prepared at constant substrate temperature 400 °C. are shown in Figure 1. From Figure III.2a, there is the presence of a peak located at $2\theta = 31.69^\circ$ according to the ASTM files (JCPDS 50-1429), the layers are crystalline with a cubic structure due to the existence of the more intense peak relative to the orientation (111) for all deposited films [1]. Moreover, for a deposition time equal to 9 min, we notice the

presence of three peaks located around 26.27° , 31.39° and 35.63° corresponding to the directions (110), (111) and (101), respectively. The most intense peak (110) corresponds to the tetragonal structure [2]. With the growth of deposition time (11 min), the return of the presence of the peak (111) of the cubic structure, it can be concluded that, the deposition time changes the structure of SnO_2 films.

Optical transmission for the $\text{SnO}_2/8\% \text{ F}$ thin films were measured in a wavelength ranged from 300 to 800 nm is show in Figure 2. The highest optical transmittance of $\sim 80\%$ was obtained by the FTO glass at the deposition time equal to 7 minutes, while at 9 and 11 minutes the optical transmittance decreased to 78% and 68%, respectively. This behavior is related to the increased thickness of the elaborate films which varies between 201 of 904 nm.

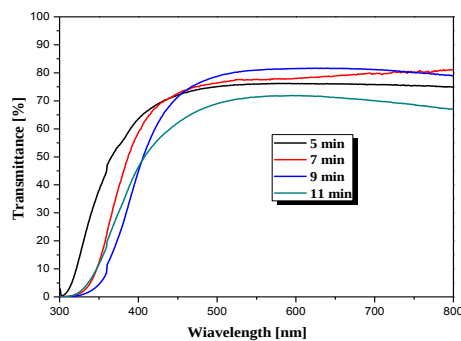


Figure 2: Optical transmission T of $\text{SnO}_2/8\% \text{ F}$ thin films at different deposition times.

E_g measured are varied between 3.83 to 3.53 eV for different deposition times, which is similar to the values found in the literature [1]. In addition, this diminution in values of optical gap (3.83 eV to 3.53 eV) is related to the carrier density reduction and/or grain size variation [3]. Moreover, this decrease can be explained by the introduction of the donor levels in the forbidden band of tin oxide by the fluorine consequence of an effective doping. The films obtained are doped with fluorine. The mode of incorporation of fluorine is similar to that of chlorine, but since the ionic radius of fluoride F^- is smaller ($1.33\text{\AA}$) than that of chlorine, fluorine is better substituted for O^{2-} ions causing much more impurities and fewer structural defects. Consequently, the mobility of the carriers in these films is greater than those obtained by chlorine doping obtained from the solution containing only the precursor of tin.

Note that the resistivity increases with the increase of the deposit times. The change in resistivity is attributed to the change in the carrier concentration and / or mobility. These parameters are directly related to the film structure. The grains of our films are relatively distributed on the surface and their growth is along the dense plane of the structure, which causes a minimum of carriers density and / or increase of electron traps with the increase in film thickness

References

- [1] Warda DARANFED, Kamel MIROUH, Noubel GUERMAT, Mehdi KHALFALLAH: Effect of film thickness on the structural and optical properties of SnO_2 thin films prepared by ultrasonic spray pyrolysis. IEEE Xplore Publication ISBN #978-1-7281-0112-5, pp. 01-04, 2019.
- [2] S.A. Yousaf AND S. Ali: The effect of fluorine doping on optoelectronic properties of tin-dioxide (F: SnO_2) thin films. Coden JNSMAC, Vol. 48, pp. 43-50, 2009.
- [3] Achour Rahal, Said Benramache and Boubaker Benhaoua: The effect of the film thickness and doping content of $\text{SnO}_2\text{:F}$ thin films prepared by the ultrasonic spray method. Journal of Semiconductors, Vol. 34, pp. 1-5, 2013.

Superficial mechanical characterization of magnesium aluminate spinel (MgAl_2O_4) fabricated by Spark Plasma Sintering

HOGGAS KHADIDJA^{1,3}, BENAÏSSA SALIM², HAMIDOUCHE MOHAMED^{1,3}, FANTOZZI GILBERT⁴

¹ Research Unit of Emerging Materials, Ferhat Abbas University of Setif1, Algeria

² Optical Research and Photonics Unit, CDTA, Ferhat Abbas University of Setif1, Algeria

³ Optics and Precision Mechanics Institute, Ferhat Abbas University of Setif1, Algeria

⁴ MATEIS Laboratory, INSA Lyon, France

Khadija.hoggas@yahoo.com

Abstract

Transparent polycrystalline ceramics offers various advantages over single crystals, such as cost-effectiveness, the possibility for large-scale production, shape control, and improved mechanical properties. In recent decades, polycrystalline magnesium aluminate (MgAl_2O_4) spinel has received considerable attention from academic, civil, military, and industrial sectors because of its combination of several important properties. These include high transparency over a wide range of wavelengths (0.2–5.5 μm), relatively low density (3.58 g.cm^{-3}), high hardness (16–20 GPa), high strength (150–315 MPa) and high melting point (2135 °C). These properties make spinel a promising material for optical engineering applications, such as for transparent windows, domes, and armors. In addition, it can be elaborated by various processes such as sintering under load (hot pressing HP, Hot isostatic pressing HIP, Spark plasma Sintering SPS) or without external charge (microwave sintering, natural sintering). Recently, it has been proven that spark plasma sintering (SPS) is an alternative technique for the fabrication of fine grains transparent spinel. Here, the fabrication of transparent spinel by the SPS, the influence of sintering parameters on microstructure evolution during densification, and their effects on the mechanical properties of the material are present.

In this work, we optimized the flash sintering conditions of a transparent nano-structured spinel. For this purpose, we have prepared MgAl_2O_4 spinel samples, based on two types of pure commercial nano-powders by Baikowski (S25CRX 14 and S25CRX12). The powders were consolidated using a spark plasma sintering at the different temperatures machine (FCT System HPD25, Germany) to obtain dense disks. The desired quantity of powder (3.5 g) was placed in a graphite die having a 20 mm inner diameter. The specimen were sintered at $T = 1300\text{ °C}$, 1350 °C and 1400 °C under a pressure of 73 MPa.

Before being characterized, the faces of the samples obtained are carefully polished to eliminate the irregularities of the surfaces. The samples were controlled by atomic force microscopy (AFM) and the roughness was measured. The samples were micro-structural studies by the use of an atomic force microscope and the results are present in Figure 1. The image of the AFM shows that spinel S25CRX 12 has a fine microstructure compared to spinel S25CRX 14, in the same scanning zone (25,2 μm^2).

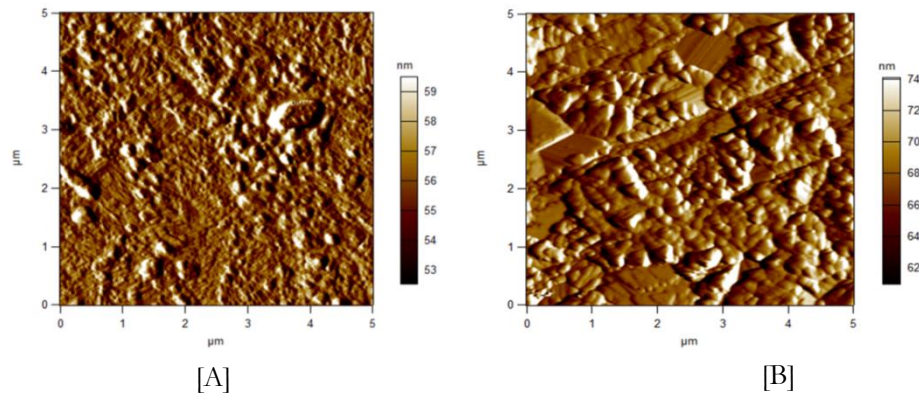


Figure .1: 2D images obtained by AFM spinel samples (A: S25CRX 12, B: S25CRX14) sintered at 1350 ° C

Then, the samples are subjected to mechanical characterizations. We followed the evolution of the Vickers hardness and the elastic modulus. Due to their high density and fine grain size, samples of S25CRX 12 sintered at 1350 °C exhibit an excellent mechanical property such as Vickers micro-hardness ($H_v=18\text{GPa}$), elastic modulus ($E=279\text{ MPa}$). We illustrate the calculation of elastic modulus results in Figure 2 as a function of the sintering temperature. We observe that the elastic modulus increases with increasing sintering temperature.

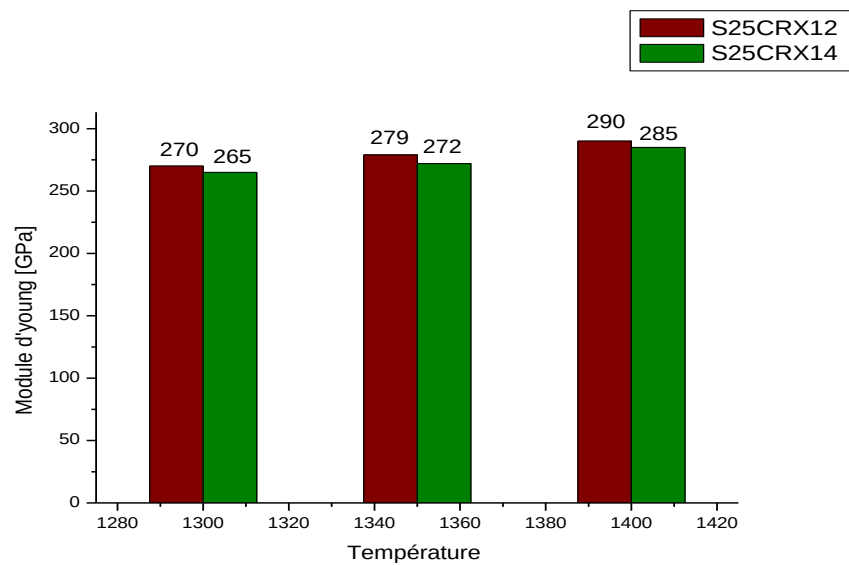


Figure.2: Evolution of elastic modulus as a function of sintering temperature for the two spinels (S25CRX 12 and S25CRX 14).

Caractérisation et modélisation OOF2 du comportement mécanique des revêtements composites

LEILA KERDJA, YAZID FIZI

Laboratoire de Mécanique de Précision Appliquée LMPA,
Université Ferhat Abbas UFAS1, Sétif 19000, Algérie Email:
kerdjaleila1@gmail.com.

Résumé

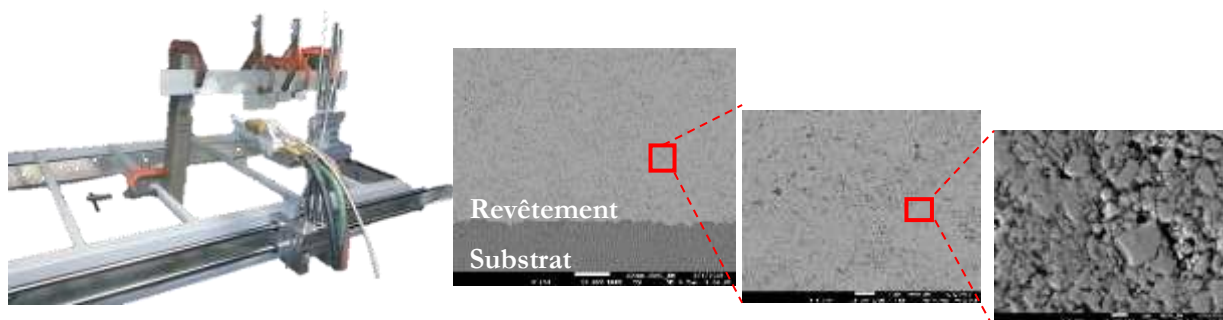
La projection supersonique HVOF (High Velocity Oxy-Fuel) utilise le principe des moteurs de fusée pour créer une flamme avec une vitesse d'éjection des gaz très rapide ($1600 < v \text{ (m/s)} < 2000$) [1]. Si la projection HVOF se caractérise par une grande énergie cinétique, la température des particules en vol est relativement modeste. La transformation de l'énergie cinétique des particules à l'impact provoque leur déformation plastique et induit une bonne adhérence du matériau projeté. Cette technique se distingue par un meilleur accrochage des particules sur le substrat et une faible porosité des dépôts [1]. Les températures employées permettent ainsi de réduire la décarburation des carbures dans des matrices métalliques et l'oxydation pour les métaux. Ce qui explique que les dépôts réalisés présentent d'excellentes propriétés mécaniques : une grande densité qui protège les dépôts de la fissuration [2,3], une forte adhérence et une très bonne résistance à l'usure, ainsi qu'à la corrosion [4].

Dans cette étude, notre objectif était de montrer qu'à partir des micrographies obtenues par microscopie électronique (MEB) il est possible d'examiner le comportement élastique d'un revêtement. Ceci est des revêtements composites de WC-10Co4Cr réalisé par projection HVOF.

Mots clés : HVOF, Modélisation OOF2, nano-indentation, Comportement élastique

Résultats

La micrographie obtenue par l'observation de l'échantillon par microscope électronique à balayage montre que les revêtements ont une morphologie dense (figure 1). Le revêtement montre une bonne adhérence, ceci peut justifier par l'absence des défauts au niveau de l'interface dépôt-substrat. Le dépôt se constitue d'une matrice CoCr avec l'inclusion des particules non fondues de WC.



Système de projection supersonique HVOF

Fig 1 : Interface et coupe polie d'un dépôt de WC-10Co4Cr réalisé par HVOF

Les valeurs de dureté des dépôts sont plus élevées lorsqu'elles sont mesurées sur la phase WC du revêtement plutôt que sur la matrice (CoCr). La profondeur de pénétration résiduelle, notée h_r indique la capacité des dépôts à accumuler de la déformation plastique pour une charge de 300 mN. La figure (2) montre deux courbes charge-déplacement obtenues sur les carbures de tungstène et sur la matrice CoCr.

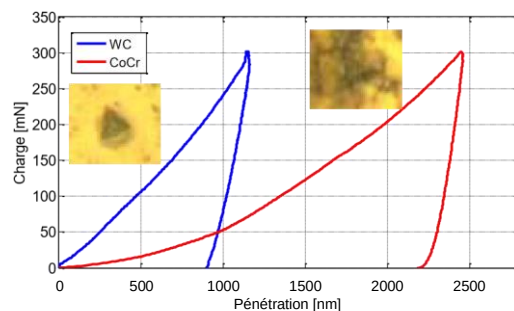


Fig 2: Courbes d'indentation obtenues sur un dépôt composite avec la pointe Berkovich

Détermination des paramètres élastique avec la modélisation OOF2 Concernant le maillage, des éléments mixtes quadrilatères à 4 nœuds et triangles à 3 nœuds ont été construits. Tous les constituants microstructuraux ont été considérés comme des matériaux isotropes et purement élastiques, avec des propriétés obtenues par le test de nano-indentation.

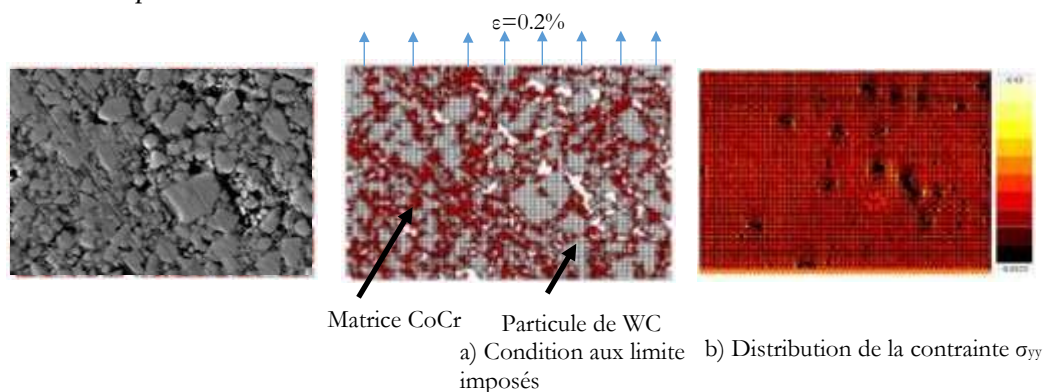


Fig 3: Simulation d'un essai de traction uni-axiale (OOF2) sur un revêtement WC-10Co4Cr

Comparaison des modélisations numériques sous OOF2 et sous l'ABAQUS®

Comme nous l'avons signalé, la contrainte de rupture calculée avec OOF2 est atteinte son amplitude maximale à la valeur de 430 MPa. Par contre la simulation élément finis avec l'utilisation de code de calcul ABAQUS® montre que cette contrainte est égale à 492.2 MPa.

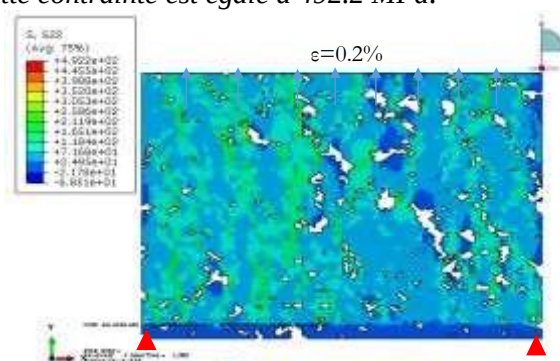


Fig 4: Distributions des contraintes de rupture pour le test de traction uni-axiale

Références

- [1] L. Pawlowski, The Science and Engineering of Thermal Spray Coatings, 2nd Edition, John Wiley & Sons Ltd. (2008)

- [2] F. Rastegar, D.E. Richardson, Alternative to chrome: HVOF cermet coatings for high horse power diesel engines, *Surface and Coatings Technology* 90 (1997) 156-163
- [3] M.P. Nascimento, R.C. Souza, I.M. Miguel, W.L. Pigatin, H.J.C. Voorwald, Effects of tungsten carbide thermal spray coating by HP/HVOF and hard chromium electroplating on AISI 4340 high strength steel, *Surface and Coatings Technology* 138 (2001) 113-124.
- [4] B. Wielage, A. Wank, H. Pokhmurska, T. Grund, C. Rupprecht, G. Reisel, E. Friesen, Development and trends in HVOF spraying technology, *Surface and Coatings Technology* 201 (2006) 2032-2037

Applied the polarized light backscattering measurements for characterizing Alpha Alumina ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)

KERMA EL-YAZID¹, AYADI KHALED², CHORFI HICHEM³.

¹Laboratory of Applied Optics, institute of optics and precision of mechanics, Ferhat Abbas University, Sétif-1-, 19000, Algeria.

Email: yazidkerma2016@gmail.com

Abstract

In this letter, we propose an optical technique to characterize Alpha Alumina ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) based on the light scattering from the polarized intensities measurements. Specifically, we fixed the incident direction of 30° and received the signal measured by a focusing onto a CCD capture in the backward direction scanning with a 1° step of scattering angle. In our study, we chose two samples of Alpha Alumina ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) with different particle sizes that have been compared with microscopic measurements. The obtained results using an experimental setup described below and the Mie calculation are in agreement with the results of the microscope. The same technique makes possible, by varying the polarization state, to obtain information about morphology and average particle sizes.

Key word: Forward light scattering, Mie theory, Polarized light backscattering measurements, Particle characterization.

Experimental study

We employed Mie scattering theory for studying light scattering by grains of Alpha Alumina ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), because the size of Alpha Alumina grains are bigger than wave length. In addition, grains of Alpha Alumina are almost spherical, those condition are among of Mie theory conditions.

Two samples of Alpha Alumina ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) were recovered from Non-Materials laboratory, Institute of Optics and Precision Mechanics, Ferhat Abbas University, Sétif, Algeria.

Sample 1: the average size of particle is $67\mu\text{m}$.

Sample 2: the average size of particle is $15\mu\text{m}$.

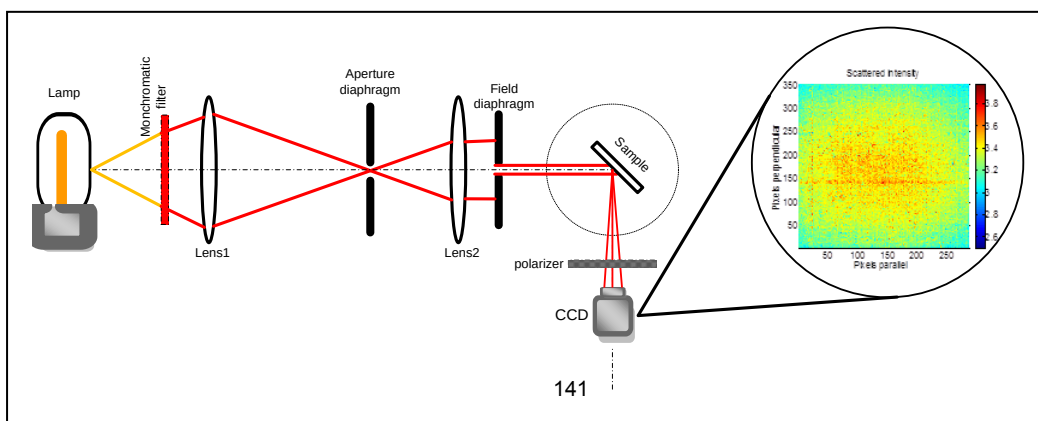


Figure.1 Schematic of experimental measurement setup.

Results

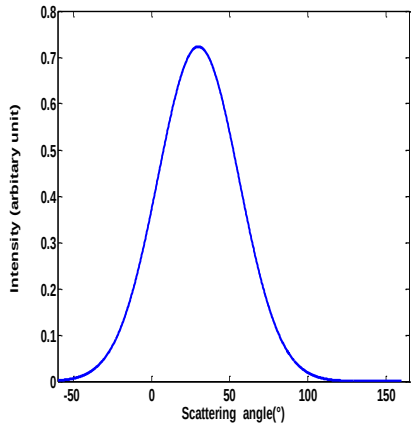
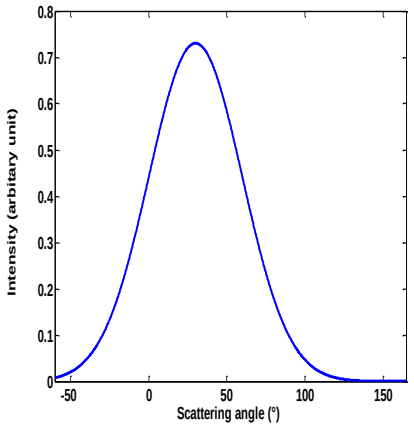
Angles of incidence (α)	Parallel reflected (P)	Perpendicular reflected (S)
30°		

Table 1 Curves of the polarized light backscattering in three incidence 30°, and two polarization states of sample 1 at wavelength (688 nm).

References:

- 1] Aleksander Y.Bekshaev, Konstantin Y.Bliokh and Franco Nori Optics Express **21** 7083 (2013)
- [2] Tan Qu, Zhen-Sen Wu, Qing-Chao Shang and Zheng-Jun Li Journal of the Optical of America A **33** 475 (2016)
- [3] Grégory David, Benjamin Thomas, Elodie Coillet, Alain Miffre, and Patrick Rairoux Optics Express **21** 18624 (2013)
- [4] Antonio Parretta Journal of Optics A: Pure and applied optics **5** 284 (2003)
- [5] Sven Schroder, Alexander von Finck and Angela Duparré Adv.Opt.Techn **4(5-6)** 361 (2015)
- [6] Cheng-Yang Liu and Shih-Hsuan Lin Optik **127** 2346 (2016)
- [7] Karri Muinonen et al Journal of Quantitave Spectroscopy& Radiative Transfer **112** 2193 (2011)
- [8] Vhreadmirkuzmin and Igor Meglinski Proc.of SPIE **7573** 7530z-1(2010)
- [9] JiangfengLuan, Changgui Lu and Yiping Cui Journal of Modern Optics **57** 1640 (2010)
- [10] Mikhail V. Rybin et al Optics Express **21** p 30107 (2013)
- [11] Yasushi Sakurada and Takashi Nakamura Optical Society of America and SPIE **4588** 490(2002)

À propos de l'influence de la température sur les propriétés mécaniques des fibres d'Alfa

MOKHTAR KHALDI^{1*}, MOHAMED MOKHTAR BOUZIANE¹, ALEXANDRE VIVET², HABIBA BOUGHERARA³

¹ Department of Mechanical Engineering, Mustapha Stambouli University of Mascara, Algeria.

² CIMAP, F-14032 Caen; CNRS, UMR 6252, CEA, Ensicaen, Normandy University, France.

³ Department of Mechanical and Industrial Engineering, Ryerson University, Toronto, ON M5B 2K3, Canada.

Correspondence to: Mokhtar Khaldi (E-mail: mokhtar.khaldi@univ-mascara.dz)

Abstract

La connaissance des propriétés mécaniques des constituants des bio-composites, en particulier des fibres végétales, présente un grand intérêt pour la compréhension des mécanismes de renforcement. Le but de ce travail est d'étudier le comportement mécanique de fibres élémentaires issues de la plante d'alfa, très abondante dans notre pays, ayant subi un cycle thermique à différentes durées. Les résultats obtenus de la caractérisation expérimentale des propriétés mécaniques associées pour ces fibres ont démontrés que l'exposition de ces fibres à une température de 180 °C durant 2 heures entraine une dégradation du module de Young de l'ordre de 43 % et une diminution de la résistance de 27 %.

Key words: fibre végétale d'alfa, caractérisation mécanique, cycle thermique.

Résultats

Quatre lots de fibres élémentaires d'alfa, exposés à une température de 180°C pendant des durées de 15, 30, 60 et 120 min, puis testés en traction quasi-statique sous environnement ambiant et contrôlé en température et humidité ($T = 23 \pm 1^\circ\text{C}$; $\text{HR} = 48\%$). Pour chaque lot, 50 fibres ont été testées avec une longueur de jauge de 10 mm. La fibre montée sur un cadre en papier est pincée par des mors eux même fixés dans les mors de la machine d'essai. Le cadre en papier est découpé en son milieu avant le lancement de l'essai. Les éprouvettes qui se sont rompues au niveau des extrémités ne sont pas prises en compte.

Les résultats, illustrés dans la figure 1, montrent une forte diminution des propriétés mécaniques en fonction du temps d'exposition à la température de 180 °C. Pour le module de Young, une chute significative de 28.43 GPa à 19.2 GPa est observée dès les premiers temps d'exposition. Une exposition prolongée à cette température ne semble pas entraîner une évolution significative du module de Young. Il se stabilise au alentour de 16,2 GPa, après deux heures de maintien à 180 °C. Pour la résistance à la rupture des fibres, la chute est également remarquable et la diminution est proportionnelle au temps d'exposition à cette température, elle est de l'ordre de 30 %. Van de Veld et al [5] ont trouvé que l'exposition des fibres de lin à une température de 180 °C durant 2 heures entraine une diminution de la résistance comprise entre 32% à 36% et une diminution de la déformation de 40% et 56%.

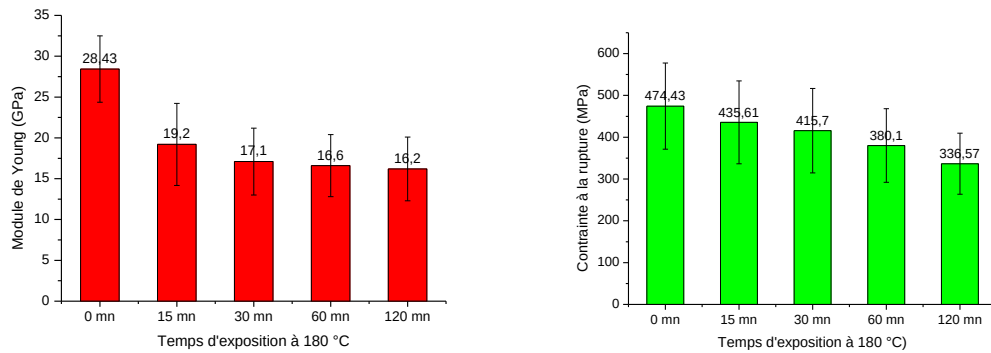


Figure 4 : Propriétés mécaniques en traction quasi-statique sous l'effet de la température.

Conclusion

Le présent travail nous a permis d'apporter des éléments de compréhension sur le comportement des fibres élémentaires d'alfa. Les résultats trouvés permettent de décrire quantitativement les effets de la température sur la dégradation des propriétés mécaniques en traction. L'influence de l'environnement sur la dégradation du module de Young est de l'ordre de 43 %. Une exposition des fibres d'alfa à une température de 180 °C durant 2 heures entraîne une diminution de la résistance de 27 %.

Références

- [1] Bledzki A.K, Gassan J, (1999), Composites reinforced with cellulose based fibres, Review, Progress in Polymer Science, Vol. 24, Issue 2, pp. 221-274.
- [2] M Khaldi, A Vivet, C Poilâne, Bessem Ben Doudou, J Chen, A Bourmaud, Z Sereir. Etude en rupture d'un composite à fibres végétales d'Alfa. Conférence Matériaux 2014 - Colloque Ecomatériau, 20-24 Nov 2014, Montpellier, France. Collection ECOMATERIAU, 2014. <hal-01141555>.
- [3] Joshia S.V., L.T. Drzalb, A.K. Mohanty, S. Arora, Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites?; Composites: Part A 35, 371- 376, 2004.
- [4] Khaldi M, Vivet A, Bourmaud A, Sereir Z, Kada B, Damage analysis of composites reinforced with alfa fibers: Viscoelastic behavior and debonding at the fiber/ matrix interface. J. Appl. Polym. Sci. 2016, 133, 43760.
- [5] Van de Veld K., Baetens E. Thermal and mechanical properties of flax fibers as potential composite reinforcement. Macromolecular Materials Engineering. 286. 342-349. 2001.

Analyse expérimentale de l'influence de l'Humidité relative sur les propriétés mécaniques des fibres élémentaires d'Alfa

MOKHTAR KHALDI^{1*}, MOHAMED MOKHTAR BOUZIANE¹, ALEXANDRE VIVET², HABIBA BOUGHERARA³

¹ Department of Mechanical Engineering, Mustapha Stambouli University of Mascara, Algeria.

² CIMAP, F-14032 Caen; CNRS, UMR 6252, CEA, Ensicaen, Normandy University, France.

³ Department of Mechanical and Industrial Engineering, Ryerson University, Toronto, ON M5B 2K3, Canada.

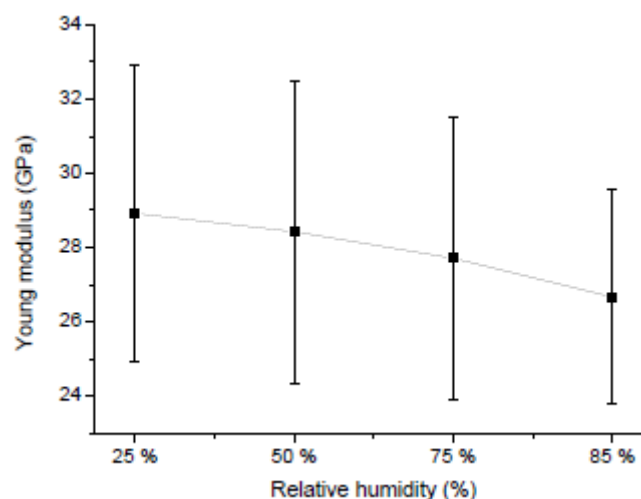
Correspondence to: Mokhtar Khaldi (E-mail: mokhtar.khaldi@univ-mascara.dz)

Abstract

En science et technologie des matériaux, les composites à base de fibres naturelles représentent un domaine de recherche émergent. Aujourd'hui, les matériaux composites légers à base de fibres naturelles semblent constituer le premier choix pour de nombreuses applications d'ingénierie, en raison de leurs bonnes caractéristiques mécaniques, de leur faible coût et de leur capacité de recyclage. Afin d'accélérer leur adoption par l'ensemble du secteur, il est essentiel d'évaluer leur comportement et leur durabilité dans des environnements humides. Cet article vise à étudier l'impact de l'humidité relative sur les propriétés mécaniques longitudinales et transversales des fibres lignocellulosiques extraites de plantes d'alfa (stipa tenacissima L), très abondantes en Algérie.

Mots clés: propriétés mécaniques, alfa, environnement humide, durabilité.

Résultats



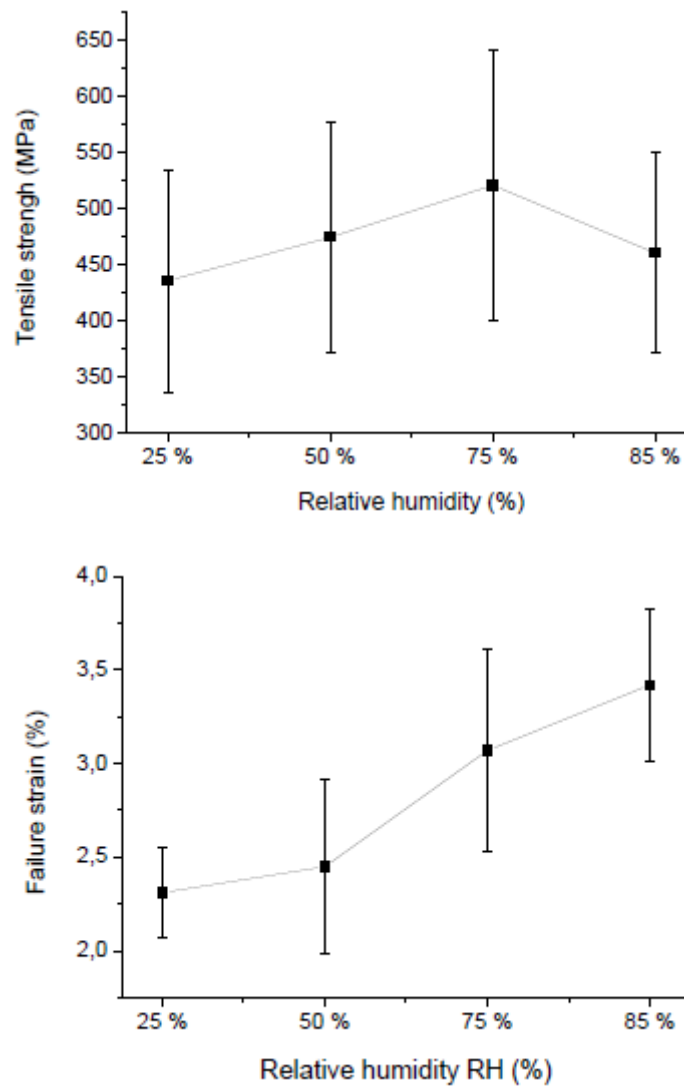


Figure 4: Effect of relative humidity on the tensile properties of alfa fiber

Conclusion

Dans cet article, nous avons étudié l'effet du vieillissement en humidité sur le comportement mécanique des fibres d'alfa à l'aide des tests de traction. Comme on pouvait s'y attendre, le vieillissement de l'environnement provoque une dégradation notable de leur module d'élasticité et une amélioration de leur déformation à la rupture.

Références :

- [1] D. B. Dittenber and H. V. GangaRao. Critical review of recent publications on use of natural composites in infrastructure. *Composites Part A : Applied Science and Manufacturing*, 43(8) :1419 – 1429, 2012.
- [2] K. Pickering, M. A. Efendy, and T. Le. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 83: 98 – 112, 2016.
- [3] M. P. Dicker, P. F. Duckworth, A. B. Baker, G. Francois, M. K. Hazzard, and P. M. Weaver. Green composites: A review of material attributes and complementary applications. *Composites Part A : Applied Science and Manufacturing*, 56 :280 – 289, 2014.

The reaction between alumina and Algerian natural phosphate

D. KHERIFI¹, H. BELHOUCHE¹, S. DJOUALLAH², A. KENZOUR^{2,3}

¹ Physics Department, Faculty of Sciences, University Mohamed Boudiaf of M'sila, 28000 M'sila, Algeria.

² Optics and Precision Mechanics Institute, University of Ferhat Abbas Setif 1, 19000 Setif, Algeria.

³ Research Center in Industrial Technologies CRTIP. O. Box 64, Cheraga, 16014 Algiers, Algeria.

Email : djelel.kherifi@univ-msila.dz

Abstract

In this work, composite materials were prepared using natural phosphate (Fluoroapatite) and Alumina. The mixtures were milled by attrition milling for 1h and then pressed in cylindrical form. Finally, the samples' compacts were sintered between 1000 and 1600°C for 2 h. Reactions and phase transformations of the powder sintering were studied by X-ray diffraction, density, and open porosity, hardness and SEM analysis. From the X-ray patterns, we put in evidence the formation of some composites such as: fluoroapatite-alumina in the low temperature and α -TCP-hibonite in the high temperature. The open porosity is decreased while the bulk density increases relatively with the increase of the sintering temperature. The correlation between morphological and mechanical properties is confirmed by Vickers hardness values, SEM imaging, and qualitative analysis using XRD.

Key-words: Composites, Natural phosphate, Fluoroapatite, Sintering.

Results

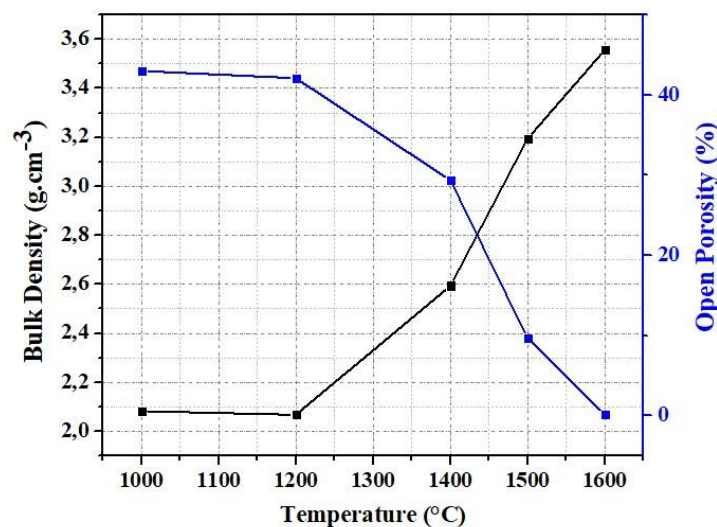


Fig.1. Bulk density and open porosity of the samples sintered at different temperatures.

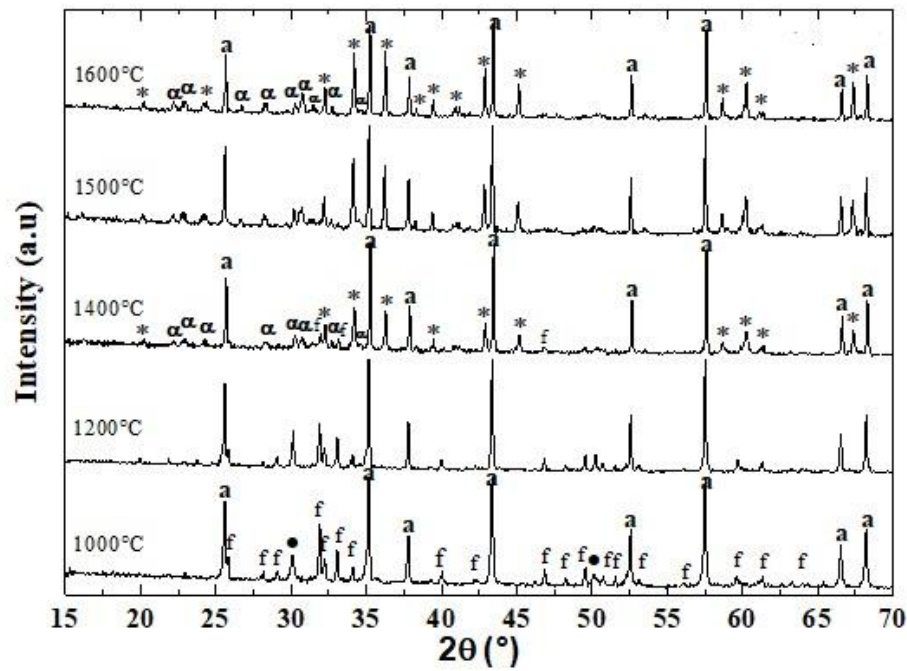


Fig. 2. X-ray diffraction spectrum of sintered alumina-fluoroapatite compounds at different temperatures (F: Fluoroapatite, a: Alumina, •: Calcium Aluminate, *: Hibonite (CA_6), α : α -TCP)).

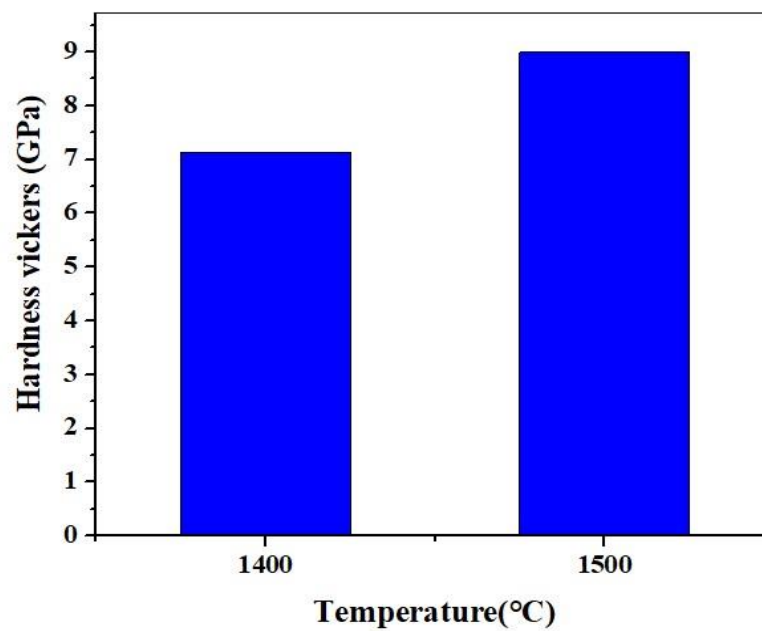


Fig. 3: Vickers hardness values for alumina-fluoroapatite compounds sintered at 1400 and 1500°C.

The kinetics parameters of cordierite materials synthesized using sol-gel process

SMAIL LAMARA^{1,2}, FOUDIL SAHNOUNE^{2,3}, DJAIDA REDAOUI^{1,2}, NOUARI SAHEB⁴

¹University of M'sila, Physics and Chemistry of Materials Lab, Department of Physics, 28000, M'sila, Algeria

²University of M'sila, Department of Physics, 28000, M'sila, Algeria

³University Ferhat Abbas of Setif 01, Research Unit on Emerging Materials (RUEM), 19000, Setif, Algeria

⁴Department of Mechanical Engineering, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dahrhan, Saudi Arabia

Email : lamaraismail@yahoo.com

Abstract: Cordierite ($\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$) formation via sol-gel route using Tetraethyl orthosilicate TEOS, Aluminum nitrate nonahydrate $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, and Magnesium nitrate hexahydrate $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ as starting materials was studied by means of high-temperature by heating from room temperature up to 1350 °C. Differential thermal analysis (DTA) technique, under non-isothermal conditions is the appropriate for studying high-temperature reaction kinetics. The activation energies and kinetics parameters of cordierite formation measured by both isothermal (Johnson–Mehl–Avrami (JMA) theory using Ligerio method) and non-isothermal (Ozawa, Boswell and Kissinger methods) treatments. The growth morphology parameters n (Avrami parameter which indicates the crystallization mode) and m (a numerical factor which depends on the dimensionality of crystal growth) were also determined. Powders obtained were characterized using high temperature x-ray powder diffraction (XRD), and Scanning electron microscopy (SEM).

Keywords: Cordierite, Differential thermal analysis, Activation energy, Kinetic parameters.

Synthesis of anti-reflective silica thin films for optic application

Hind LAOUAMRI

Laboratory of Non Metallic Materials,
Institute of Optics and Precision Mechanics University Setif 1, 19000 – Algeria
hlaouamri@gmail.com

Abstract

Improved optical performance has been progressively prerequisite for wide-ranging applications such as flat panel displays, optoelectronic devices or solar cells [1]. To respond to these requirements, developing antireflective coatings with self-cleaning properties is of a great importance, for both their fundamental aspects and wide practical applications [2]. The antireflection property can be achieved by satisfying the low refractive index condition. The most materials used as AR coatings are dielectric materials such as; Silica, Titania and Alumina. Although silica is the most ideal material due to its low refractive index, good durability and environmental resistance [3]. Several methods can be used to prepare the AR coatings, such as sputtering process, physical vapour deposition and sol gel technique [4]. Among this various methods the sol-gel dip coating technology is the most used for producing the AR layers. Obtaining maximum light transmission makes it necessary to use a highly porous material [5]. The porous structure of the film can be obtained by using a colloidal solution, or by adding porogen material to the sol gel solution [6], or by using specially designed building blocks [7]. In this work, the influence of the addition of polyethylene glycol (PEG), on the optical properties of silica coatings prepared by sol gel method is investigated.

Keywords: Antireflective, Silica thin films, sol-gel, optical transmission

Results

To study the antireflective effect of silica deposited films, the transmittance of the coated glasses was measured. Fig. 1 shows the optical transmission of the different samples with different content of PEG.

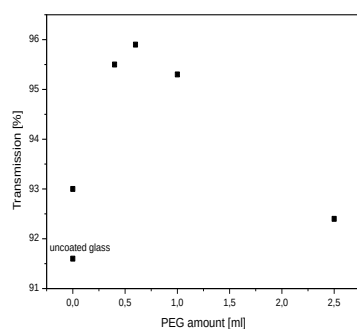


Fig. 1 Transmittance of the coated glasses versus the PEG amount.

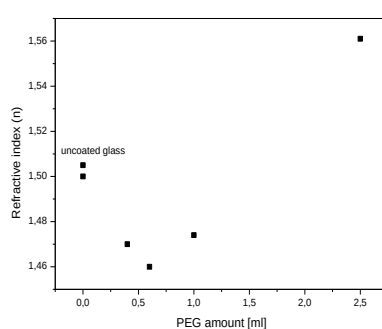


Fig. 2 Refractive index of SiO_2 films as a function of PEG amount.

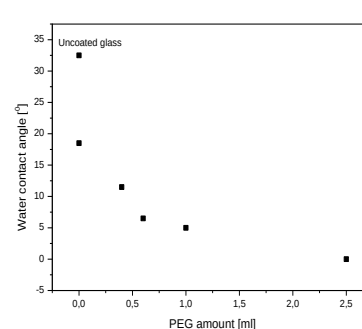


Fig. 4 Water contact angle of SiO_2 films as a function of PEG amount.

As shown in the figure, the transmittance of the coated glasses is clearly higher than the as received glass, which has an optical transmittance of 91.6%. The silica films with no additive produces a slight increase of transmittance. While the optical transmission improves with the polyethylene glycol additive content, reaching 96% for 0.6 PEG concentrations, that is a 4.4% increase with respect to the uncoated glass. Beyond this, the transmission decrease to 92% for the content of 2.5 PEG. This decrease is may be due to the large pores causing multiple reflections of incident lights in the hollow of silica nano particles [8].

Fig. 2 shows the evolution of the refractive index of the SiO_2 layers with different content of PEG. We note a decrease in values of the refractive index of silica films, with the increase in the amount of polymer added to the sol gel solution, until the value 0.6 PEG; wich justifies the increasement of the transmission of coated glasses. In fact, during the heat treatment, the compound added to the silica sol gel, is removed, generating pores inside the silica films. This leads to a lower refractive index of the SiO_2 layers. After that, there is an increase in the value of the refractive index.

Fig.3 shows the surface morphology of silica layer deposited on soda lime glass, with (a) 0.6, and (b) 1 PEG additions.

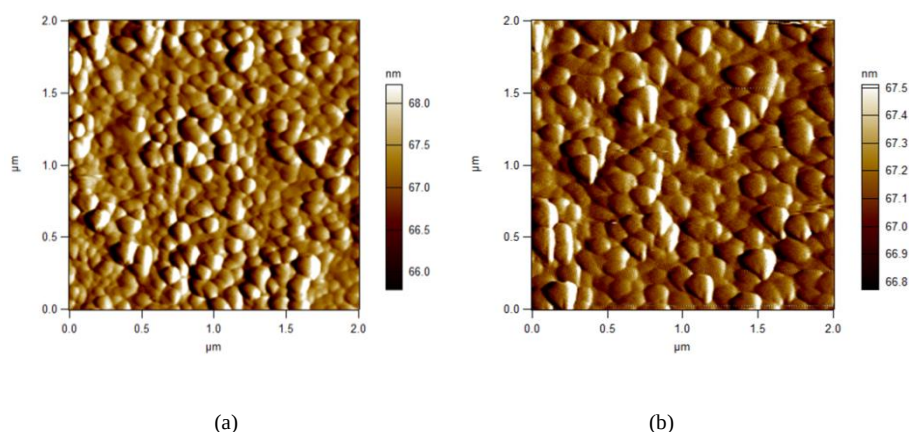


Fig. 3 AFM image of deposited layers with PEG addition.

As revealed in fig. 3, it is notable that the deposited layer does not show cracks, and it is porous. The size of pores increase with increasement of PEG addition. As mentioned earlier during the heat treatment, the organic constituent added to the synthesized sol gel solution, is removed, generating pores inside the silica films.

Coated glass should have not only high transmittance, but also self cleaning ability. The contact angle parameter (CA) is employed to describe the hidrophobicity or the hydrophilicity of a surface. The CA measurements were performed at three different locations on AR coatings and the average result is reported for accuracy. Fig. 4 illustrates the relationship between water contact angle and PEG amounts added to the sol gel solution. The contact angle decrease with an increase in the amount of polyethylene glycol added. According to Xin Due et al. [7], this may be due to the increasement in the number of pores and in surface roughness, which would lead to a larger contact area between water droplet and coating. This agrees with the AFM images shown in Figure 3. The experimental results demonstrate that our deposited SiO_2 films are super hydrophilic, showing a water contact angle $\theta < 7^\circ$. The hydrophilicity characteristic in our silica AR films generates a self-cleaning ability. This behavior improves removal of dirt particles, and makes the surface dry quicker.

Références:

- [1] Sadaf Bashir Khan, Hui Wu, Zhengjun Zhang, “Omni directional SiO_2 AR Coatings”, Coatings 8, 210, 2018.
- [2] Lin Yao, Junhui He, “Recent progress in antireflection and self-cleaning technology – From surface engineering to functional surfaces ”, Progress in Materials Science 61 pp. 94–143, 2014.
- [3] M. C. Baustia, A. Morales, “Silica antireflective films on glass produced the sol-gel method”, Solar energy materials and solar cells 80 pp. 217-225, 2003.
- [4] Y. Yuan, Y. Chen, W. L. Chen, R. J. Hong, “Preparation, durability and thermostability of hydrophobic antireflective coatings for solar glass covers”, Solar energy 118 pp. 222-231, 2015.
- [5] G. San Vicente, R. Bayon, N. German, A. Morales, “Long term durability of sol-gel porous coatings for solar glass covers”, Thin solid films 517 (10) pp 3157-3160, 2009 .
- [6] Florian Weisinger, Gema San Vicente, Aranzazu Fernandez-Garcia, Florian Sutter, Angel Morales, Robert pitz-Paal, “Sandstorm erosion testing of anti-reflective glass coatings for solar energy applications”, Solar Energy Materials and Solar Cells 179 pp. 10-16, 2018.
- [7] Xin Du, Junhui He, “Facile Fabrication of Hollow Meso porous Silica Nanospheres for Super hydrophilic and Visible/Near-IR Antireflection Coatings”, Chem. Eur. J. 17 pp. 8165 – 8174, 2011.
- [8] Ahn J. S., Hammond P. T., Rubner M. F. & Lee I., “Self-assembled particle monolayers on polyelectrolyte multilayers: particle size effects on formation, structure, and optical properties”. Colloid. Surface. A: Physicochem. Eng. Aspects 259, pp. 45–53, 2005.

Effect of the Particles Size on the Optical Transmission Improvement of Eroded Glass.

ABDELHAK MAROUANI¹, NOUREDDINE BOUAOUADJA¹, ALICIA DURAN², YOLANDA CASTRO²

¹Laboratoire des matériaux non-métalliques, IOMP, Université Ferhat ABBAS Sétif1, Algérie.

²Instituto de Ceramica y Vidrio (CSIC), Campus de Cantoblanco, Madrid, Spain.

Email : marouaniab@yahoo.com

Abstract

To improve the surface state of eroded glass and restore its properties, a deposition of thin layers of metallic oxide basis (SiO_2) elaborated by sol-gel technique is conducted. The work is achieved in two stages:

- *Sandblasting: Two particles sizes (Class1 (250-400) μm and Class2(450-890) μm) (figure 1) are used in order to get different surface states. Samples of soda-lime glass are sandblasted with different projected sand masses M_p , varying the velocity V of the particles and maintaining the impact angle constant ($\alpha = 90^\circ$).*
- *Restoration: This stage is devoted to the deposition of thin layers of SiO_2 on these eroded samples in order to repair the sandblasting defects, to improve the optical transmission (OT) and to unveil the effect of the grain's size on the achieved correction.*

Key word : Optical transmission, grain's size, roughness, sol-gel

Results

The results show that after sandblasting, there is a strong increase of the roughness leading to an important falls of OT. At the raw state the OT is 91.4% at $\lambda = 550\text{nm}$. In the severe conditions tests of erosion ($M_p = 200\text{ g}$, $V=30\text{m/s}$), the OT decreases to 18.09% and to 56.45% respectively to Class1 and Class2. The difference in values is explained by the roughness profiles. (figure 2)

The deposition of silica layer basis colloidal SiO_2 nanoparticles by dip-coating permit to reduce the roughness of the sandblasted samples bringing a satisfactory improvement to OT. In the case of the speeds of 20 m/s and 25 m/s, the OT increases toward $89\% \pm 1\%$ for the two classes of sand. (figure 3)

In the case where $V = 30\text{ m/s}$, the deposition of two layers of silica allow to get a good correction of the greatly damaged surface state. The measures of OT show that the values know a better progression (more than 82%). Exceptionally for the severe condition test of erosion ($M_p = 200\text{ g}$) where OT clears the value of 18.09% to 63.19% (Class1) and 56.45% to 77.58% (Class2).

The modes of the optical transmission fall as well as its restitution are conditioned by the size of the erosive grains.

Besides, the microscopic observations reveal a good restoration of the surface and confirm the brought improvements. (figure 4)

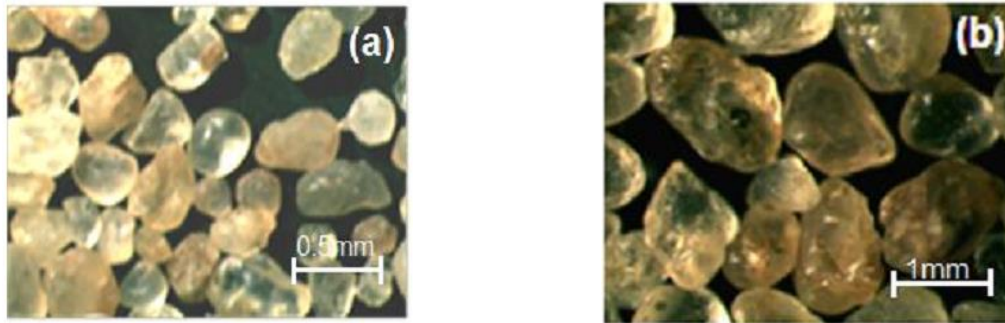


Figure 1 : Morphology of the Sand (a) class1 and (b) class2.

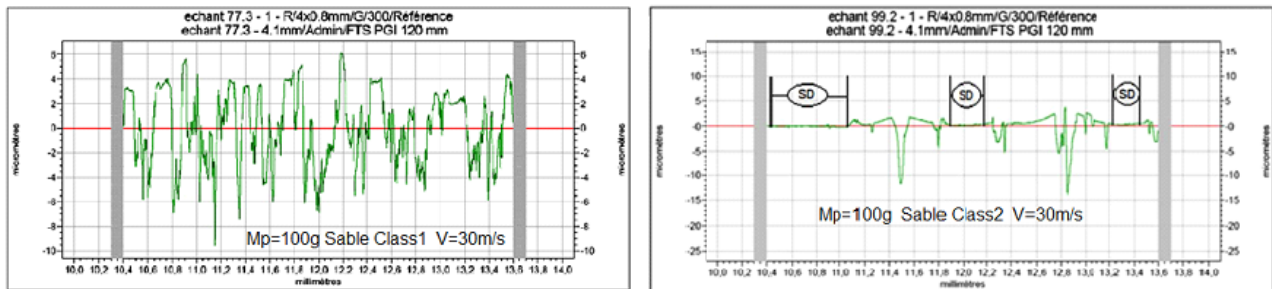


Figure 2 : Roughness profiles recorded for the two classes of the erosive particles.

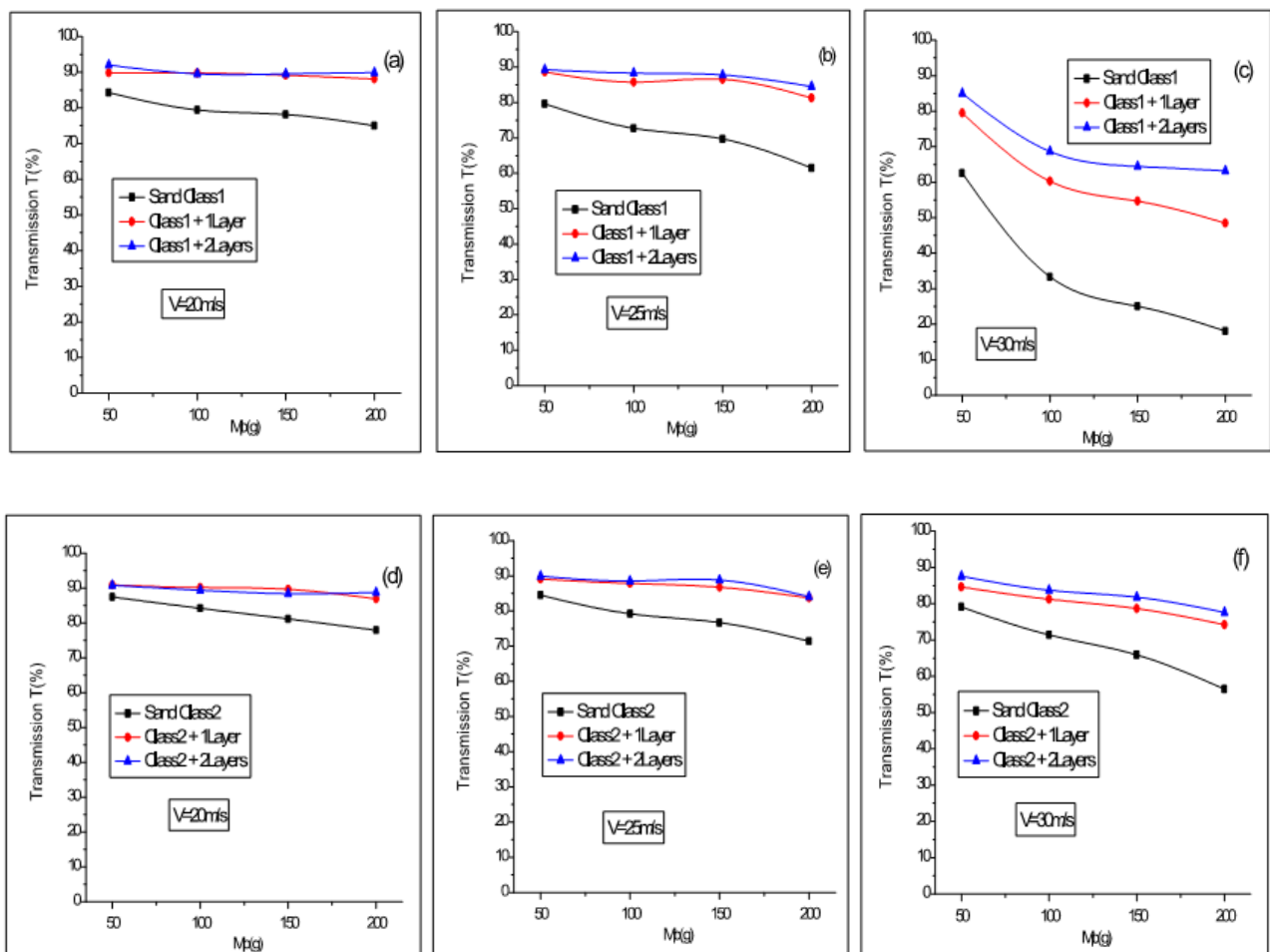


Figure 3: Optical transmission of sandblasted substrates and sandblasted samples with SiO_2 coatings (1 and 2 layers) as a function of M_p at different velocities (sand class1: a-b-c; sand class2: d-e-f).

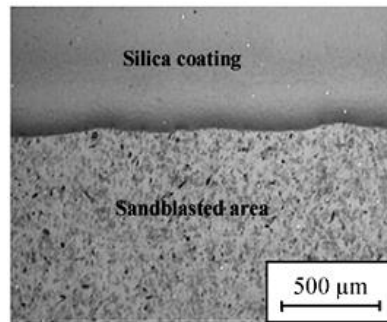


Figure 4 : Optical micrograph of a sandblasted glass coated with a SiO_2 layer.

Références :

- [1] Y.I. Oka, M. Nishimira, K. Nagahashi, M. Matsumura, Control and Evaluation of Particle Impact Conditions in a Sand Erosion Test Facility, *Wear*, 250, 2001, p736-743.
- [2] A. Marouani, N. Bouaouadja, Y. Castro and A. Duran, Amélioration de l'état de surface d'un verre sable par déposition d'une couche mince de SiO_2 par voie Sol-gel, *Verres, Céramiques et Composites*, 2(2) (2013) 13-18.
- [3] S. Pellice, U. Gilibert, C. Solier b, Y. Castro, A. Duran, Mechanical Behavior of Glass Reinforced with SiO_2 Hybrid Sol-Gel Coatings, *Journal of Non-Crystalline Solids*, 348 (2004) 172-179.
- [4] A. Marouani, N. Bouaouadja, Y. Castro and A. Duran, Repair and Restoration of the Optical Properties of Sandblasted Glasses By Silica-Based Sol-Gel Coatings, *International Journal of Applied Glass Science*, 6 [1] 94-102 (2015).

SYNTHESE DES MOUSSES DE VERRE A PARTIR DE VERRES DE RECUPERATION JETES DANS LA NATURE

Houda MECHEKEF, Nourredine BOUAOUADJA

Laboratoire des Matériaux Non Métalliques, Institut d'Optique et Mécanique de Précision,

Université Ferhat Abbas - Sétif 1 - 19000 SETIF, ALGERIE.

Résumé

A l'échelle mondiale, la question de protection de l'environnement et d'économie d'énergie devient de plus en plus préoccupante. Trouver des solutions aux problèmes posés un peu partout dans le monde est le souci permanent de beaucoup de chercheurs. Les centres d'enfouissement techniques (CET) qui sont des décharges contrôlées ont été créés pour remplacer les décharges à ciel ouvert afin de permettre une bonne gestion des déchets. L'inconvénient de ces décharges est qu'elles ne doivent pas atteindre leurs capacités maximales, car elles ne pourront plus répondre aux normes environnementales dans le cas où leurs limites sont atteintes. Par conséquent, le recyclage des matériaux semble être le meilleur moyen pour diminuer le poids ou le volume des déchets qui s'accumulent dans les décharges, surtout dans les grandes villes.

En Algérie, les bouteilles de bière polluent notre environnement. On les trouve un peu partout (fossés de routes, jardins, champs, bord des rivières et des plages,...). Notre objectif consiste à les récupérer et à les transformer en un matériau utile (un verre cellulaire) et d'essayer de les valoriser :

- soit comme matériau isolant thermique et phonique servant dans le secteur de l'habitat,*
- soit comme filtre destiné à la purification des eaux usées*
- soit à la rétention d'eau dans le secteur de l'irrigation en agriculture.*

Les résultats obtenus montrent effectivement que selon la composition chimique de départ et le traitement thermique appliqué, on obtient différents types de porosités : grossière ou fine, ouverte ou fermée.

- En combinant une poudre de verre avec celle du carbonate de calcium, on obtient un verre cellulaire avec une porosité de type fermée (environ 88%). Cette nuance est recommandée pour l'isolation thermique et phonique dans le secteur de l'habitat.*
- Une autre nuance élaborée avec un ajout de carbonate de calcium, obtenue avec un cycle thermique différent, présente une porosité très fine et ouverte et conviendra donc dans le domaine de la purification des eaux usées.*
- Une troisième nuance obtenue avec un ajout de kaolin a permis d'élaborer un verre cellulaire à forte capacité d'absorption d'eau par capillarité.*

D'une manière générale, les échantillons obtenus pour l'isolation et la purification des eaux usées présentent les caractéristiques physiques suivantes :

- Expansion du volume des échantillons élaborés : supérieure à 10 fois le volume initial.*
- Densité $\sim (0.34 \text{ à } 0.39) \text{ g/cm}^3$.*
- Porosité $\sim (85-89)\%$.*
- Résistance mécanique $\sim (1 \text{ à } 2) \text{ MPa}$*

Mots-clés: Verre de récupération, Bouteille de bière, Carbonate de calcium, carbonate de sodium, kaolin, verre poreux.

Principe d'élaboration

Le principe d'élaboration du verre cellulaire ou mousse de verre consiste à préparer des compositions « verre récupéré + agents porogènes » dans des proportions qui dépendent de l'objectif visé. On chauffe le mélange jusqu'à l'état pâteux. A cette température, se déclenche une réaction chimique de décomposition des agents porogènes en dégageant une grande quantité de gaz (CO_2) qui va être piégée dans la masse visqueuse de verre et va former ainsi un très grand nombre de cellules ou pores fermés ou ouverts, donnant un verre poreux. Il est évident que la quantité des pores et leurs tailles dépendent de la finesse des particules des poudres de départ, de la nature des agents porogènes choisis et du traitement thermique appliqué. Enfin, on procède à la caractérisation des échantillons élaborés (observations microscopiques, mesure de densité, de conductibilité thermique, de résistance mécanique,...).

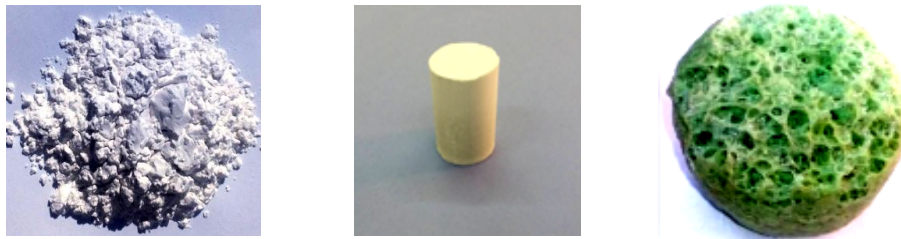


Figure 1 : Etapes d'élaboration du verre cellulaire.

On rapporte dans la bibliographie (Foam Glas, 2018) que pour réussir l'élaboration de tels matériaux cellulaires, un contrôle rigoureux du cycle thermique est impératif.

Résultats

Expansion des échantillons : Après moussage, on obtient des échantillons de volume nettement plus grand que le volume initial avec une structure cellulaire plus ou moins homogène. Les pores, de tailles variables, sont répartis aléatoirement dans le volume des échantillons. A titre d'indication, le volume d'un échantillon initial contenant 99% Verre + 1% CaCO_3 est de : 889.17 mm^3 . Après cuisson et expansion, le volume devient environ 9671.22 mm^3 , soit une augmentation qui dépasse 10x le volume initial. Cette valeur est loin d'atteindre les valeurs avancées par les entreprises industrielles européennes (FoamGlas et Misapor Glass) qui parlent de l'intervalle (15-18 fois). Toutefois, nous estimons que les résultats obtenus pour ces premiers essais sont très encourageants. La différence d'expansion s'explique par la structure cellulaire : Plus les parois sont fines, plus l'expansion du verre mousse est grande. L'inverse est vrai. Par ailleurs, il est bien établi que l'épaisseur des parois définit aussi le niveau de résistance mécanique du matériau cellulaire. Donc tout dépend de l'objectif visé. Il suffit de jouer sur la balance porosité/résistance mécanique.

Observations microscopiques : Les échantillons observés au microscopique électronique à balayage montrent qu'il existe deux types de porosité (figure 2) :

- porosité fermée de taille relativement élevée, en général jusqu'à 6 mm de diamètre
- porosité ouverte de taille relativement très faible, en général jusqu'à 0.01 mm de diamètre

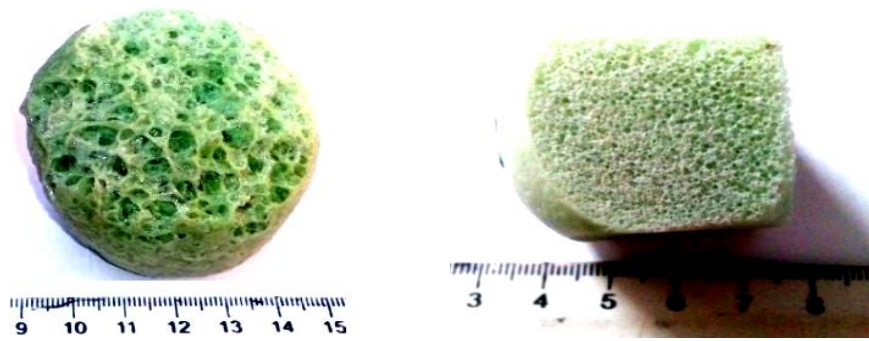


Figure 2 : Exemple d'échantillons de verre cellulaire de porosité grande et faible

Comme on peut le voir sur la figure suivante, les parois des cellules sont épaisses, mais elles contiennent de la microporosité.

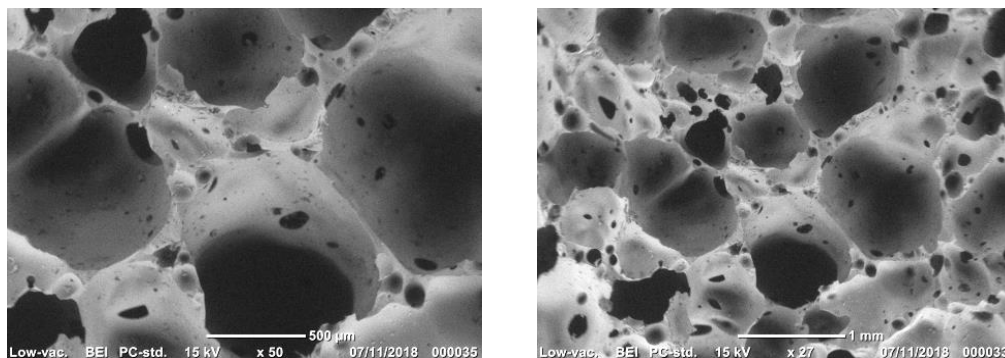


Figure 3 : Exemple de porosité obtenue dans le cas du verre cellulaire (x27 et x50).

Références :

- [1] Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- [2] Journal Officiel d'Algérie loi n°01-19 du 12 décembre 2001.
- [3] J-M. Balet, Aide-mémoire, Gestion des déchets, Dunod, Paris, 2005, 2009.
- [4] J-M. Hausonne, J.L. Barton, P. Bown and C.P. Carry, Traité des Matériaux Céramiques et Verre, 2005.

The effect of aluminum powder addition on the sintering of hydroxyapatite

A. Mokhtari^a, H. Belhouchet^{a,b}

^a Laboratoire de physique et chimie des matériaux, Université Mohamed Boudiaf-M'sila, M'Sila (28000), Algérie.

^b Département de physique, Faculté des Sciences, Université Mohamed Boudiaf-M'sila, M'Sila (28000), Algérie.

E-mail : moukhtari.afaf@gmail.com

Abstract

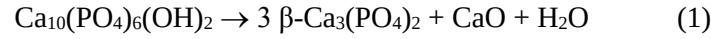
In this paper, we prepared by reaction sintering a hydroxyapatite /yeelimite composite from the natural phosphate of Djebel el'onk and the aluminum metal powder. The effect of aluminum addition on the sintering of natural hydroxyapatite was investigated. Hydroxyapatite (HAp) bioceramic materials have been widely applied as bone substitutes because of its excellent compatibility with the human body. The additions of aluminum to the hydroxyapatite have been carried out to improve properties of sintered HAp. By mechanical treatment, hap properties were studied according to the different milling time and the composite ceramics were sintered in air at various temperatures ranging from 1200 to 1450°C. The reactions and phase transformations between natural hydroxyapatite and aluminum metal powder were studied by various experimental techniques such as XRD and SEM. The results of the mixture of hydroxyapatite and aluminum powder showed the formation of deferent phases after high time of milling at high temperature. The addition of aluminum results the partial decomposition of hydroxyapatite at high temperature.

Keywords: Hydroxyapatite, aluminum, bioceramic, transformation, mechanical treatment.

Results

Fig.1 (a,b) shows the XRD patterns during heating treatment at different temperatures of the sample milled for 1h and 40h. The obtained diffraction spectrum of all samples indicates the presence of major crystalline phase of typical Hap. The partially decomposition of hydroxyapatite were observed in all samples with increase of temperature up to 1450°C. A new peaks corresponding to β -TCP were detected at 1200°C due to the decomposition of the Hap. Their intensity is gradually increased with temperature up to 1450°C. We note

the appearance of α -TCP at 1200°C when their intensity increases with temperature. Increasing in temperature and ball milling time produce the decomposition of an important amount of Hap, and the formation of CaO can be described according to the equation as following:



A new crystalline phase was appeared corresponding maynite (C_{12}A_7) in all samples from 1200 to 1350°C. The peaks corresponding of maynite disappeared at 1400°C. Also, a new phase corresponding to Yeelinite was appeared in the samples sintered at 1200°C. The intensity of this peak increase with temperature and ball milling time increases is due to the decrease in the particle size of the powder.

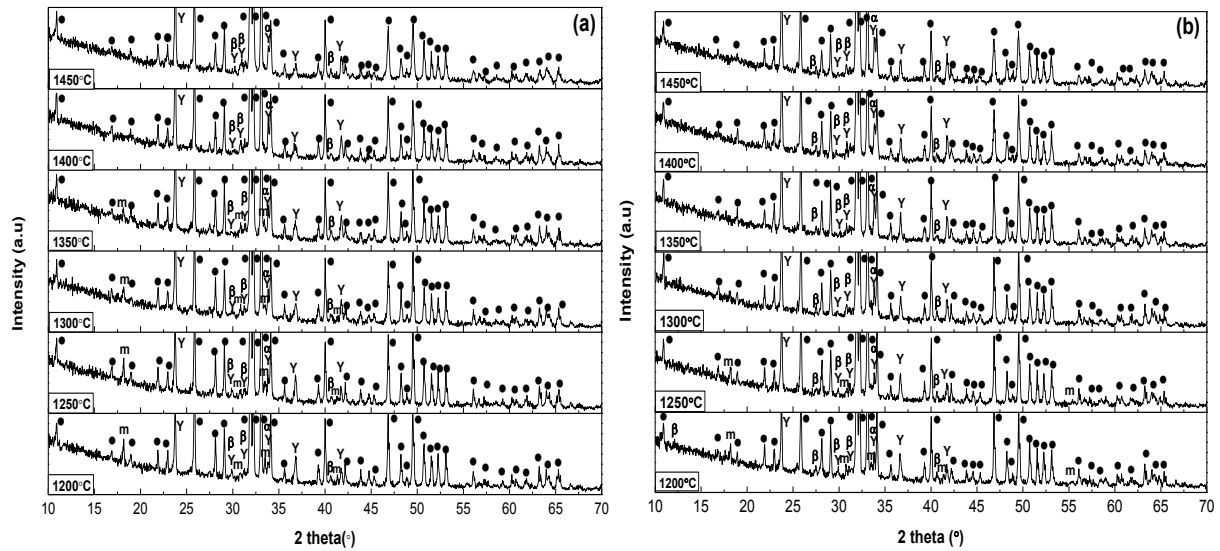
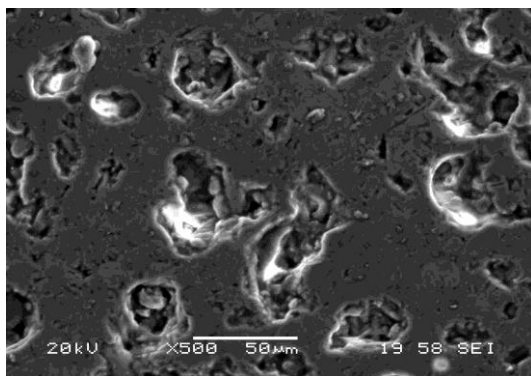
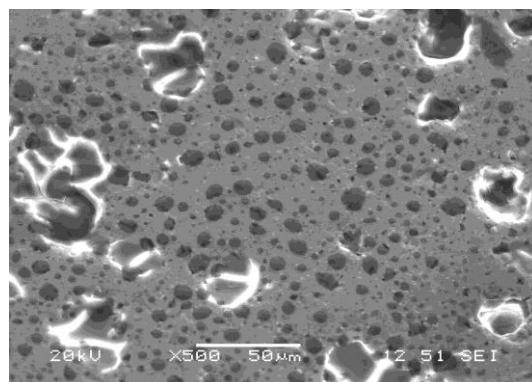


Figure 1: XRD patterns of hydroxyapatite /aluminum powder mixtures (a):1h, (b) :40h heated at different temperature (●: Hydroxyapatite, β: β-TCP, α: α-TCP, m: mayenite, Y: Yeelinite).



(a)



(b)

Figure 3: SEM micrographs of the mixture of HAp/aluminum powder milled for (a) 1 h, (b) 40 h and heated at 1450°C.

Influence of interphase material parameters on effective material properties of multiphase composites

SARA NACER¹, ABDENNOUR BENHIZIA¹

¹Mechanics of Structures and Materials Laboratory, Faculty of Technology, University of Batna 2
Email : benhiziauniv@yahoo.com

Abstract

In this paper, a numerical homogenization technique based on the finite element method (FEM) with representative volume element (RVE) was used to evaluate the effects of interphase volume fraction, and their material stiffness on the overall behavior of transversely randomly distributed fiber composites and randomly distributed spherical particle composites. A good agreement is achieved comparing the obtained effective material properties with the reported results in literature. It is observed that the overall resulting material properties are significantly affected by the interphase stiffness. This investigation leads to choose the appropriate materials at the interfaces to get an efficient load transfer between the phases.

Key word : Homogenization, Multiphase Composites, Randomly, Interphase

Results

1. Influence of interphase volume fraction

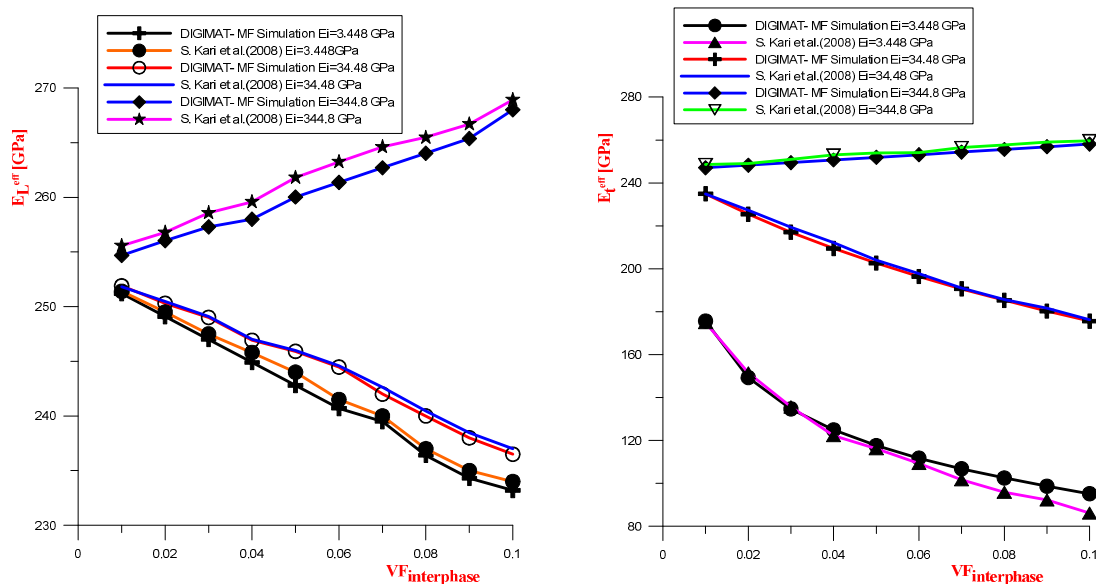


Fig. 1. Variation of effective material properties with change in volume fraction of interphase.

2. Influence of interphase stiffness

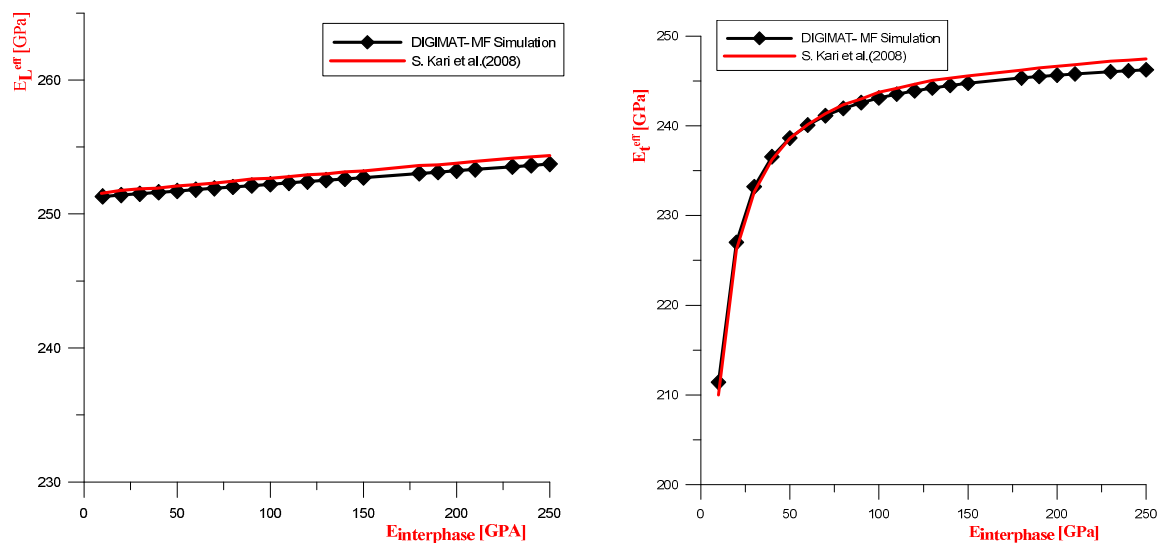


Fig. 2. Variation of effective material properties with increase of interphase stiffness

Références :

- [1] Benhizia A, Kanit T, Outtas T, Madani S, Imad A. Computation of effective behavior of isotropic transverse composite in nonlinear problems. *Mech Res Commun* 2014;59:6e13.
- [2] El Moumen A, Kanit T, Imad A, El Minor H. Effect of overlapping inclusions on effective elastic properties of composites. *Mech Res Commun* 2013;53:24e30.
- [3] Kanit T, Forest S, Galliet I, Mounoury V, Jeulin D. Determination of the size of the representative volume element for random composites : statistical and numerical approach. *Int J Solids Struct* 2003;40(13e14):3647e79.
- [4] Kari S, Berger H, Rodriguez RR, Gabbert U. Computational evaluation of effective material properties of composites reinforced by randomly distributed spherical particles. *Compos Struct* 2005;71: 397–400.
- [5] Kari S, Berger H, Gabbert U, Guinovart-Diaz R, Bravo-Castillero R, Rodriguez-Ramos R. Evaluation of influence of interphase material parameters on effective material properties of three phase composites. *J Compos Sci Technol* 2008;68(4):684–91.
- [6] Khdir YK, Kanit T, Zaïri F, Naït Abdelaziz M. Computational homogenization of elasticeplastic composites. *Int J Solids Struct* 2013;50(18):2829e35.
- [7] Lippmann N, Steinkopff T, Schmauder S, Gumbsch P. 3D finite element modeling of microstructures with the method of multiphase elements. *Comput Mater Sci* 1997;9(1e2):28e35.

Absorption of silver nanoclusters sodium silicate glass formed by Ag/Na ion exchange

OSMANI ISMAHEN^{1,2}, HMIDOUCHE MOHAMED^{1,3}, DEMAGH NACER-EDDINE^{1,4}

¹ Institute of optics and precision mechanics (IOMP), Ferhat Abbas University 1, Setif 19000, Algeria

² Research Unite in Optics and Photonics (UROP), CDTA Setif

³ Emerging Materials Research Unit, Ferhat Abbas University 1, Setif

⁴ Applied optical laboratory, institute of optics and precision mechanics (IOMP), Ferhat Abbas University 1, Setif

Email: osma.opt@gmail.com

Abstract

Introducing nanosize metal particles such as silver into glass has been used for changing the color of decorative glasses and recently for fabricating integrated-optical devices and sensors [1]. Ion exchange process with thermal treatment is a well-established technique and important method for obtaining silver nanoclusters in a silicate glass [2]. Numerous experimental and theoretical approaches have devoted to both the linear and nonlinear properties introduced by optical absorption due to the surface plasmon resonance. Thus far, a number of reports have published on the preparation, properties and microstructure of silver-doped soda-lime silicate glasses [3–4].

In this study, we investigated the effect of the duration of ion exchange and thermal annealing on the optical properties of the silver-sodium ion exchange in a commercial sodium-silicate glass. The aim of this work is to explore the possibility of forming clusters of nano dimension by ion exchange technique without annealing treatment. Silver nanoclusters embedded in soda lime glass are synthesized by Na^+/Ag^+ ion exchange followed by thermal annealing. Soda-lime glass with composition of 72.1% SiO_2 , 13.6% Na_2O , 0.75% K_2O , 7.57% CaO , 4.17% MgO , 1.39% Al_2O_3 , 0.13% Fe_2O_3 , 0.23% SO_3 respectively by weight are used as the substrates for ion exchange of silver for varying durations. Silver doped soda-lime glass samples are prepared by immersing thoroughly cleaned soda-lime glass substrates for 5 min in a molten bath of 5 mol% AgNO_3 and 95 mol % NaNO_3 mixture heated to 350°C. During the immersion, the silver ions of the salt bath diffuse into the glass replacing the sodium ions. After exchange, the samples are cut into 1 cm² plates and cleansed in a bath of ultrasound distilled water. We have dipped some of them in resin and we have polished them for SEM analysis. Then, we have annealed the ion-exchanged samples in air at 450°C for 1 h. We described the silver nanoclusters formation in soda-lime silicate glasses using UV-Vis absorption spectroscopy and scanning electron microscopy (SEM). The results also indicated that an increase in the intensity of the absorption peak with increasing the ion exchange duration and the heat treatment at 450°C enhanced the formation of metal nanoparticles silver in a silicate matrix.

Key word : Ion-exchange, silver, soda-lime glass, thermal annealing

Results

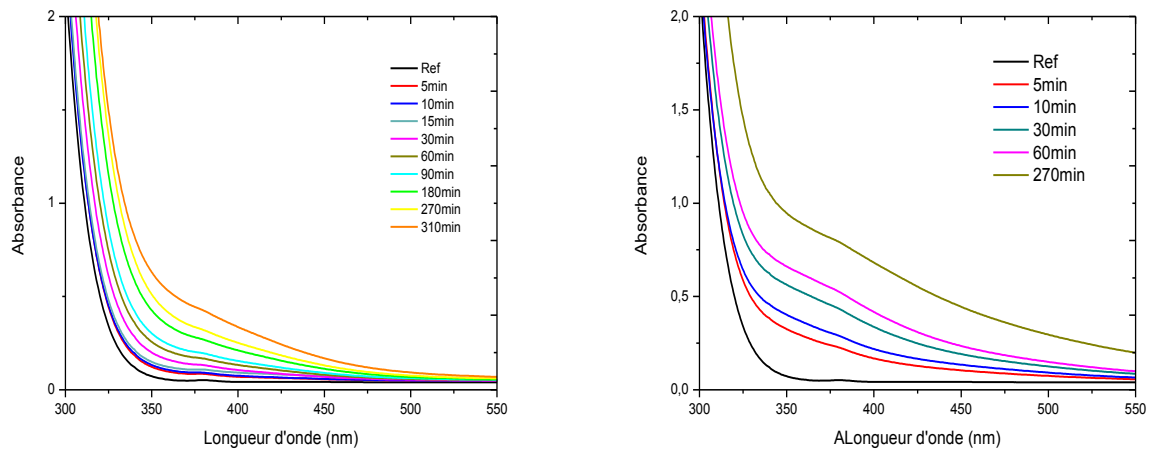


Fig.1. (a) Optical absorption spectra of silver ion exchange soda-lime glass for several exchange time at 350°C; (b) Absorption spectra of silver samples annealed for different durations at 450°C

References:

- [1] R. Rogozinski, P. Karasinski, Optical waveguides produced in ion exchange process from the solutions of $\text{AgNO}_3\text{-NaNO}_3$ for planar chemical amplitude sensors, *Opto-Electron. Rev.* 13 (3), 229, 2005.
- [2] Paul W. Wang, Formation of silver colloids in silver ion-exchanged soda lime glasses during annealing *Appl. Surf. Sci.*;120, 291-298, 1997.
- [3] X.C. Yang, M. Dubiel, S. Brunsch, H. Hofmeister, X-ray absorption spectroscopy analysis of formation and structure of Ag nanoparticles in soda-lime silicate glass *J. Non-Cryst. Solids* 328, 123-136, 2003.
- [4] E. Borsella, F. Gonella, P. Mazzoldi, A. Quaranta, G. Battaglin, R. Polloni, Spectroscopic investigation of silver in soda-lime glass *Chem. Phys. Lett.*, 284, 429-434, 1998.

Numerical study of honeycomb sandwich structures subjected to impact.

Ahcene_OUBOUZID¹, Boualem.KESKES¹

1- Laboratory of Applied Precision Mechanics (LMPA), Institute of Optics and Precision Mechanics (IOMP),
Ferhat Abbas University Setif-1.19000- Algeria.

Email : ahceneoubouzid@gmail.com

Abstract

Numerical simulation consists in reproducing by calculation the functioning of a system, previously described by a set of models, It relies on specific mathematical and computer methods, In each point of the object considered, several physical quantities (speed , temperature ...) describe the state and evolution of the studied system. These are not independent, but related and governed by equations, usually partial derivatives. These equations constitute the mathematical translation of the laws of physics that model the behavior of the object. To simulate the state of the latter is to ideally determine in all points the numerical values of its parameters. As there is an infinite number of points, so an infinity of values to calculate, this objective is inaccessible (except in very special cases where we can solve the initial equations using the analytical formulas). The assembly of elements obtains the realization of the model finite elements. This operation is called discretization or mesh of the mechanical model of the structure to be studied. The quality of the results is very strongly conditioned by the mesh adopted. This is one of the reasons why it is not enough to have a program to produce proper simulations of reality . Figure (1) shows an example of the distribution of damage stresses with the configuration of the three-point bending of the honeycomb sandwich panel after the experimental test. This work discusses the modeling and analyzing the through an experiment tested specimens utilizing numerical ways. Aim of this work is that the numerical study of aluminum honeycomb sandwiches subjected to static and dynamic loading conditions (compression, quasi-static indentation and low-velocity impact tests) victimization ABACUS package program. The half conferred during this work seeks to predict injury and failure in metal honeycomb sandwich panels specially buckling of honeycomb core. In in the meantime, this program is employed because the answer methodology to numerically calculate the important buckling masses. Otherwise, a three dimensional (3D) reconstructions of the honeycomb panels are meted out so as to accumulate precisely the dimension and therefore the form of the injury (buckling) and to get info concerning pure mathematics and cells defects.

Key word : simulation, abacus explicit, impact, honeycomb sandwich.

Results

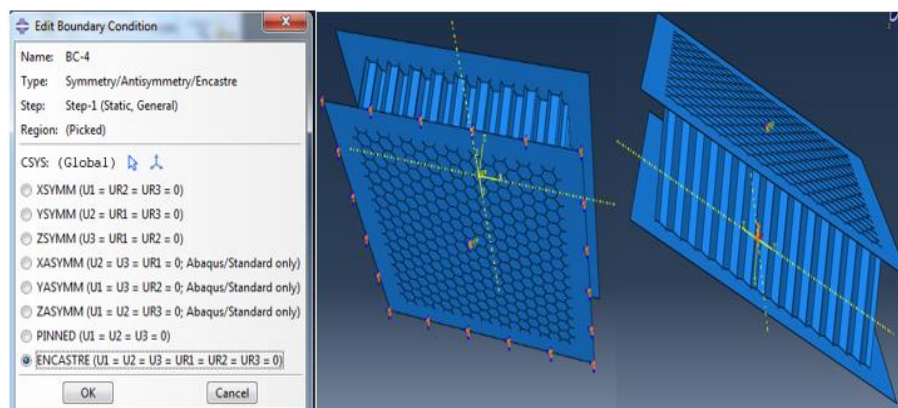


Figure 1: representation of blocked surfaces and reference points

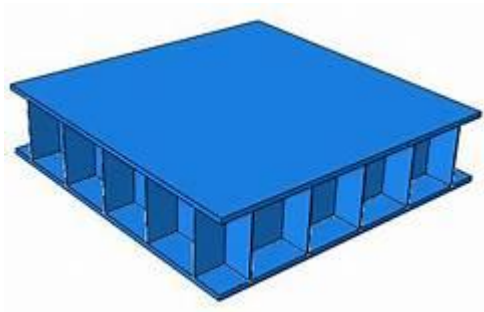


Figure1. Representation of the sample

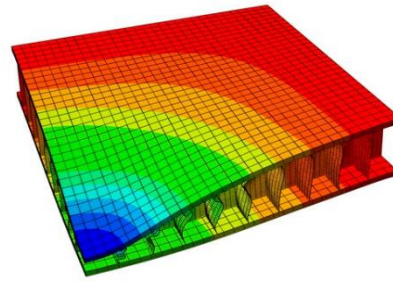


Figure2. 1/4 of the impacted sample

Références :

- [1] C. Gerard, Mécanique non-lénaire et élément finis, Méthode des éléments finis en HPP pour les milieux continus solides, (2001)
- [2] Y. Fizi, Etude des différentes sollicitations sur le verre, Simulation numérique. Thèse d'Ingéniorat d'Etat, DOMP. Université Sétif. (2004)
- [3] Jack R. Vinson, (2005). "Sandwich structure: Past, Present, and Future" (2005). Advancing with sandwich structures and materials, Proceeding of the 7th International conference on sandwich structures, Aalborg University, Denmark.
- [4] BERTHELOT, J.-M. (1999). Composite Materials. Mechanical Behaviour and Structural Analysis, SPRINGER-VERLAG, New York, Paris.
- [6] Allen G "Analysis and design of Structural Sandwich Panel" (1969). Pergamon Press Oxford.
- [7] Boualem Keskes, A. Abbadi, Z. Azari, J. Gilgert and N. Bouaouadja **(2007)** "A FATIGUE CHARACTERIZATION OF HONEYCOMB SANDWICH PANELS WITH A DEFECT" Materials and technology 41 (2007) 4, 157–161 157 (ISSN 1580-294).

Phase Transformation and kinetic parameters of Mullite Formation Prepared by Sol-Gel Process Using Differential Thermal Analysis (DTA)

DJAIDA REDAOUI^{1, 2}, FOUJIL SAHNOUNE^{2, 3}, SMAIL LAMARA^{1, 2}, NOUARI SAHEB⁴

¹University of M'sila, Physics and Chemistry of Materials Lab, Department of Physics, 28000, M'sila, Algeria

²University of M'sila, Department of Physics, 28000, M'sila, Algeria

³University Ferhat Abbas of Setif 01, Research Unit on Emerging Materials (RUEM), 19000, Setif, Algeria

⁴Department of Mechanical Engineering, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dahrhan, Saudi Arabia

Email: djaidaredaoui@gmail.com

Abstract: Mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) as the main phase in $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ system is one of the most common studied ceramic materials has low toughness and hardness, better thermal shock resistance, excellent high temperature mechanical properties, high thermal and chemical stability, low thermal expansion coefficient and high creep resistance. In this present study, Mullite of stoichiometric composition has been synthesized by sol-gel process followed by calcination using Tetraethyl orthosilicate (TEOS) as silica source and Aluminum nitrate nonahydrate ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) as alumina source. Thermogravimetry (TG), differential thermal analysis (DTA), dilatometry, high temperature x-ray powder diffraction (XRD), Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy, and scanning electron microscopy (SEM) were used to analyses the phases transformation and sintering behaviour, the coefficient of thermal expansion (α) and investigate crystallization kinetics. Different crystalline phases were present in the samples sintered in the temperature range 900–1400 °C, the Mullite phase started to crystallize at 1100 °C, and the formation of highly dense Mullite (96%) was complete at 1350 °C. The activation energy values of Mullite formation calculated using Kissinger, Boswell, and Ozawa methods. The kinetic parameters n and m had values close to 2. Bulk nucleation with a constant number of nuclei was the dominant mechanism in mullite crystallization, followed by two-dimensional growth controlled by interface reaction.

Keywords: Mullite, Differential thermal analysis, Kinetic parameters.

Study of the Structural and Optical properties of the Polyvinyl Chloride polymer (PVC) doped by Cadmium Sulfide with Chemical Method

Author Presenter:, Rouabeh Nouhad, Other Authors. : Amine Achouri

Address: Street Ariech Djomoi - OUMACHE-BISKRA

Email: nouhadrouabeh@gmail.com

Framer (and co-framer): Boudine Boubekeur - Zaabat Mourad

Abstract :

In recent years, studies on polymer-inorganic nanoparticle composites have attracted a lot of attention in the field of nanomaterials because they have various applications in the fields of optics, electronics, magnetism and biology [1-2].

The work presented in this research has an experimental character, which focused on the development as well as the structural and optical characterization of nanocomposites (semiconductors dispersed in polymer matrices). In recent years, the search for new luminescent materials has attracted a lot of interest from the point of view cost and time of manufacture. The synthesis and characterization of nanoscale semiconductor materials by the hydrothermal technique and also the fabrication and characterization of hybrid nanocomposites in the form of thin films. The nanocomposite films (polymer - semiconductors) are elaborated by the soft chemistry and deposited on glass substrates by the Spin-coating technique.

Structural characterization by XRD diffraction revealed the introduction of CdS nanoparticles in PVC. These nanoparticles have a hexagonal structure and have a preferred orientation along the line (200) . The photoluminescence spectra showed the existence of luminescence bands in the visible.

Keywords: CdS nanoparticles ; Sol-gel; Polyvinyl chloride PVC; Raman Spectroscopy

Results

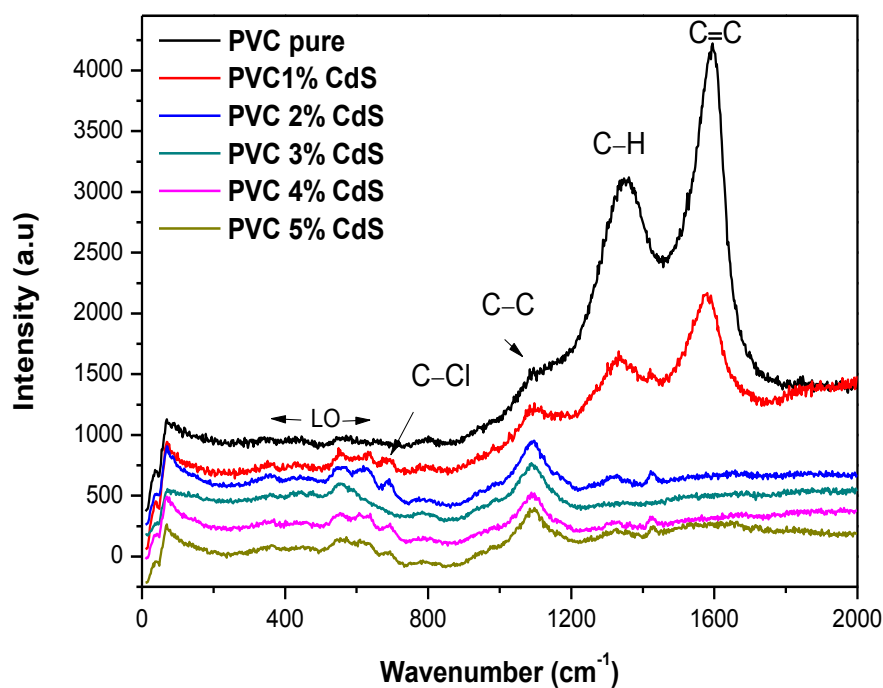


Fig.1 Raman spectra of Pure PVC and PVC/CdS nanocomposites thin films.

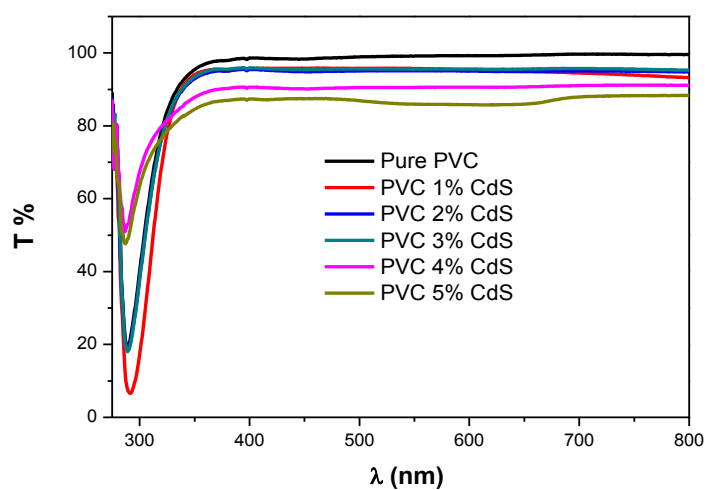


Fig.2 (a) Optical transmission spectra in the UV–Visible region of Pure PVC and PVC/CdS nanocomposites thin films.

[1] B.M. Novak, Adv. Mater. 5 (1993) 422.

- [2] X. Lu, Y. Yu, L. Chen, H. Mao, H. Gao, J. Wang, W. Zhang, Y. Wei, Nanotechnology 16 (2005) 1660.

Effet de la température de frittage et du temps de maintien sur la durée de vie de meule réalisée à partir d'un verre récupéré

AZEDINE SOUALEM¹, KARIMA BENDIB²,
¹Labo LPMMM, Institut OMP, Université Setif1
² Institut OMP, Université Setif1
Email : a_soualem12@yahoo.com.

Abstract

Toujours dans le cadre technologique de la mise en forme, nous travaillons dans la mise en forme des tôles et aussi nous avons pensé à travailler dans la mise en forme des verres récupérés. Le verre récupéré peut être utilisé pour différentes applications : bouteilles, fibres gobelets... Mais l'application qui nous intéresse le plus, est dans les abrasifs, car ces derniers peuvent être toujours utilisés dans le domaine d'usinage (par enlèvement des matières). Nous avons pensé à utiliser le verre usagé dans le cadre de traitement des déchets. Le recyclage nous permet de gagner beaucoup de bénéfices : La réduction du volume des déchets, et donc la pollution qu'ils causeraient. La préservation des ressources naturelles, puisque la matière recyclée est utilisée à la place de celle qu'on aurait due extraire. De plus, dans le même ordre d'idées, et puisque nous allons travailler sur le frittage des verres usagés. Cela nous permet de gagner en énergie, puisque les températures sont nettement inférieures. Dans ce domaine, les objectifs de l'écologie et ceux des consommateurs se rejoignent.

Le but de cet article, est de nettoyer le verre récupéré et le sélectionner par couleur, après concassage et broyage, le verre est tamisé et trié en fonction de sa grosseur de grains. En premier lieu, on commence par fritter le verre seul, puis le mélanger avec les oxydes de métaux avec différentes proportions (oxydes de fer, oxyde d'aluminium, oxyde de cérium) et on fini par fritter le tous. En deuxième lieu, on le Presse sous différentes pressions, puis on le met dans le four sous différentes température et temps de maintien. Après l'élaboration des pastilles, ces dernières ont été réalisées avec un liant temporaire, en caractérisant la dureté et l'usure surtout, pour pouvoir déterminer la durée de vie du produit.

De plus, notre étude devait aboutir à traiter minutieusement tous les paramètres technologiques (pression, température de frittage, temps de maintien...), Où à chaque fois on traite un paramètre seul ou bien plusieurs à la fois, et optimiser ces paramètres, ce qui nous permet d'avoir une solution optimale.

Keywords : mise en forme, meule, verre, recyclage, abrasives, frittage.

Résultats et discussions

Le but de ce travail est la récupération de déchets des verres. A cet effet, nous allons réaliser des outils à base de verre récupéré comme liant et nettoyer par conséquent l'environnement et d'oxyde de fer comme abrasifs. Nous allons réaliser des pastilles avec 50% de verre et 50% d'oxyde de fer et les réalisés sous différents paramètres opératoires qui sont : la pression, la température du frittage, le taux de maintien, la grosseur des grains de verre broyés après récupération. Dans cet article nous allons traiter l'influence de la température et du temps de maintien sur l'usure des pastilles.

En premier lieu, nous avons réalisé un compactage du mélange en question avec l'outil (Fig.1). Le frittage est assuré par un four qui peut atteindre des températures allant jusqu'à 1400°C. Finalement, les pastilles passent au test d'usure à l'aide du dispositif (Fig.2) afin d'effectuer des tests d'usure.



Fig.1 : le poinçons-matrice utilisé.

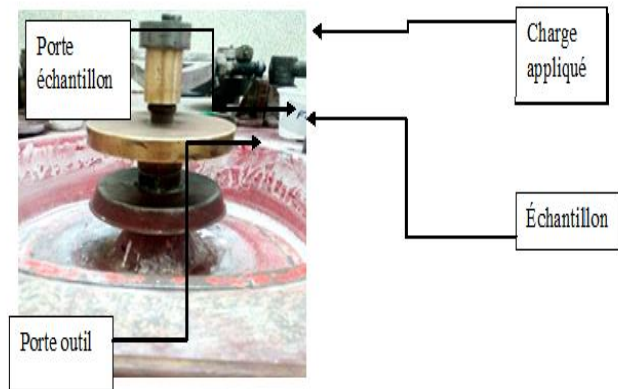


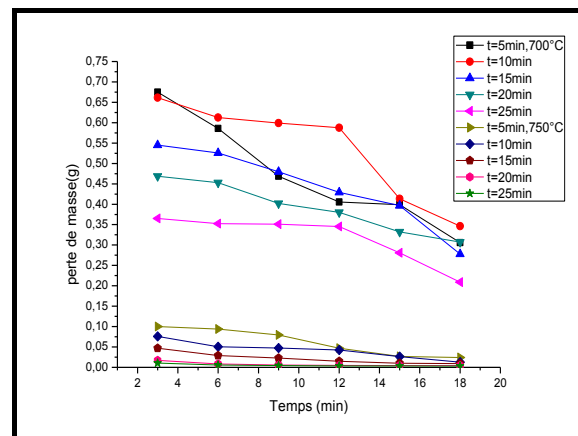
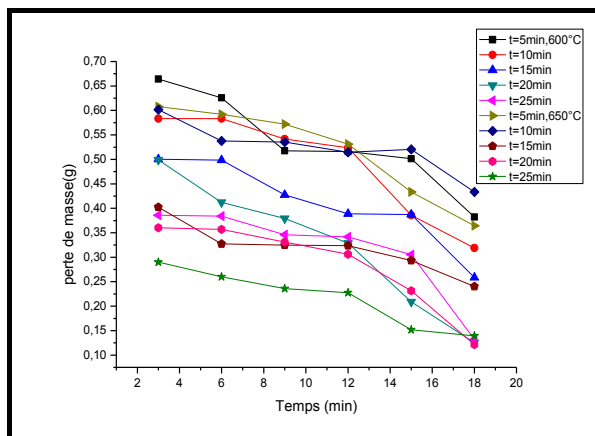
Fig.2: Polisseuse pour le test de l'usure.



Fig.3 : Echantillons après l'usure.

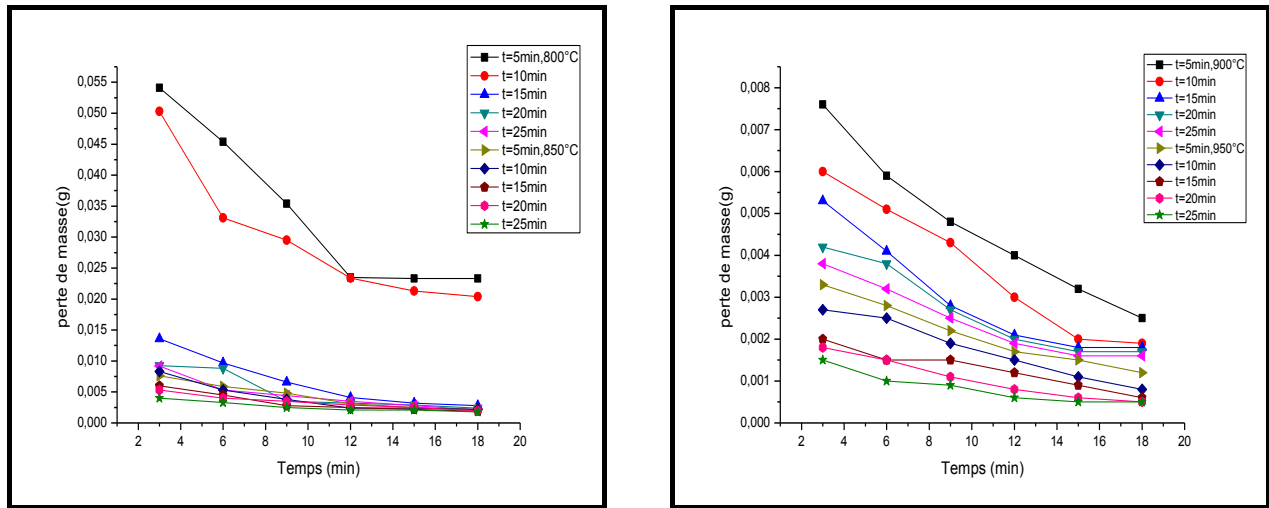
La métallurgie des poudres se déroule en trois étapes qui sont : le traitement de la poudre (broyage tamisage et dosage), la mise en forme par compactage uniaxial, et enfin le traitement thermique (frittage). Les échantillons obtenus sont sous forme cylindrique.

Les tests réalisés nous ont permis d'aboutir à une série de résultats expérimentaux.



(a) ($P=75$ MPA ; $W=128$ trs/mn ; $T=600^{\circ}\text{C}$; $T=650^{\circ}\text{C}$) (b) ($P=112$ MPA ; $W=128$ trs/mn ; $T=700^{\circ}\text{C}$; $T=750^{\circ}\text{C}$).

Fig.4: Variation de perte en masse en fonction de temps de polissage.



(a) ($P=112$ MPA ; $W=128$ trs/mn ; $T=800^{\circ}\text{C}$; $T=850^{\circ}\text{C}$). (b) ($P=112$ MPA ; $W=128$ trs/mn ; $T=900,950^{\circ}\text{C}$).

Fig.5 : Variation de perte en masse en fonction de temps de polissage

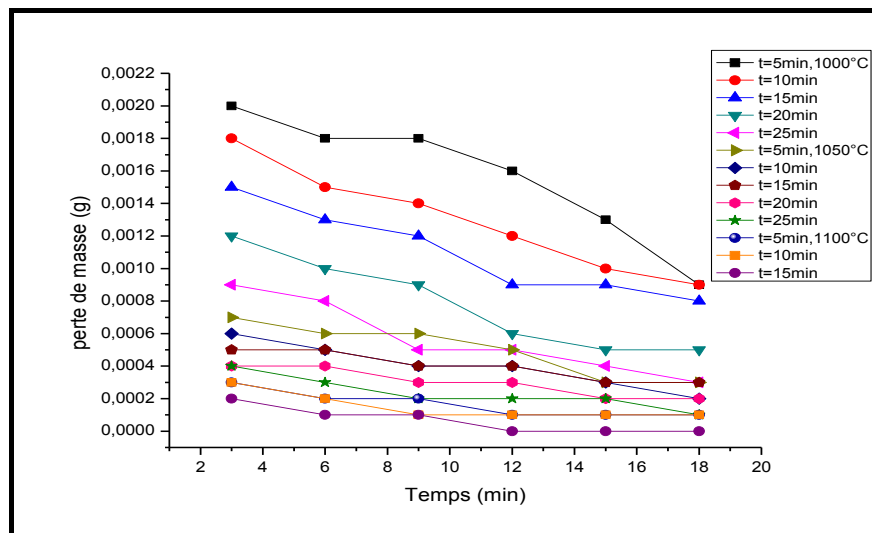


Fig.6: Variation de la perte en masse en fonction du temps de polissage ($p=112$ MPA ; $W=128$ trs/mn ; $T=1000, 1050, 1100^{\circ}\text{C}$).

A travers les résultats expérimentaux présentés dans cet article, nous avons pu mettre en évidence l'effet de la température et le temps de maintien sur l'usure.

Conclusion :

Le travail de cet article porte sur l'effet de la température de frittage allant de 600°C à 1100°C du mélange de verre recyclé comme agglomérant et d'oxyde de fer comme abrasifs et de la durée de maintien à cette température qui est de 5min à 25min. Cette étude est basée sur la caractérisation mécanique qui est l'usure après frittage.

D'après les résultats obtenus, nous constatons que l'usure des pastilles au cours du polissage des différentes combinaisons se fait régulièrement en fonction du temps de polissage. En effet, pour une teneur faible en liant le détachement des grains à usées se fait plus difficilement, laissant place à une autre couche de grains à arêtes vives. Par contre pour les outils à forte teneur en liant le détachement des grains ne se fait qu'après leur usure complète. De plus, On constate que

l'enlèvement de la matière est régulier en fonction du temps de polissage. On remarque aussi qu'avec les Fig.4 et Fig.5 combinaison la vitesse d'enlèvement est la plus élevée vu à cause de l'influence de la température, le temps de maintien et la pression. Les meilleurs résultats de la perte en masse sont obtenus par les pastilles frittées à haute température de 950°C et de 25 min comme temps de maintien. Elles sont plus dures que les pastilles frittées à la faible température et au faible temps de maintien. De plus on économise un gain de matière première et un gain d'énergie.

Références :

- [1] : Zarzycki, J., 'Le verre et l'état vitreux', Edition Masson Paris, p. 286, 1982.
- [2] : Hors.scholze: «le verre nature, structure et propriété» institut du verre paris Edition (1980)
- [3]: Crystal Structure, Morphology, and Isotopic Compositions of Presolar Al₂O₃ grains in Unequilibrated Ordinary Chondrites, 45th Lunar and Planetary Science Conference, 2014
- [4] : PHAM, H. V., MARUOKA, D., NANKO, M., Influences of Al₂O₃ grain size on high-Temperature Oxidation of nano-Ni/Al₂O₃ composites, Journal of Asian Ceramic Societies, 2016, pp. 120-123.
- [5]: http://www.otelo.fr/waroot/OTFR/fr_FR/attachments/Ficheconseil/2302_Abrasifs_appliques. 2017.
- [6] : SCHUMANN, W., guide des pierres et des minéraux, Delachaux Et Niestlé, paris, 2007
- [7] : DOUZET, J-L., Abrasifs, Techniques De l'Ingénieur, B7050, 1990.
- [8]: BULLOCK, D., MARINSHAW, R., Emission Factor Documentation for AP-42 SECTION 11.30, Abrasives Manufacturing, 1994.
- [9]: NADOLNY, K., KAPLONEK, W., SEM-Based Morphological Analysis Of The New Generation Aion-Based Abrasive Grains With Reference To Al₂O₃/SiC/Cbn Abrasives, Acta Microscopica Vol.24, No.1, 2015, pp. 64-78.
- [10]: JACKSON, M J., DAVIM, P J., Machining with Abrasives, Springer, 2011.
- [11] : Z. D. Jastrzebski, The nature and Properties of Engineering Materials, John Willey & Sons Inc., 3rd Edition, 1987, pp. 338-362.
- [12]: A.G.King, Ceramic technology and processing, Ed. Noyes Public., 2002, 512 p.
- [13] : X. Kuang, G. Carotenuto and L. Nicolais, A Review of Ceramic Sintering and Suggestions on Reducing Sintering Temperatures, Advanced Performance Materials 4, Kluwer Academic Publishers, 1997, pp. 257-274.
- [14] : M.W. Barsoum, Fundamentals of ceramics, © IOP Publishing Ltd 2003.91.
- [15] Haussonne J, M., Carry., Bowen, P., Barton, J. Traité des matériaux, Tome 16, céramiques et verres', Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1e Ed, 2005.

Analyse fréquentielle des vibrations des poutres sandwichs à âme viscoélastique et peaux en composites

TEKILI SABIHA¹, KHADRI YOUSEF¹, KARMI YACINE²

¹Laboratoire LMI, Faculté des sciences de l'ingénierie, Université Badji Mokhtar – Annaba, BP12, Algérie.

²Laboratoire LRCNDS, Faculté des sciences de l'ingénierie, Université Badji Mokhtar – Annaba, Algérie.

Email: tekili.sabah@gmail.com

Abstract

Dans ce travail, nous présentons une approche pour l'analyse des vibrations libres et forcées dans le domaine fréquentiel des poutres sandwichs à cœur viscoélastique. Une théorie d'ordre élevé a été utilisée en tenant compte des inerties longitudinales et rotationnelles. La formulation de l'équation de mouvement est réalisée par le principe d'Hamilton. Une analyse paramétrique a été réalisée avec différents facteurs de perte viscoélastique afin d'analyser leurs effets sur le comportement dynamique. L'analyse montre que le facteur de perte viscoélastique a un effet significatif sur le comportement vibratoire impliquant l'amélioration de l'amortissement de la structure.

Key word: vibration, matériau viscoélastique, amortissement, sandwich, composites

Résultats:

Dans cette étude, nous étudions le comportement dynamique des poutres sandwichs à cœur viscoélastique sous une charge ponctuelle unité en utilisant plusieurs modèles viscoélastiques à plusieurs facteurs de perte η_c afin d'évaluer leurs effets. Le modèle de comportement viscoélastique est considéré avec un module E indépendant de la fréquence, ce modèle est largement utilisé pour étudier le comportement viscoélastique :

$$E = E_0(1 + i\eta_c)$$

Les propriétés mécaniques et géométriques de la poutre considérée sont données par le tableau 1.

Tableau 1. Propriétés mécaniques et géométriques du sandwich à cœur viscoélastique

Propriété	Face composite	Cœur viscoélastique	Face composite
Module de Young(Pa)	$E_{11} = 14.7 \times 10^{10}$ $E_{22} = 9 \times 10^9$ $G_{12} = 5 \times 10^9$	$E_c = 70 \times 10^9$	$E_{11} = 14.7 \times 10^{10}$ $E_{22} = 9 \times 10^9$ $G_{12} = 5 \times 10^9$
Coefficient de Poisson	$\nu_f = 0.3$	$\nu_c = 0.29$	$\nu_f = 0.3$
Densité (Kg/m ³)	$P_f = 1580$	$\rho_c = 2800$	$P_f = 1580$
Epaisseur(mm)	$b_f = H-b$	$b_c = 2b$	$b_f = H-b$
	$H = 0.012$; $b = 0.0012$		
Longueur, Largeur(m)	$L = 0.8$, $l = 0.02$		

Les fréquences naturelles et les facteurs de perte de structure de trois premiers modes correspondants aux différentes valeurs de facteur de perte viscoélastique pour la poutre sandwich en appuis simple avec $\theta = 0^\circ$ et $h/H = 0.1$ sont rapportés par le tableau 2. On observe l'augmentation du facteur de perte de la structure lorsque le facteur interne viscoélastique augmente. Les résultats sont tout à fait logiques, vu l'importance de la partie imaginaire de module d'Young qui traduit la capacité des matériaux viscoélastiques à amortir les vibrations notamment lorsque cette partie imaginaire est considérable.

Tableau 2. Fréquences naturelles et facteur de perte du sandwich en appuis simple pour différentes valeurs de η_c

Mode η_c	0.1		0.3		0.6		1.0		1.5	
	f (Hz)	H	f (Hz)	η	f (Hz)	η	f (Hz)	H	f (Hz)	η
1	75.063	9.27e-3	75.07	2.78e-2	75.092	5.55e-2	75.144	9.24e-2	75.245	1.38e-1
2	289.44	2.58e-3	289.44	7.75e-3	289.44	1.55e-2	289.46	2.58e-2	289.49	3.87e-2
3	646.52	1.17e-3	646.53	3.52e-3	646.53	7.04e-3	646.53	1.17e-2	646.55	1.76e-2

La figure 1 valide les résultats pour la même poutre sandwich en appuis simple considérée dont on constate la relation proportionnelle entre le facteur de perte interne viscoélastique et le facteur de perte de la structure, néanmoins les fréquences propres restent constantes. Dans le but d'étudier l'impact de ce facteur

d'amortissement viscoélastique sur les amplitudes des réponses fréquentielles correspondantes aux fréquences de résonances, les mêmes propriétés géométriques du sandwich viscoélastique du tableau 1 sont considérées. Les résultats des réponses fréquentielles pour différentes valeurs $\eta_c=0.0, 0.1, 0.6, 1.0$ et 1.5 sont présentés par la Fig.2 pour une poutre en appuis simple. On remarque que les pics d'amplitudes obtenus pour la valeur de $\eta_c = 0$ sont très grands par rapport à ceux obtenus pour des valeurs plus élevées de $\eta_c > 0$. L'effet de facteur perte est très considérable vu la disparition quasiment complète du quatrième (4eme) pic correspondant à la fréquence naturelle $\omega=933$ dont le pic d'amplitude de déplacement a atteint la valeur $w=0.21$ m.

En ce qui concerne le premier pic d'amplitude qui correspond la première fréquence propre $\omega = 75$, la zone zoomée des amplitudes illustre que les pics d'amplitudes diminuent progressivement avec l'augmentation de η_c dont les valeurs de déplacement sont atteints $w = 0.1069, 0.01886, 0.003195, 0.001919$ et 0.001292 pour $\eta_c = 0.0, 0.1, 0.6, 1.0$ et 1.5 respectivement. Les résultats valident tout ce qui est obtenu auparavant dont les matériaux viscoélastiques sont capables à atténuer les amplitudes de vibrations grâce à leurs propriétés amortissantes spécifiques représentées par leur partie dissipative de module d'Young et par conséquent par leur facteur de perte viscoélastique.

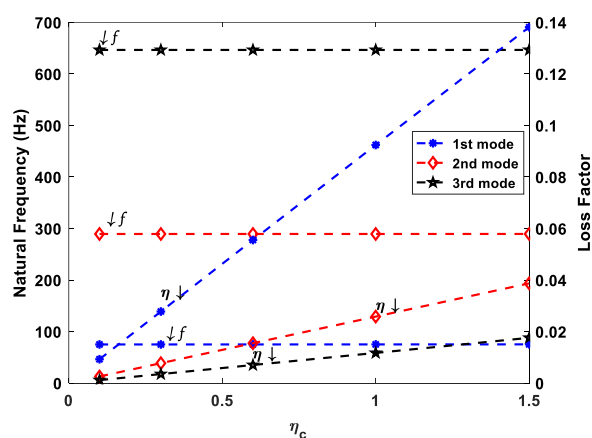


Figure 1. Variations des fréquences naturelles et des facteurs de perte de la poutre sandwich en appuis simple pour différentes valeurs de η_c obtenues avec $\theta=0^\circ$ et $H=0.1$

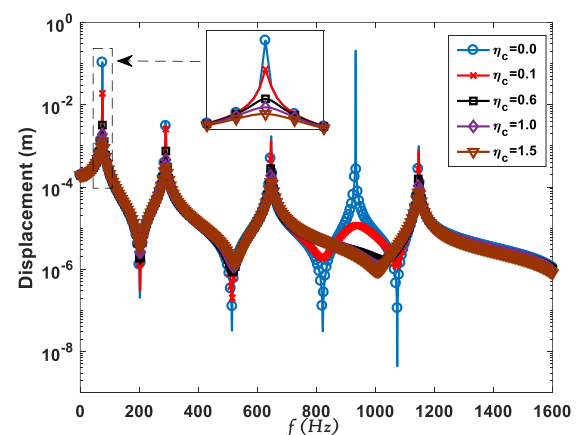


Figure 2. Comparaison des réponses fréquentielles au milieu de la poutre sandwich en appuis simple de cœur viscoélastique et faces composites obtenues pour différentes valeurs de η_c avec $\theta=0^\circ$ et $H=0.1$

Conclusion :

Dans ce travail, une théorie d'ordre élevé a été utilisée en considérant les inerties longitudinales et rotationnelles ainsi que l'asymétrie des poutres sandwichs à cœur viscoélastique, la méthode des éléments finis a été utilisée dans ce travail afin de déterminer les propriétés amortissantes des sandwichs viscoélastiques en résolvant le problème aux valeurs propres caractérisant les vibrations libres et d'obtenir les réponses fréquentielles correspondantes aux vibrations forcées sous une charge ponctuelle à amplitude unitaire. Notre analyse met en évidence l'impact significatif de facteur de perte viscoélastique sur le comportement dynamique des structures composites munies de matériaux viscoélastiques. Les résultats obtenus reflètent le fort pouvoir amortissant de la structure lorsque le facteur devient plus considérable, ce qui permet par conséquent de réduire les amplitudes de vibrations.

Référence :

- [1] Cai, C., Zheng, H., Liu, G.R. (2004). Vibration analysis of a beam with PCLD Patch. Applied Acoustics. 65, 1057–1076.
- [2] Mead, D.J., Markus, S. (1969). The force vibration of a three layer, damped sandwich beam with arbitrary boundary conditions. Journal of Sound and Vibration. 10, 163–175.
- [3] Arvin, H., Sadighi, M., Ohadi, A.R. (2010). A numerical study of free and forced vibration of composite sandwich beam with viscoelastic core. Composite Structures. 92, 996–1008.

Effet du temps de traitement de l'échange ionique du verre sur les contraintes résiduelles

Leila YOUNES^{1, 2}, Mohamed HAMIDOUCHE^{1, 2}

¹. Institut d'optique et mécanique de précision, Université Ferhat Abbas, Sétif1

². Unité des matériaux émergents, Université Ferhat Abbas, Sétif1
l.younes@univ-setif.dz

Résumé :

Le verre est l'un des matériaux les plus utiles et les plus utilisés. Il présente des propriétés très intéressantes telles que : sa transparence, sa bonne durabilité chimique, sa facilité à être façonné ainsi que sa production à faibles coûts et sa grande possibilité de recyclage [1]. Le comportement fragile intrinsèque du verre le rend très sensible aux microfissures superficielles qui agissent comme des sites de concentration des contraintes [2]. Pour certains usages, son renforcement est plus que nécessaire pour remédier à ce problème.

Parmi les différents procédés de renforcement on trouve l'échange ionique qui se base sur l'échange des alcalins de grands rayons ioniques tels que K^+ , provenant d'un bain de sel fondu par exemple KNO_3 , avec des ions alcalins de la surface du verre de rayon ionique plus petit, tels que Na^+ . L'échange d'ions est un processus assez complexe, impliquant des réarrangements structuraux des deux sites ioniques et du réseau de verre [3]. Comme l'échange ionique est un processus d'interdiffusion, il dépend de la température et du temps. Par conséquent, plus la température d'échange d'ions est élevée, plus le temps requis pour développer une couche de compression est court [4]. Cette compression induite empêche et limite la propagation des fissures. La contrainte de compression générée par ce procédé, est due au remplacement des petits ions alcalins du verre par des ions alcalins plus grands du sel dans les mêmes sites moléculaires, sans trop modifier la structure du réseau formé par les liaisons silicium-oxygène dans le verre d'origine [5].

Dans ce travail, nous avons étudié l'effet du temps de traitement de l'échange ionique du verre sur les contraintes résiduelles de compression induite. Le verre utilisé dans cette étude est un verre plat de type silico-sodo-calciq ue d'épaisseur 4mm, fabriqué par flottage par l'entreprise Méditerranéen Float Glass (MFG), filiale de CEVITAL (Algérie). Ce verre est traité par le procédé d'échange ionique dans un bain de nitrate de potassium (KNO_3) fondu à une température de 480°C pendant différents temps d'immersion 2h, 20h, 30h, 40h et 50h.

Les contraintes résiduelles de compression induites ont été déterminé par deux techniques :

- *Une quantitative utilisant la technique d'indentation instrumentée où nous avons déterminé les différentes caractéristiques mécaniques : la dureté Vickers (HV), le module de pénétration élastique (Eit), la ténacité (K_{Ic}).*

- Nous avons déterminé aussi les contraintes par une méthode qualitative qui est la photoélasticimétrie.

Nous avons trouvé que L'augmentation du temps de traitement induit l'augmentation de la dureté Vickers d'environ 4% à 15% par rapport à celle du verre brut, la ténacité et les contraintes de compression résiduelles mais quand les temps de trempe chimique sont allongés, ceci conduit à leurs diminutions. Il apparaît que les contraintes résiduelles d'indentation augmentent à mesure que la charge d'indentation augmente. Le champ de contraintes résiduelles est en relation directe avec la présence de l'oxyde de potassium (K₂O) en surface.

Les temps courts limitent la profondeur de diffusion du potassium alors que les temps de traitement allongés conduisent à la relaxation des contraintes de compression, ce qui limite le renforcement.

Mots clés : verre, renforcement, échange ionique, contraintes, indentation instrumenté.

Références :

- [1] M.E. Nordberg, E.I. Mochel, H.M. Garfinkel, J. S. Olcott, Strengthening by Ion Exchange, Journal of the American Ceramic Society, Vol.47, No.5 (1964), 215-219.
- [2] I.W.Donald, Review Methods for improving the mechanical properties of oxide glasses, Journal of Materials Science 24 (1989), 4177- 4208.
- [3] P.Mazzoldi, S. Caraturan, A.Quaranta, C.Sada, V.M.Sglavo, Ion exchange process : History, evolution and applications, Rivista Del Nuovo Cimento, Vol.36, N.9, (2013), 397-460, DOI 10.1393/ncr/i2013-10092-1.
- [4] I.W. Donald, M. J. C. Hill, Preparation and mechanical behaviour of some chemically strengthened lithium magnesium alumino-silicate glasses, Journal of Materials Science 23, (1988), 2797-2809.
- [5] A.Talimian, G.Mariotto, V.M. Sglavo, Electric field-assisted ion exchange strengthening of borosilicate and soda lime silicate glass, International Journal of Applied Glass Science, (2017), 1-10, DOI: 10.1111/ijag.12266.

Session B3
"Tribology, fracture and fatigue"

Mécanismes d'usure du couple PS Cristal/Acier 100C6

Soufyane Aounallah^{1,2}, KAMEL LOUCIF¹

¹LMNM, IOMP, Université Setif1

²AMC, Tipaza

Résumé

Le polystyrène est un polymère à utilisation très répandue à cause de sa transparence, sa rigidité et sa passivité en milieu chimique. Cependant, il est très cassant. Ses caractéristiques dépendent significativement du procédé de sa fabrication. Son utilisation en contact d'autres matériaux l'expose à diverses formes d'endommagement d'usure et perd sa particularité d'esthétique. Dans la présente étude, nous visons à déterminer les mécanismes d'usures du couple polystyrène cristal fabriqué par Condor Bordj Bou Arreridj et acier 100C6.

Nous avons déterminé les mécanismes d'usures à l'aide d'un microscope optique et microscope à balayage électronique, nous avons aussi suivi l'évolution du coefficient de frottement contre un acier très dur et déterminer le coefficient de frottement caractéristique en fonction des conditions opératoires. La tenue à l'usure dans différentes condition a été étudiée. Les résultats obtenus ont été comparés avec ceux de la bibliographie.

Mots clés : frottement, usure, polystyrène cristal, thermoplastique.

Results

Le matériau utilisé est un polystyrène cristal fabriqué par Condor Bordj Bou Arreridj (Algeria) en forme de tôles extrudées. Les échantillons sont découpés 30x30x4mm4. Les essais tribologiques ont été effectués sur un tribomètre de type Nanovea à contact pion sur disque. Le pion est une bille en acier 100Cr6 de 6mm de diamètre et de dureté 64HRC. Le tableau donne l'analyse de contact par la théorie de Hertz. Les essais sont déroulés à l'ambiante et sans lubrifiant. On donne le coefficient de frottement pour différentes valeurs de vitesse de rotation et de force de contact. Nous avons porté aussi le rayon de la zone de contact a et la pression maximale au centre du contact P_0 .

F (N)	0.5	1	2	5
a (mm)	0.06	0.08	0.10	0.014
P_0 (MPa)	58.50	73.71	92.87	126.04
n (tr/min)	Coefficient de frottement			
20	0.16	0.52	0.54	0.45
60	0.21	0.58	0.42	0.45
90	0.25	0.50	0.45	0.44
100	0.19	0.40	0.55	0.42

Tableau : Coefficients de frottement déterminés, pression maximale de contact et rayon de la zone de contact calculés

Dans le domaine des conditions balayées, le coefficient de frottement prend une valeur moyenne de l'ordre de 0.45. A très faible force normale, le coefficient de frottement est très faible car le pion ne rencontre aucune résistance à son déplacement. La pression de contact est insuffisante pour faire pénétrer le pion dans le disque. Lorsque la pression de vient importante, le coefficient de frottement devient significatif. Il semble que la variation du coefficient de frottement est plutôt influencée par la force normale que par la vitesse de glissement.

Les observations en microscopie optique et électronique à balayage (Figure) montrent différentes formes de dégradation de la surface :

- déformation plastique due à un écrasement de polymère en amont du pion,

- abrasion dans la piste d'usure à cause de la différence importante de dureté entre le pion et le disque. Cette abrasion apparaît sous forme de rayures uniformes et homogènes le long des pistes d'usure.
- adhésion dans le bord de la piste.

Ainsi, on peut qualifier l'usure du polystyrène par une usure douce au milieu de la piste et une usure sévère aux bords de la piste. Cependant, l'apport de cette dernière est très faible devant l'usure douce. Cette conclusion est justifiée par la constance du coefficient de frottement.

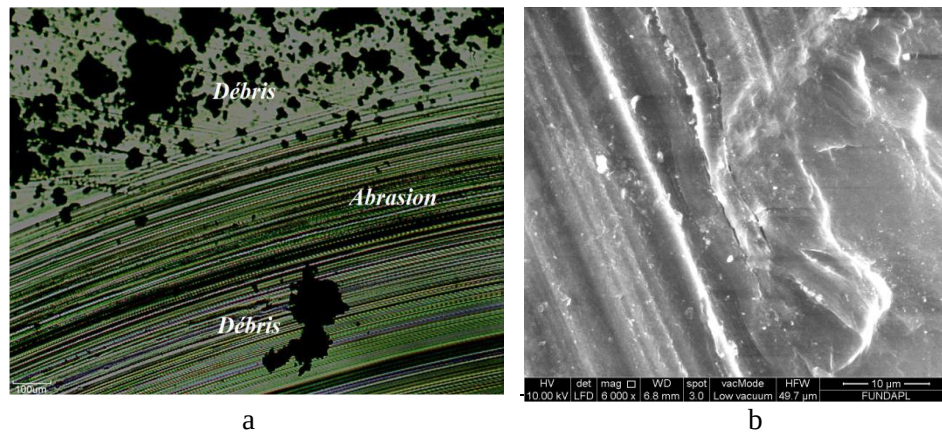


Figure 1 : Micrographies optiques (a) et électronique (b) des pistes d'usure sous la force normale 2N et une vitesse de glissement 60trs/mn

Références :

- [1] O.C. Zienkiewicz and R.C. Taylor, The Finite Element Method, 4th Edition, Vol. I, McGraw Hill, 1989, Vol. II, 1991.
- [2] M. Mansha, Improving the Scratch resistance of PMMA, These de Doctorat, Université de Strasbourg, 2011.
- [3] B. Bendifallah, M. Kharrat, M. Dammak and G. Montell, Comportement tribologique de polymères thermoplastiques chargés de lubrifiants solides, 20^{ème} Congrès Français de Mécanique, Besançon 29 août au 2 septembre, 2011.
- [4] H. J. Mathieu, E. Bergmann and R. Gras, Analyse et technologie des surfaces : couche minces et tribologie, Presses polytechniques et université de Romandes.
- [5] Y. Yamaguchi, Tribology of plastic materials their characteristics and applications to sliding components, Tribology series 16, éd. Elsevier Science Publishing Amsterdam, 392p. 1990.

Etude de la resistance en fatigue des joints soudés X70

ADEL DELIOU^{1,2}, BENATTOU BOUCHOUICHA²

¹Département de Génie Mécanique, Faculté Science de la Technologie, Université de Jijel

²Laboratoire des matériaux et systèmes réactifs, Département de Génie Mécanique, Université de

Sidi Bel-abbès, Algérie

Email : del032003@yahoo.fr

deliouadel15@gmail.com

Abstract

L'objectif de notre travail est d'étudier la propagation de la fissure en fatigue dans les différentes zones du joint soudé en acier API 5L X70 utilisé pour la fabrication des pipelines, le procédé de soudage est à l'arc sous flux. Dans une première partie de cette étude on a caractérisé notre matériau par des essais mécaniques de contrôles destructifs comme la traction, la microstructure et la dureté dans les différentes zones du joint soudé. Pour une meilleure compréhension des processus conduisant à la déchirure ductile des matériaux soudés, nous avons vérifié l'évolution de l'intégral J et le déplacement de l'ouverture en fond de fissure en fonction de l'avancée de la fissure par la méthode des éléments finis en utilisant un code de calcul Abaqus dans les deux matériaux ; le métal fondu et le métal de base.

Key word : X70 welded joint, Integral J, CTOD, Ductile tear

Introduction

Dans cet article, nous avons étudié l'évolution de l'intégral J et le déplacement de l'ouverture en fond de fissure CTOD en fonction de l'avancée de la fissure par l'utilisation de la méthode des éléments finis (Abaqus) pour les deux matériaux : le métal de base et le métal fondu du joint soudé X70 et on a montré par les résultats de cette méthode que le métal fondu présente les meilleures résistances mécaniques à la fatigue.

Evolution de l'intégral J en fonction de l'avancée de la fissure

L'étude énergétique d'une éprouvette fissurée, dont le comportement est non linéaire, s'effectue à l'aide du taux de restitution d'énergie non linéaire ou intégrale J nommé par Rice. Ce paramètre caractérise, de façon unique les champs des contraintes et de déformation au voisinage de l'extrémité d'une fissure dans un matériau non linéaire. L'étude numérique par la méthode des éléments finis est effectuée sur des éprouvettes CT 50 en comparant l'évolution des concepts de la mécanique de la rupture de l'intégral J et le CTOD pour les deux zones : le métal de base MB et le métal fondu MF présentant des zones ayant des caractéristiques mécaniques différentes.

La figure 1, présentant l'évolution de J en fonction du déplacement imposé montre que l'intégral J a le même spectre pour les deux éprouvettes étudiées (MB et MF). Les valeurs les plus élevées sont observées pour les éprouvettes dont la fissure est en métal de base MB égale à 64.78 kJ/m², cependant, le métal fondu présente une ténacité, exprimée par J_{0,2} égale à 52.88 kJ/m². L'évolution des valeurs de l'intégrale J pour les deux matériaux est presque identique qui montre le bon choix du métal déposé. Le métal de base est le moins résistant à l'avancée de la fissure parce qu'il a de moins propriétés mécaniques (module d'Young et limite élastique)

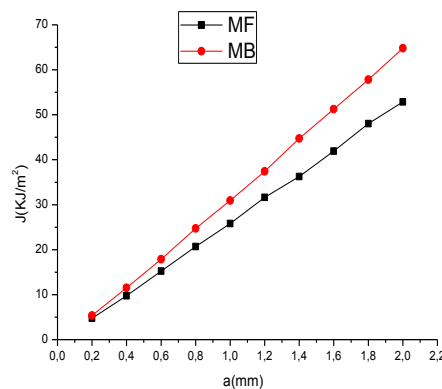


Figure1. Evolution de l'intégrale J en fonction du déplacement

Déplacement de l'ouverture en fond de fissure(CTOD)

La figure 2, présentant l'évolution du CTOD en fonction du déplacement imposé montre que l'ouverture au fond de la fissure présente la même évolution, et presque la même dans les deux configurations étudiées (MB et MF). Cette constatation signifie que l'ouverture au fond de la fissure dépend essentiellement du comportement du matériau ayant la plus faible limite d'élasticité. Ces ouvertures dépendent du niveau de la résistance de chacun des matériaux adjacents à l'entaille (niveau de Mismatching et la ZAT est plus résistante que le MB). C'est pourquoi l'ouverture se développe d'une manière plus importante du côté du métal de base dont la résistance est la plus faible.

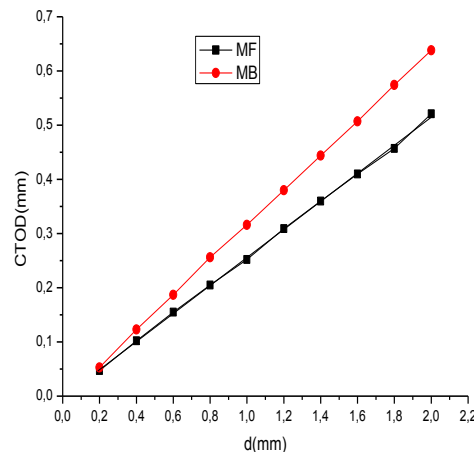


Figure2 .Évolution du CTOD en fonction du déplacement imposé

References

- [1] J.W. Hutchinson, Singular behaviour at the end of a tensile crack in a hardening material, Journal of the Mechanics and Physics of Solids, 16:13-31, 1968.
- [2] J.R Rice, GF Rosenberg, Plane strain deformation near crack tip in a power-law hardening material, Journal of the Mechanics and Physics of Solids, ;16:1-12,1968
- [3] G.P. Cherepanov, Crack propagation in continuous media, Appt Math. and Mech. Translation ,31: 504-516, 1967
- [4] J.R Rice, A path independant integral and the approximate analysis of strain concentration by notches and crack, Journal of Applied Mechanics, 35: 379-386,1967
- [5] J. A Begley, J.D Landes. The J-integral as a fracture criterion, ASTM STP 514, American Society of Testing and Materials, : 1-20, Philadelphia 1972
- [6] A.A. Wells, Application of fracture mechanics at and beyond general yielding. ,British Welding Institute Journal, 10-11: 563-570, 1963.

Microstructural and tribological characterization of Ni-Co-SiO₂ nanocomposite electrodeposited coatings

MOHAMED HAMIDOUCHE^{1,2,3}, NAFISSA KHENNAFI-BENGHALEM^{1,2}, ABDELGHANI KENZOUR^{2,3},
HALIM MERABTI³

¹Research Unit of Emergent Materials, University of Setif 1, Setif 19000, Algeria

²Institut of Optics and Precision Mechanic, University of Setif 1, Setif 19000, Algeria

³Research Center in Industrial Technologies CRTI, P.O. Box 64, Cheraga 16014, Algiers, Algeria
Email : hamidouchemohamed@yahoo.fr

Abstract

Electrodeposited Ni-Co/SiO₂ nanoparticles composite coatings have good properties such as; strength and hardness, magnetic properties, chemical stability, and wear and corrosion resistance at high temperature which are better than Ni-Co alloys coatings[1] .

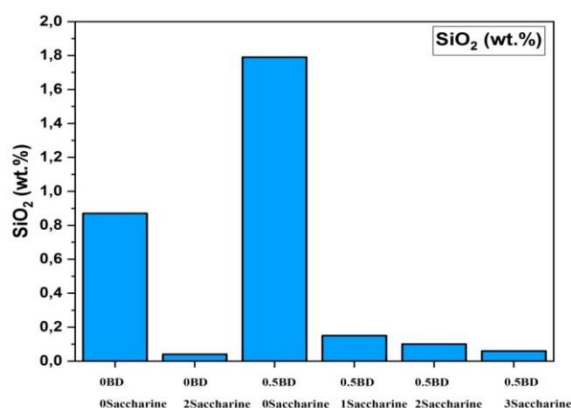
In the present study, Ni-Co-SiO₂ nano-composite coatings were electrodeposited on StW24 mild steel from electrolytes containing different contents of organic additives namely saccharine, BD and SDS. The effects of these additives on the compositional, microstructural, morphological and tribological characteristics of the electrodeposited coatings were studied by XRF, XRD, SEM and pawn on disk tribometer. A correlation was made between the compositional, morpho-structural and tribological properties of coatings in order to understand the reasons behind the variations occurred in the tribological properties of these elaborated coatings.

Keywords: Ni-Co-SiO₂ coatings, saccharine, BD, Friction, wear resistance.

Selected Results

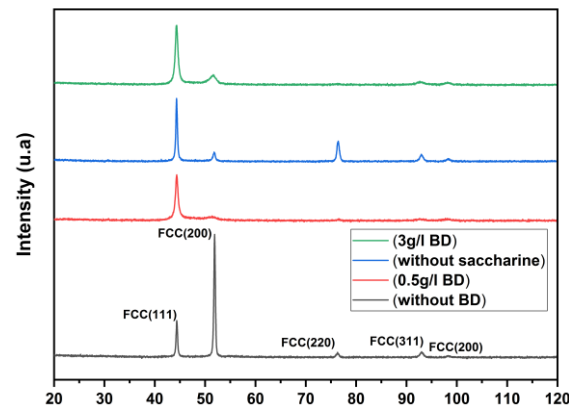
Composition of coatings:

The addition of BD molecules in the electrodeposition bath leads to the increased incorporation of SiO₂ nanoparticles into the Ni-Co matrix; while the addition of saccharine molecules to the bath inhibit their incorporation.

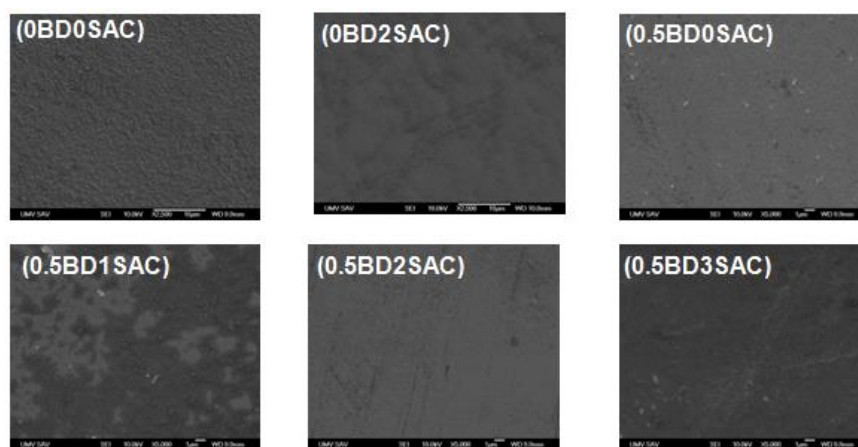


Morphological and structural properties of coatings:

XRD patterns of coatings reveal that the addition of both saccharine and BD causes the disappearance of (200) crystallographic orientation. In the other hand, BD and saccharine in the electrodeposition bath lead to the predominance of (111) as preferential orientation instead of the (200) direction remarked in the XRD patterns in the absence of these additives.

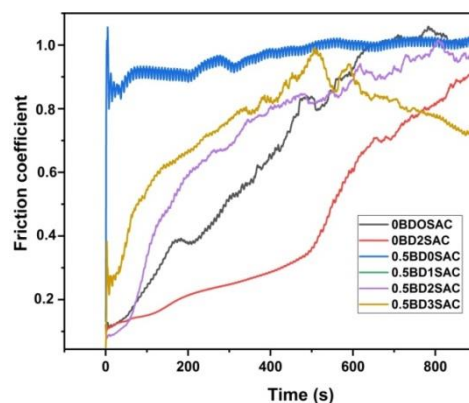


SEM observations show that the addition of saccharine in the electrolyte leads to the smooth surface morphologies of Ni-Co-SiO₂ coatings, while the addition of BD lead to rougher surfaces.



Tribological and wear properties of coatings:

The addition of BD leads to rougher surfaces due to the much more incorporation of SiO₂ nanoparticles in the Ni-Co matrix, consequently the coatings elaborated in the presence of BD reveal the higher friction coefficient. On the contrary, with the augmentation of saccharine content in the bath we notice the diminution of friction coefficient which explained by the smoother elaborated coatings containing the least SiO₂ nanoparticles. In the other hand, the coatings which contains the much more SiO₂ nanoparticles content elaborated in the presence of BD reveal the much stable friction coefficient which explained by their harder surface.



REFERENCES

- [1] S.I. Ghazanlou, S. Ahmadiyeh, R. Yavari, Investigation of pulse electrodeposited Ni-Co/SiO₂ nanocomposite coating, *Surf. Eng.* 33 (2017) 337–347. doi:10.1080/02670844.2016.1275484.

Simulation par la méthode Lagrangienne et SPH de test d'impact de Taylor

LEILA KERDJA, YAZID FIZI, BOUALEM KESKES

Laboratoire de Mécanique de Précision Appliquée LMPA

Université Ferhat Abbas UFAS1, Sétif 19000, Algérie

Email: kerdjaleila1@gmail.com.

Résumé

L'un des outils utilisés pour caractériser le comportement des matériaux sous charge dynamique est l'essai de choc de Taylor, dans lequel un spécimen frappe rapidement un corps assez rigide [1]. Dans cette étude, on a d'abord simulé à l'aide du modèle de Johnson-Cook, l'essai de Taylor d'une tige en alliage d'aluminium dans le code ABAQUS/Explicit des éléments finis et LS-DYNA. Ensuite, la forme finale d'un spécimen de Taylor simulé numériquement est comparée à la forme finale du spécimen expérimental. La comparaison des résultats numériques et numériques a été présentée.

Mots clés : Test de Taylor, Simulation ,rupture, SPH

Résultats

La modélisation numérique de l'essai a été effectuée avec Abaqus/Explicit et Ls-dyna, selon le test expérimental. Le maillage du projectile a été optimisé suite à l'étude de convergence, effectuée avec les valeurs fixes des paramètres de la loi de Johnson-Cook qui sont présentées dans le tableau 1. Le modèle géométrique de l'essai contient un cylindre ayant les dimensions mentionnées ci-dessous, qui frappe un corps rigide. L'espace de 5mm est pris en compte entre les cylindres et la plaque rigide dans les simulations.

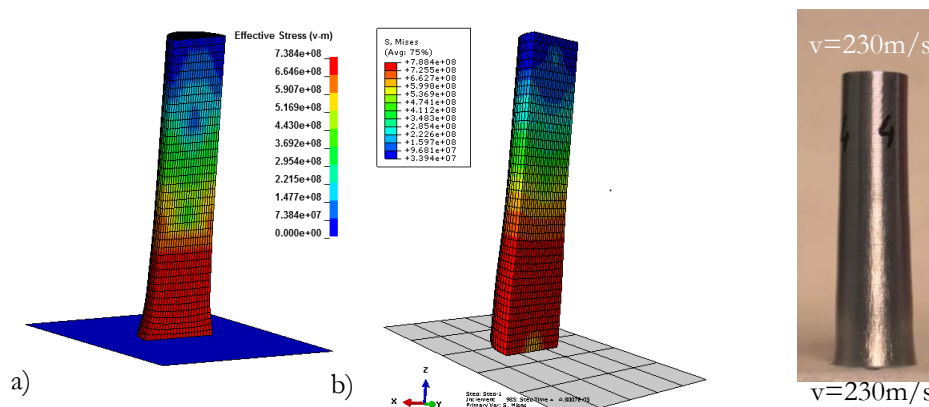


Fig 1 : Forme de spécimen après l'impact : MEF-LS-Dyna b) MEF-ABAQUS, c) Expérimentale [2]

D'après les résultats numériques, il apparaît nettement que lorsqu'on impacte une plaque rigide, le diamètre du projectile augmente de manière très significative et la longueur finale du projectile diminue. La figure (2) illustre la distribution de la déformation plastique équivalente dans le spécimen après essai d'impact de Taylor à 230 m/s. Une large déformation est observée à la partie finale impactée du spécimen. Une bonne concordance entre les résultats des simulations numériques et expérimentaux concernant les profils des projectiles la figure (3).

La méthode Smoothed Particle Hydrodynamics appelée SPH [3], est une alternative à la discrétisation en éléments finis. Tenant compte de l'insuffisance de la méthode de Lagrange, la méthode SPH sans maillage qui est utilisé pour simuler le problème d'impact à haute vitesse est employé ici pour examiner le comportement de l'impact. Le contour de déformation prédite par l'utilisation de l'approche SPH est différent de la configuration de déformation discuté dans les sections ci-dessus. La déformation plastique intensif est observée à la région entourant le centre de specimen.

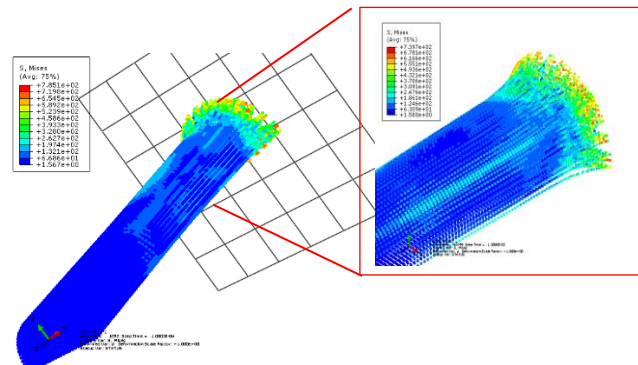


Fig 2: Contours de la contrainte de Von-mises et de la déformation

Notre calcul montre que l'utilisation de la méthode SPH a nous permis d'éviter la distorsion excessive des éléments qui mettent prématurément l'arrêt de calcul.

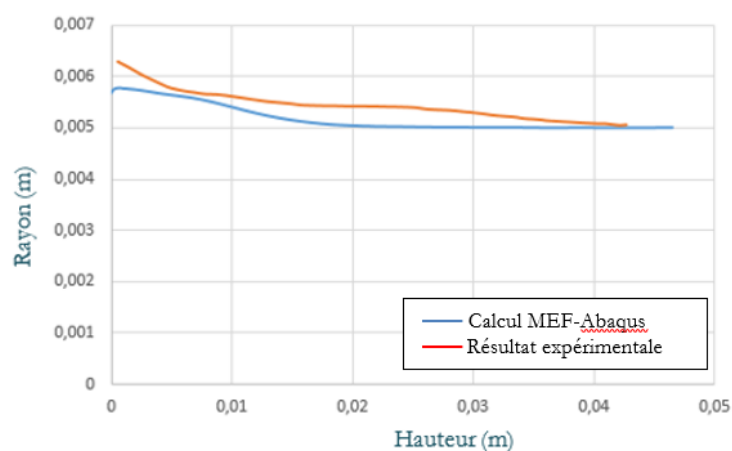


Fig 3 : Profil de l'essai de Taylor

Références

- [1] Taylor, G.I. (1948), Proc.Royal Soc. London A 194(1038), 289–299
- [2] I. Nistor, Identification expérimentale et simulation numérique de l'endommagement en dynamique rapide : application aux structures aéronautiques, Thèse De Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse. 2005
- [3] L. B. Lucy. A numerical approach to the testing of the fission hypothesis. Astronomical Journal, vol. 82, 1977, pp1013-1024

Comportement tribologique d'un acier Hss revêtu bipoinçonnant un acier recuit.

Nafissa KHENNAFI-BENGHALEM, Abdeliamine Zahri Sabaa Mouloud²

⁽¹⁾Unité de recherche des matériaux émergents
Institut d'optique et mécanique de précision
Université Ferhat Abbas Sétif 1
(khanafi@yahoo.fr)

Résumé

Le frottement est un phénomène omniprésent dans tous les systèmes tribologiques qui sont nombreux et très variés. L'objectif de ce présent travail est de caractériser le frottement dans un système tribologique défini par un contact poinçons-tôles des aciers. Le principe consiste à écraser une tôle en acier recuit entre deux poinçons en Hss revêtu dans un dispositif que nous avons conçu et que nous l'avons adapté à une presse hydraulique avec un effort max de 80KN. La particularité du processus de bipoinçonnement est de pouvoir évaluer le frottement une fois les essais sont terminés, selon des formules qui prennent en compte l'épaisseur, la largeur respectivement initiale et finale de la tôle et l'effort de l'écrasement. Après résultats nous avons pu déterminer le coefficient et nous avons pu caractériser le transfert de matière de la tôle vers le poinçon.

Mots clés : Usure, frottement, Acier rapide, acier traité, transfert de matière.

Résultats expérimentaux

Étude du frottement

A partir des résultats obtenus, on est arrivé à tracer les courbes qui représentent le coefficient de frottement en fonction de la force Normale. $m(F)$ figure 1 et la variation de la contrainte en fonction de la force normale $\sigma(F)$ figure 2.

Observation optiques des pionçons

Pour étudier le transfert de la matière de la tôle au poinçon, on a pris des micrographies dans trois différentes zones de la face écrasée de chaque poinçon : dans la zone non frottée (Znf), le milieu de la zone frottée (Zmf) et au bord de la zone frottée (Zb)

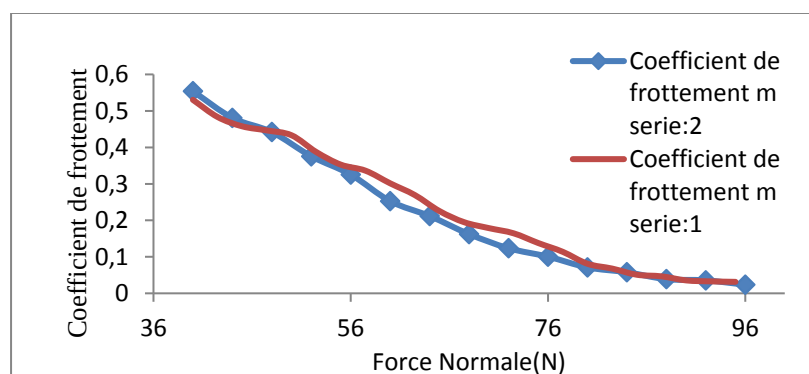


Figure 1: Coefficient de frottement en fonction de la force normale. $m(F)$

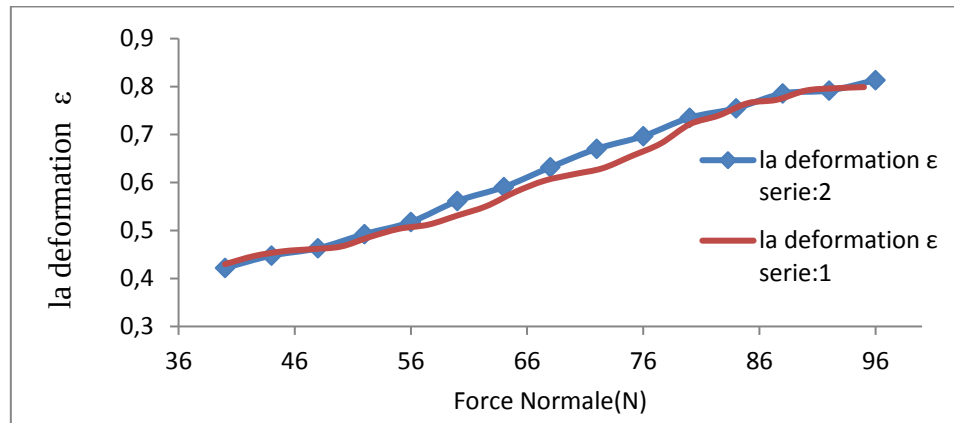
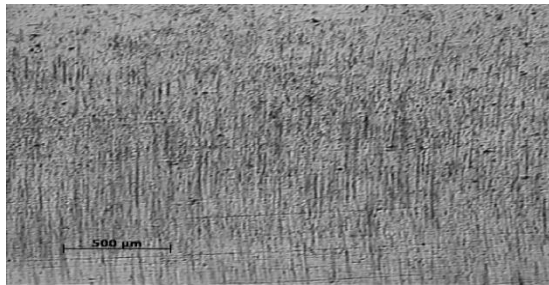
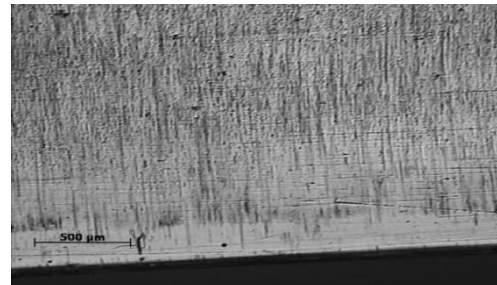


Figure 2: Déformation en fonction de la force normale ε (F)



a) Milieu



b) bord

Figure 3 : Micrographies optiques prises au milieu et au bord poinçons usés

D'après la comparaison des micrographies des poinçons avant et après l'écrasement et entre les micrographies des deux séries; on remarque dans les milieux et les bords des zones écrasées la présence et la création des tâches noires suite au bipoinçonnement des poinçons. Cela peut être expliqué par la présence du transfert de matière ce qui confirme la formation, des nouveaux éléments et on les remarque comme des particules incrustées, des pistes discontinues et dispersées et des rayures.

Références bibliographiques

- [1] J. Kubié « Le test de bipoinçonnement : étude théorique Application à l'étude du transfert de matière dans un contact frottant » Thèse de docteur ingénieur, école des mines de Paris (1980)
- [2] D. A. Rigney, «Transfer, mixing and associated chemical and mechanical processes during the sliding of ductile materials» Wear , vol. 245, no. 1, pp. 1-9, 2000
- [3] P. Montmitonnet, F. Delamare, B. Rizoulières: Transfer layer and friction in cold metal strip rolling processes. Wear 245 (2000) pp. 125-135
- [4] M. Mosleh, M. Ghaderi « Deagglomeration of Transfer Film in Metal Contacts Using Nanolubricants», Tribo Trans , vol. 55, n°. 1, pp. 52-58, 2012
- [5] A. Dubois, L. Dubar, M. Dubar, J. Oudin, Caractérisation du frottement outil pièce en mise en forme à l'ambiante des aciers Mec. Ind. (2000) 1, 639-649
- [6] P. Wouters, F. Sips, P. Magain, Un nouvel outil pour l'étude des interactions tôle- outil-lubrifiant : Le test en cadence, Mec. Ind. (2000) 1, 457-464

Comportement à l'usure des revêtements en dioxyde de titane et d'alumine

Nafissa KHENNAFI-BENGHALEM⁽¹⁾, Kamel Loucif², Soufyanne Aounallah²

⁽¹⁾Unité de recherche des matériaux émergents

⁽²⁾Laboratoire des matériaux non métalliques

Institut d'optique et mécanique de précision

Université Ferhat Abbas Sétif 1

(khanafi@yahoo.fr)

Résumé

La plus part des revêtements des matériaux offrent des solutions d'haute technologie permettant l'amélioration du comportement d'une grande variété de pièces devant les problèmes typiques d'usure: abrasion, érosion, friction, frottement mécanique. Ce travail vise à déterminer la résistance à l'usure d'un revêtement plasma face à un acier dur dans le but de conférer à un substrat en acier doux des propriétés mécaniques plus élevées dans l'objectif de l'utiliser dans des domaines autres que ses domaines usuels en lui donnant ainsi la possibilité d'élargir sa gamme d'applications par ces dépôts. Les revêtements sont déposés par la technique plasma à chaud, un dispositif d'usure a été conçu pour réaliser des essais d'usure, après essais et suite à la caractérisation de la couche déposée composite céramique (dioxyde de titane+ alumine), il a été remarqué que la dureté de la couche déposée est supérieure à celle du substrat mais le mécanisme d'usure qui domine le processus de ce contact est caractérisé par une usure sévère. Malgré que la couche déposée a bien été affectée par ce type d'usure le matériau du substrat a été conservé.

Mots clés : Usure, frottement, dioxyde de titane, alumine, acier doux.

Résultats expérimentaux

Étude de l'usure

Dans notre cas, nous avons suivi l'usure de l'échantillon par les mesures suivantes :

- Mesure de la perte en masse, de l'échantillon et de la bille, la perte de masse, a été calculée par:

$\Delta m = m_0 - m$ où m et m_0 sont: respectivement la masse de l'échantillon avant et après usure. Nous avons porté sur le même tableau le coefficient d'usure donné par : $K = V / (P.L)$ où : V : volume d'usure P et L sont respectivement la force normale et la distance de glissement.

- observations métallographiques sur un microscope Néophot 21. Cette technique nous a permis aussi d'observer les débris détachés et leurs morphologies

Le tableau suivant résume l'ensemble des résultats prélevés et calculés, et la figure 1 montre le profil des pistes d'usure sur l'éprouvette revêtue en dioxyde de titane +alumine

N : Piste	Rayon R (mm)	masse m (g).	Δm (g).	Vitesse v(mm/s)	largeur l (mm).	K ($\text{cm}^3 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)
1	7	22.9856	0.0018	44	1.0784	1.1×10^{-10}
2	9	22.9822	0.0034	56.5	1.0462	1.6×10^{-10}
3	12	22.9710	0.0112	75.4	1.3078	4×10^{-10}
4	15	22.9570	0.0140	94.3	1.3052	4×10^{-10}

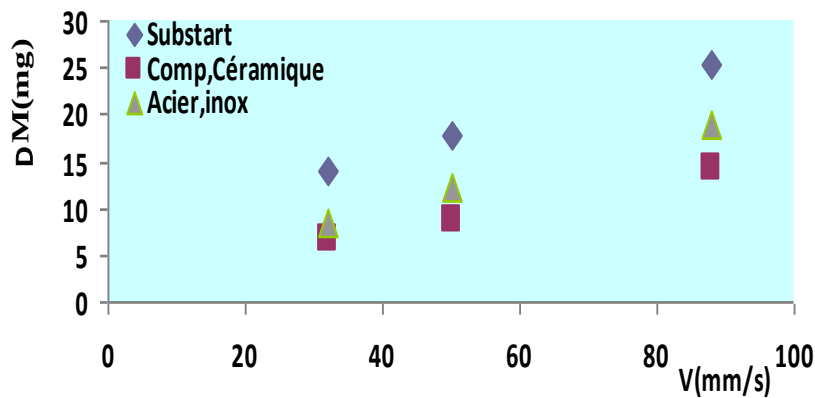


Figure1 : Perte de masse en fonction de la vitesse de glissement de la composite céramique et du substrat

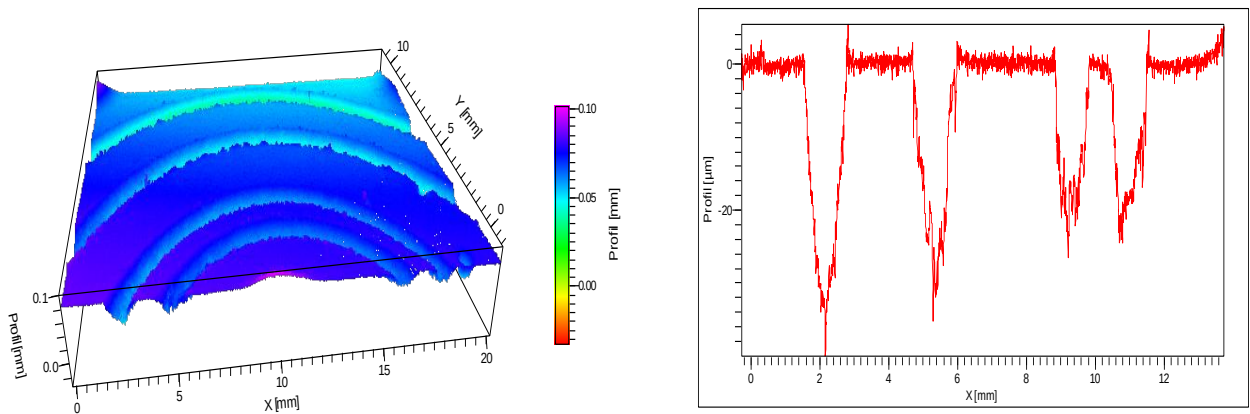


Figure2 : Profil d'un échantillon en composite céramique usé la reproduction des pistes par microscopie en trois D et profondeur des pistes

Références bibliographiques

- [1] Robert, L., «Traitements et revêtements de surface des métaux ». Mécanique et matériaux, DUNOD Paris, 1998.
- [2] Benarioua, Y., « Contribution à l'étude des propriétés physiques et mécaniques de films minces et de surfaces implantées ». Thèse de doctorat d'état, institut d'optique et mécanique de précision, Sétif, 2002.
- [3] Hafdallah, A.K., « Etude de dopage des couches minces de ZnO élaboré par spray ultrasonique ». Mémoire de magister en physique, Sétif, 2007.
- [4] Proner, A., « Revêtements par projection thermique ». Technique de l'ingénieur, 2008.
- [5] Bernanger, G. et Mazille, H., « Revêtements et traitements de surface ». Institut national des sciences appliquées de Lyon INSA, 2000.

Frottement du polystyrène cristal glissant sur un acier dur

FATIMA ZOHRA MESSAGIER¹, KAMEL LOUCIF², SOFIANE AOUNALLAH², NAFISSA KHENNAFI-BENGHALEM¹

¹Unité de recherche des matériaux émergents,

²Laboratoire des matériaux non métalliques

Institut d'optique et mécanique de précision

Université Ferhat Abbès Sétif 1

Email: messagier.zara@gmail.com

Résumé

Le polystyrène est un polymère à utilisation très répandue à cause de sa transparence, sa rigidité et sa passivité en milieu chimique. Cependant, il est très cassant. Ses caractéristiques dépendent significativement du procédé de sa fabrication. Dans la présente étude, nous visons à déterminer les caractéristiques mécaniques et le comportement tribologique d'un polystyrène cristal produit par le groupement CONDOR de Bordj Bou Arreridj. Du point de vue tribologie, nous avons suivi l'évolution du coefficient de frottement contre un acier très dur et déterminé le coefficient de frottement caractéristique en fonction de deux paramètres d'étude : la température et le lubrifiant. La tenue à l'usure dans de différentes conditions a été étudiée. Les résultats obtenus sont comparables aux travaux déjà menés dans cet axe. Les mécanismes d'usure qui gouvernent le processus de dégradation du polystyrène cristal sont : la déformation plastique et l'abrasion.

Mots clés : Polystyrène, polymère, tribologie, frottement, usure...

Résultats

1 Evolution du coefficient de frottement à sec

Les figures 1 (a, b) montrent les courbes d'évolution du coefficient de frottement à sec à 15 et 20°C sous une force normale de 1 N. On remarque que le coefficient de frottement augmente rapidement, marquant un stade transitoire puis tend vers une valeur stationnaire dès les premières minutes. Cependant le stade stationnaire ne marque pas toujours une valeur stable.

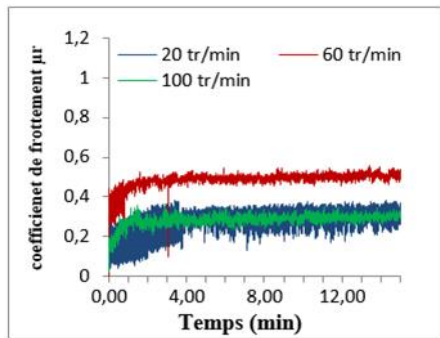
2 Evolution du coefficient de frottement avec lubrifiant eau

Les figures 1 (c et d) montrent l'évolution du coefficient de frottement sous lubrification eau avec différentes conditions de force normale et de vitesse de glissement. Sous l'effet de la lubrification, le coefficient de frottement diminue généralement. A la température 15°C, il est plus faible qu'à 20°C, la dureté du polystyrène peut expliquer ce comportement. Il semble que l'enfoncement du pion à 20°C est plus important et dans ce cas, l'effet lubrifiant de l'eau diminue comparativement avec 15°C.

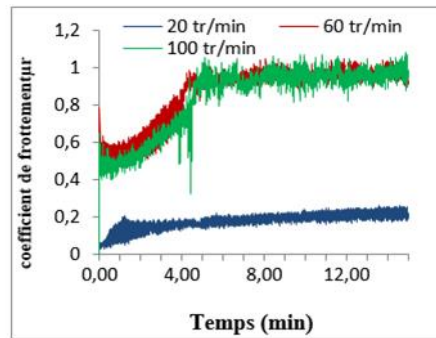
3. Observation microscopique

L'étude de l'usure des échantillons de polystyrène a été suivie par observations métallographiques. La figure (3.a) donne une micrographie optique de la piste d'usure à sec sous une force normale de 2N, une vitesse de glissement 100tr/min à une température de 20°C. D'après les sillons d'usure réguliers et continus des pistes, on peut dire que dans ces conditions, l'usure est du type abrasif. Par contre à 15°C, le polystyrène est dur et plus fragile ce qui favorise le détachement des débris fins. Les bords des pistes sont plus contrastés ce qui laisse penser qu'on assiste un endommagement par cisaillement pur (Fig. 3.b).

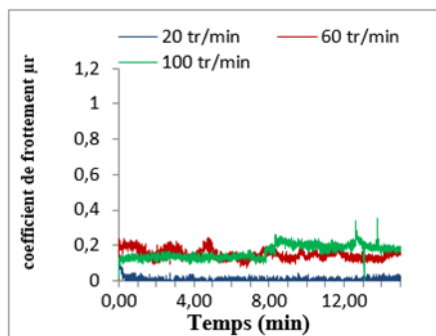
Pour les essais lubrifiés, on observe des légères traces des pistes sans remarquer des débris aux bords de la trace d'usure (Fig. 3.c). Cette observation confirme donc la plastification de la surface en dessous du pion. Cette plastification conduit à une usure contrôlée par déformation plastique sans détachement de débris



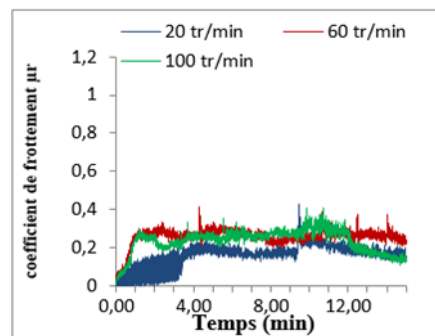
a) Essai à sec à 15 °C



b) Essai à sec à 20 °C



d) Essai lubrifié à 15 °



d) Essai lubrifié à 20 °C

Figure 1 : Evolution du coefficient de frottement en fonction du temps pour différentes vitesses de glissement sous une force normale de 1N à sec et lubrifié

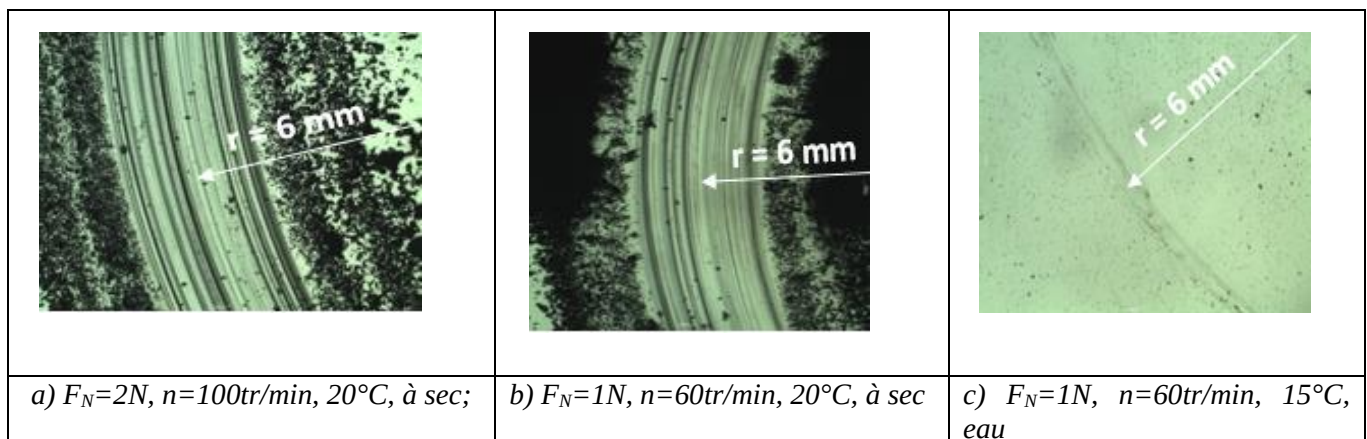


Figure 3 : Observation des pistes d'usure et les débris détachés lors de l'essai de frottement

Références bibliographiques :

- [1] Rymuza, Z. Tribology of Polymers. Archives of civil and mechanical engineering. Poland. 2007.
- [2] Ben Dhifallah B., Contribution à l'étude du comportement tribologique et des propriétés mécaniques de polymères thermoplastiques chargés de lubrifiants solides en poudre. Thèse de doctorat. Université de Franche-Comté. 2014.
- [3] Abdelbary A. Sliding mechanics of polymers. Elsevier,; Wear of Polymers and Composites. 2014
- [4] Benaissa. S. Etude et caractérisation du polystyrène cristal utilisé par l'unité CONDOR. Thèse de magister. Université Ferhat Abbas-Sétif. 2010.

Behavior study of sandwich panels in fatigue by repeated impact

Ahcene_OUBOUZID¹, Boualem.KESKES¹

1- Laboratory of Applied Precision Mechanics (LMPA), Institute of Optics and Precision Mechanics (IOMP), Ferhat Abbas University Setif-1.19000- Algeria.

Email: Ahcene.oubouzid@univ-setif.dz

Abstract

The development of modern technologies requires the use of materials with high mechanical properties specific to their use, but with low densities [1]. The goal is to reduce the mass of structures. Composite materials are materials that meet the above requirements [2]. Due to their low density, high strength, high rigidity and excellent durability[3], composite materials were first used in many structural components, particularly in the aeronautical field. Today, the reduction of their production costs allows the use of these materials in more and more varied applications (automobile, navigation, construction, etc.) [4]. Among the most commonly used composite materials, sandwich materials will be noted [5]. A phenomenological analysis of honeycomb damage was conducted and identified the folding mechanism and the impact and flexural behavior. This approach has made it possible to propose a honeycomb modeling by its only independent vertical edges and for which the crushing law is identified by a simple test of impact and bending. This modeling was validated by comparison with low velocity impact tests on aluminum-aluminum honeycomb and aluminum-aramid fiber (Nomex) of deferential densities. Furthermore, the indentation behavior was identified by the cyclic impact test with different impact velocities and by three point bending test of the deferent distance between supports on an aluminum honeycomb of two skins.

Keyword: impact loading, repeated impact, impact number, honeycomb sandwich NOMEX .Aluminum honeycomb

Results

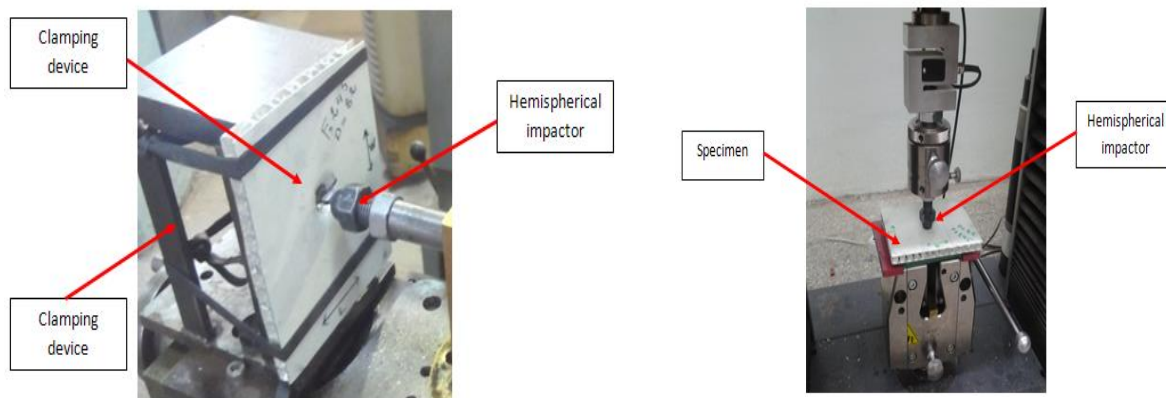


Figure1. clamping device

Figure2. Bending test on zwick/roell test machine

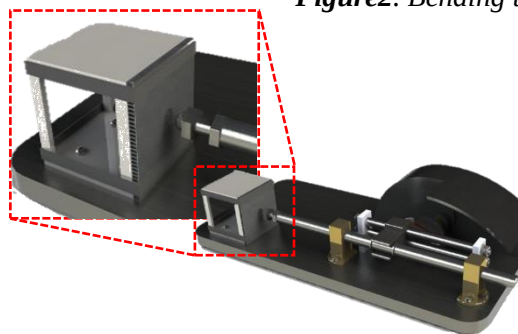


Figure 2: Impact fatigue machine and Clamping devise created with SolidWorks

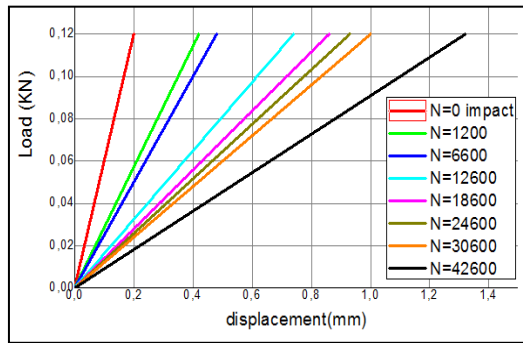


Figure1. Load–displacement diagram for different damage levels (NHS 80kg/m³)

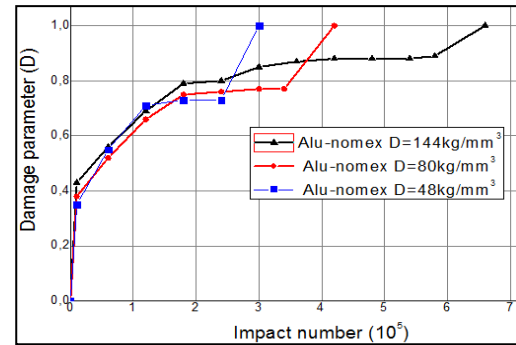


Figure2. Damage curves

Références :

- [1] Allen G., 1969. “Analysis and design of Structural Sandwich Panel”, Pergamon Press Oxford.
- [2] Zenkert D., 1995. “An introduction to sandwich construction”, EMAS ltd. UK.
- [3] A. Idlbi, M. Kamara, M. Touratier, “Comparison of various laminated plate theories”, Composites Structures, 1997, 37, pp.173-184.
- [4] Kelsey, S., Gellatly, R.A. and Clark, B.W. (1958). The Shear Modulus of Foil Honeycomb Cores, Aircraft Engineering, 30: 294-302.
- [5] Gibson, L.J. and Ashby, M.F. (1988). The Mechanics of Honeycombs, In: Clarke, D.R., Suresh, S. and Ward, I.M. (eds), Cellular Solids: Structure and Properties, 2nd edn, pp. 93–173, Pergamon, Oxford.
- [6] A. Valenza a, V. Fiore b, L. Calabrese. Three-Point Flexural Behaviour of GFRP Sandwich Composites: A Failure Map. Advanced Composite Materials 2012 ; 19:1, 79-90.
- [7] ECA-Honeycomb Data Sheet, Euro Composites S.A., P. B. 95 Zone Industrielle, L-6401 Echternach, Luxembourg

Session B4
"Materials development and applications"

Etude de l'effet des paramètres de mise en forme sur les propriétés mécaniques d'un géopolymère à base de Kaolin Tamazert

Meriem Aggoun¹, Farouk Benali², Hocine Osmani³

LMNM , IOMP , Ferhat Abbas Sétif, Algérie.

meriemagg40@gmail.com¹, benalifarouk@univ-setif.dz², hocineosmani@yahoo.fr³

Résumé

Cette étude a été initiée dans le but de formuler des bétons écologiques et durables exempts de ciment Portland. En effet, la production du ciment Portland émet une quantité non négligeable de CO₂ dans l'atmosphère.

Il est donc primordial de trouver d'autres liants alternatifs au ciment, mais ayant des performances similaires. Les systèmes activés qui sont des liants moins énergivores sont connus pour développer des propriétés similaires, voire supérieures à celles du ciment Portland. Ce travail a concerné l'optimisation de la formulation de géopolymère à base du Kaolin KT3 comme matériau précurseur activé par une solution alcaline (hydroxyde de sodium + silicate de sodium).

Dans cette étude d'optimisation, plusieurs variables influencent donc la résistance à la compression mesurée à partir du 15^{ème} jour après la cuisson du système étudié dont les plus importants la concentration du NaOH de la solution alcaline, température et le temps de cuisson.

Résultats

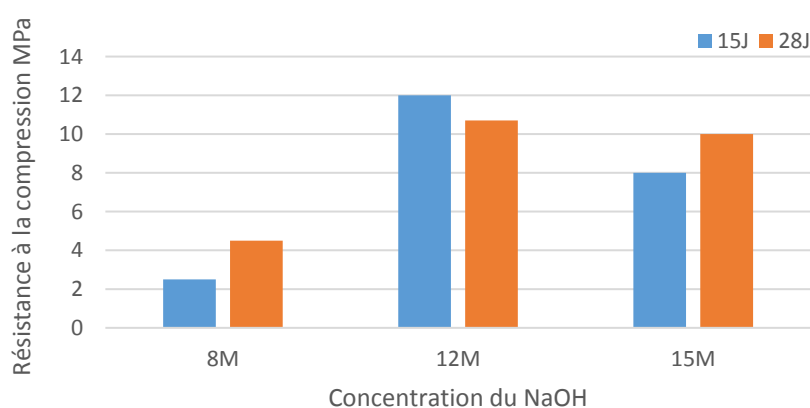


Fig. 1 Résultats du test de compression de 3 géopolymères synthétisés à partir de 3 concentrations du NaOH

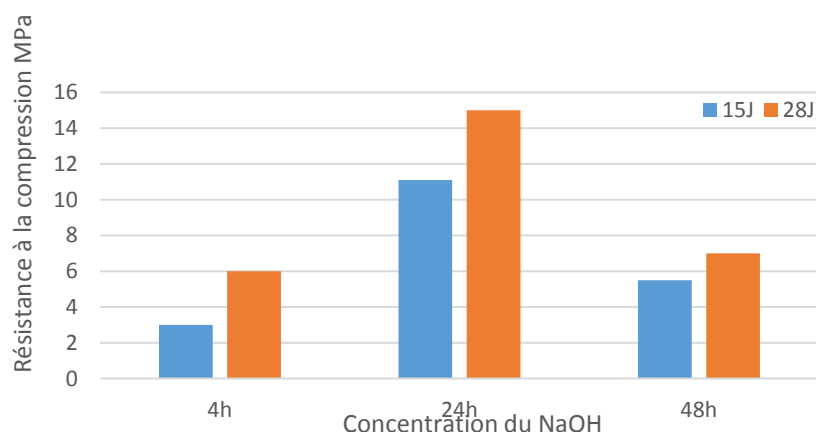


Fig. 2 : Effet de la durée de cuisson sur la résistance mécanique

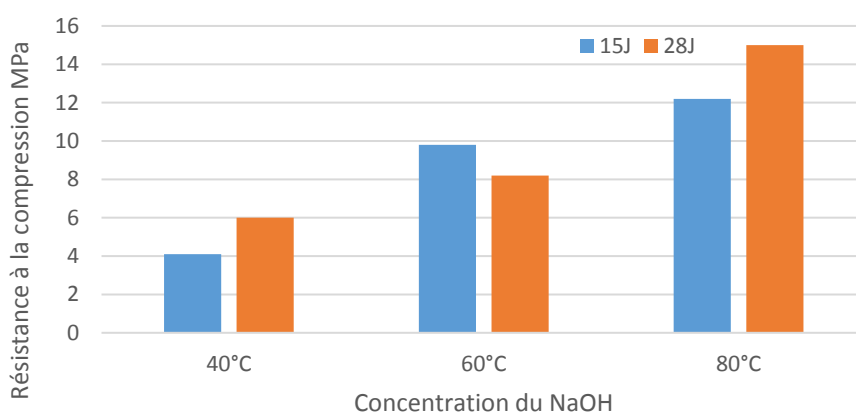


Fig. 3 : Effet de la température de cuisson sur la résistance mécanique.

Références

- [1] Van Deventer, J. S. J., Provis, J. L. et Duxson, P. (2012). Technical and commercial progress in the adoption of geopolymer cement. Minerals Engineering, volume 29, numéro 0, p. 89-104.
- [2] Hardjito, D., Wallah, S. E., Sumajouw, D. M. J. et Rangan, B. V. (2004). On the development of fly ash-based geopolymer concrete. ACI Materials Journal, volume 101, numéro 6, p. 467-472.
- [3] Granizo, M. L., Blanco-Varela, M. T. et Martínez-Ramírez, S. (2007). Alkali activation of metakaolins: Parameters affecting mechanical, structural and microstructural properties. Journal of Materials Science, volume 42, numéro 9, p. 2934-2943.

Preparation and characterization of hybrid materials based on graphene oxide and silica nanoparticles and their effect on the mechanical and thermal properties of epoxy resin composites

Bouibed Aghiles^{1,2}, Doufnoune Rachida^{1,2}

^aUnité de Recherche des Matériaux Emergents –Sétif- URMES, Equipe de Valorisation des Polymères, Université Ferhat ABBAS Sétif-1, Algérie.

^bDépartement de Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université Ferhat ABBAS Sétif-1, Algérie.

Email: bouibed.aghiles@gmail.com

Results

In this study, graphene oxide/Silica hybrid composite particles were prepared by the hydrolysis of tetraethyl orthosilicate (TEOS) in the presence of hydrophilic GO obtained from a modified Hummers method. The results of the UV-visible, Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), thermogravimetric analysis (TGA-DTG), X-ray diffraction analysis (XRD) and scanning electron microscopy (SEM) revealed that fine SiO₂ nanoparticles have successfully been synthesized on the basal plane of GO by covalent bonding. Then, the effect of incorporating 0.1 wt% GO sheets and GO–SiO₂ nanohybrids on the mechanical and thermal stability of the epoxy composite were also investigated. The results showed that the incorporation of GO–SiO₂ into the epoxy matrix improved its thermal stability. The tensile test, micro-indentation and tribological behavior showed that the mechanical performance was significantly enhanced by the incorporation of GO–SiO₂ hybrids into the epoxy resin compared to epoxy/GO and neat epoxy resin, respectively.

Key words: Graphene oxide, SiO₂, Silane Coupling Agent, Hybrid Materials, Composite Materials, mechanical behavior, thermal stability.

Results

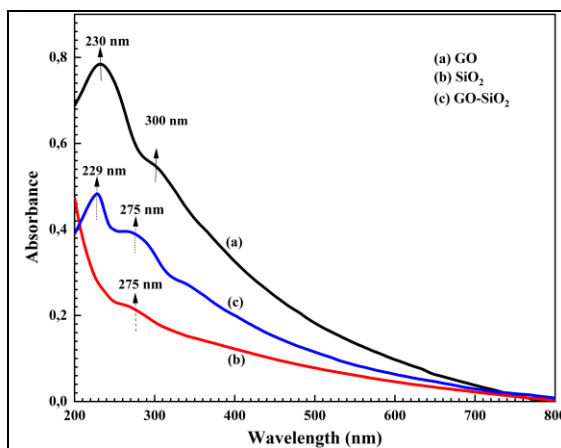


Figure 1. UV-Vis absorption spectra of (a) GO, (b)

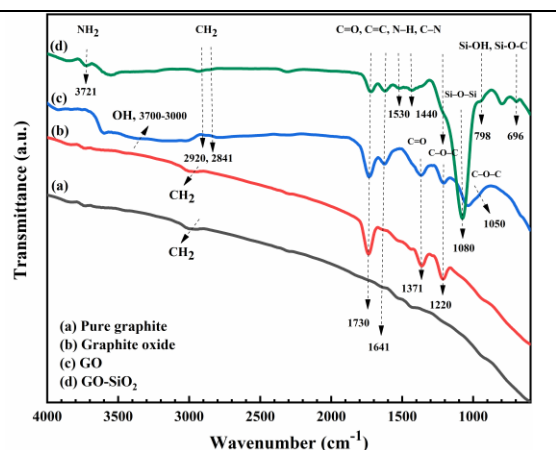
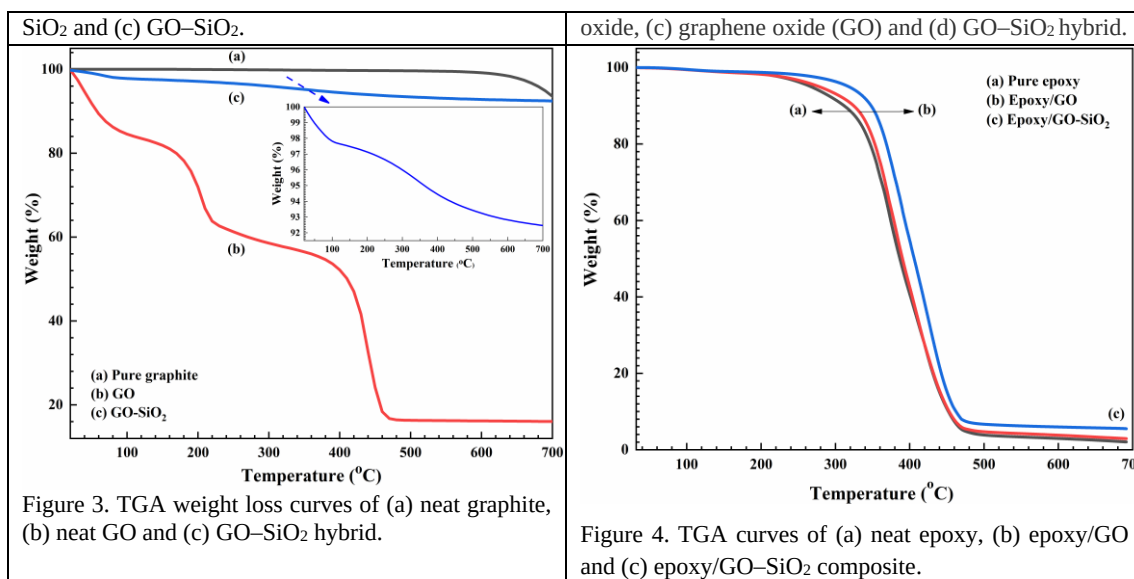


Figure 2. FT-IR spectra of (a) neat graphite, (b) graphite



Références :

- [1] Di H, Yu Z, Ma Y, et al. Graphene oxide decorated with Fe₃O₄ nanoparticles with advanced anticorrosive properties of epoxy coatings. *J Taiwan Inst Chem Eng.* 2016;64:244–251.
- [2] Zheng H, Shao Y, Wang Y, et al. Reinforcing the corrosion protection property of epoxy coating by using graphene oxide–poly(urea–formaldehyde) composites. *Corros Sci.* 2017;123:267–277.
- [3] Oryshchenko AS, Kuzmin YL. Development of electrochemical cathodic protection against corrosion of ships, vessels, and offshore structures. *Inorganic Materials: Applied Research.* 2015;6:612–625.
- [4] Doufnoune R, Haddaoui N. Effects of surface functionalized partially reduced graphene oxide and different compatibilizers on the properties and structure of PP/EPR nanocomposites. *J Polym Res.* 2017;24:138.

Some mechanical properties of an Mg-RE alloy processed by high-pressure torsion

Hiba Azzeddine^{1*}, Abdelkader Hanna¹, Thierry Baudin², Anne-Laure Helbert², François Brisset², Yi Huang³,
⁴, Terence G. Langdon³

¹ Department of Physics, University Mohamed Boudiaf, M'sila, 28000, Algeria

² ICMO, SP2M, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, UMR CNRS 8182, 91405 Orsay Cedex, France

³ Materials Research Group, Department of Mechanical Engineering, University of Southampton,
Southampton SO17 1BJ, UK

⁴ Department of Design and Engineering, Faculty of Science and Technology, Bournemouth University,
Poole, Dorset BH12 5BB, UK

*Corresponding author: hiba.azzeddine@univ-msila.dz

Abstract

Magnesium containing rare earth (RE) elements have received special attention over the last few years because of their attractive mechanical properties at both ambient and elevated temperatures combined with their high specific strength and excellent castability. Moreover, the Mg-RE alloys exhibit more isotropic behavior under deformation than conventional Mg-based alloys such as the AZ31 (Mg-3Al-1Zn, wt.%) alloy [1].

Significant improvements in the mechanical properties were reported in various Mg-based alloy caused by the grain refinement, the very high dislocation densities and the point defects that are introduced through the application of severe plastic deformation (SPD) [2]. High-pressure torsion (HPT) processing has proven effective in producing ultrafine-grained (UFG) microstructure down to the sub-micrometer level in several Mg-based alloys [3]. One major advantage of HPT processing is that the grain refinement of Magnesium based (Mg-based) alloys may be achieved at room temperature without sample cracking and/or segmentation due to the high imposed hydrostatic pressure which effectively prevents propagation of fracture during torsional straining. It is well known that the stored energy in deformed microstructures, mostly in the form of dislocation substructures and high concentrations of vacancies, plays a significant role in controlling the nucleation of recrystallization and this will affect the mechanical anisotropy of the materials.

In the present study, the microstructural and mechanical properties of the Mg-0.41Dy (wt. %) alloy processed by HPT at room temperature for $N = 1/2, 5$ and 15 turns are investigated using Electron BackScatter Diffraction and Vickers microhardness measurements. Furthermore, the stored energy is measured by microhardness testing and a kernel average misorientation (KAM) approach using an EBSD measurement.

Keyword: Hardening; High-Pressure Torsion; Mg-Dy alloy; Microhardness

Results

Figure 1 shows the KAM maps corresponding to the 3th neighbor with 5° threshold angle near the centre of Mg-0.41Dy discs processed by HPT for $N = 5$ and 15 turns, respectively. Generally, KAM is used to quantify the average misorientation between a given point and its nearest neighbors which belong to the same grain where KAM reflects the distribution of strain and the dislocation density on individual measurement points. The KAM value seems to decrease with increasing number of HPT turns indicating to occurrence of dynamic recrystallization.

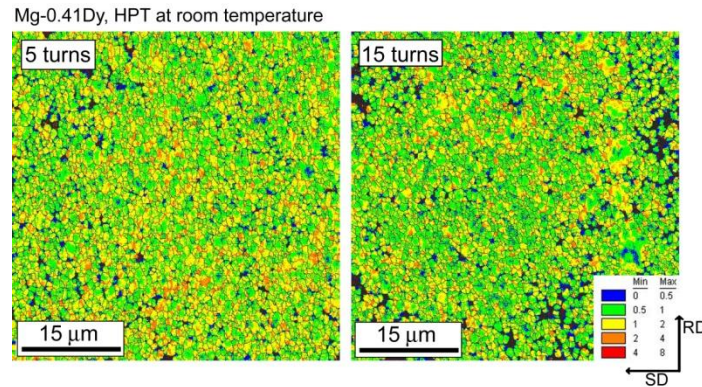


Figure 1: KAM maps of Mg-0.41Dy discs processed by HPT for $N = 5$ and 15 turns, respectively.

The microhardness values at the disc centre and edge for each HPT-processed disc were re-plotted as a function of the inverse of the square root of the mean grain size as presented in Figure 2. These data were fitted using a Hall-Petch equation in order to examine the contribution of the grain boundary strengthening mechanism to the increase of microhardness as shown in Figure 2 [4]:

$$H_v = H_{v0} + K_H d^{-1/2} \quad (1)$$

where H_{v0} is the friction hardness which represents the resistance of the crystal lattice to the movement of dislocations and K_H is a locking parameter which indicates the contribution of the grain boundaries to the hardening.

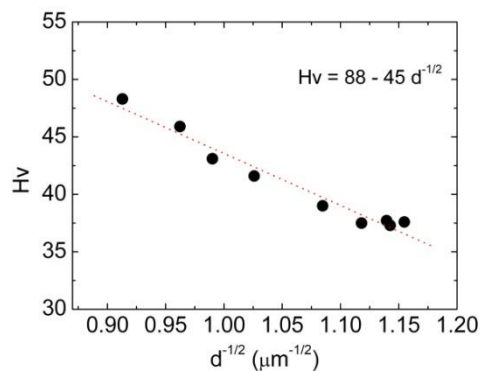


Figure 2: Evolution of microhardness for Mg-0.41Dy alloy processed by HPT up $N = 15$ turns as function of inverse of the square root of the mean grain size representing the Hall–Petch relationship.

It is evident from Figure 2 that there is a linear relationship between the microhardness H_v and $d^{-1/2}$ for the HPT-processed Mg-0.41Dy alloy. The linear fit of the datum points gives estimates of $H_{v0}=88$ Hv and $K_H=-45$ Hv $\mu\text{m}^{1/2}$.

Reference

- [1] A. Imandoust, C.D. Barrett, T. Al-Samman, K.A. Inal, H. El Kadiri, A review on the effect of rare-earth elements on texture evolution during processing of magnesium alloys, *J. Mater. Sci.* 52 (2017) 1–29.
- [2] K. Bryla, J. Morgiel, M. Faryna, K. Edalati, Z. Horita. Effect of high-pressure torsion on grain refinement, strength enhancement and uniform ductility of EZ magnesium alloy. *Mater. Lett.* 212 (2018) 323–326.
- [3] R.B. Figueiredo, T.G. Langdon, Grain refinement and mechanical behavior of a magnesium alloy processed by ECAP, *J. Mater. Sci.* 45 (2010) 4827–4836.
- [4] R.W. Armstrong, Engineering science aspects of the Hall–Petch relation, *Acta Mechanica* 225 (2014), pp. 1013–1028.

Synthesis and photocatalytic properties of Sol-Gel SnO₂ thin films

OUADAD BELDJEBLI¹, RABAH BENSABAHA¹, LAID KERKECHE²

¹Laboratoire des céramiques, Faculté des sciences exactes, Université Frères Mentouri-Constantine

²Laboratoire de LESIMS, Faculté des sciences, Université Ferhat Abass-Sétif

Email : beldjebli.ouidad@gmail.com

Abstract

In the present work, successfully SnO₂ thin films were deposited on glass substrates by the sol-gel dip-coating method, where the preparation of SnO₂ solution is based on the hydrolysis of tin chloride in ethanol solution in the presence of an acetic acid. The effect of thickness on the structural, optical and photocatalytic properties of SnO₂ films was studied. The thickness was varied from 175 nm to 207 nm. From XRD analysis, we have deduced that the amorphous structure of the films is converted to SnO₂ tetragonal phase with preferential (101) orientation by increasing the thickness. The grain size is increased from 39 nm to 56 nm as the thickness was increased from 175 nm to 207 nm, respectively. SEM micrograph reveals a homogeneous surface with higher number of pores that means a high specific surface area. The obtained films are transparent in the visible region and the value of transmittance increases from 76 % to 86 % with an increase of the thickness. However, the optical gap was reduced from 3.60 to 3.30 eV. The photocatalytic efficiency of SnO₂ films under UV light was determined using methylene blue (MB) as the organic pollutant.

Key word: SnO₂, Thin film, Sol-Gel, Photocatalysis

Results and discussion

Structural and morphological properties

Figure (a) shows the XRD patterns of SnO₂ thin films with different thickness obtained after annealed at 500 °C for 1 h. All the films are polycrystalline with a tetragonal structure having a preferential orientation along the (101) plane. We note that the increase in thickness to 207 nm, new peaks with very low intensities corresponds to (211) and (301) planes of tetragonal phase were obtained. Also, the intensity of the XRD peaks increases with the increase thickness which indicates an improvement in film crystallinity. The non-variation of peak positions indicates that thickness has no effect on lattice parameters of the films.

The grain size was evaluated using the full width at half maximum (FWHM) of the intense (101) diffraction peak of SnO₂ according to the Scherrer equation. When the thickness was increased, the grain size of SnO₂ films increased from 39 to 56 nm. This augmentation is due to the increase of the quantity of material reaching the substrate, which leads to the formation of larger grains.

Figure (b) shows the surface morphology of SnO₂ thin film with thickness of 207 nm. We can observe a homogeneous surface with higher number of pores. It is known that porous materials have been extensively investigated in the field of photocatalysis due to its high surface area. The larger surface area could provide more active sites for the absorption of reactant pollutant and promote the separation of electron-hole pairs in the SnO₂ films surface, which in turn improve the photocatalytic efficiency of the films.

Optical properties

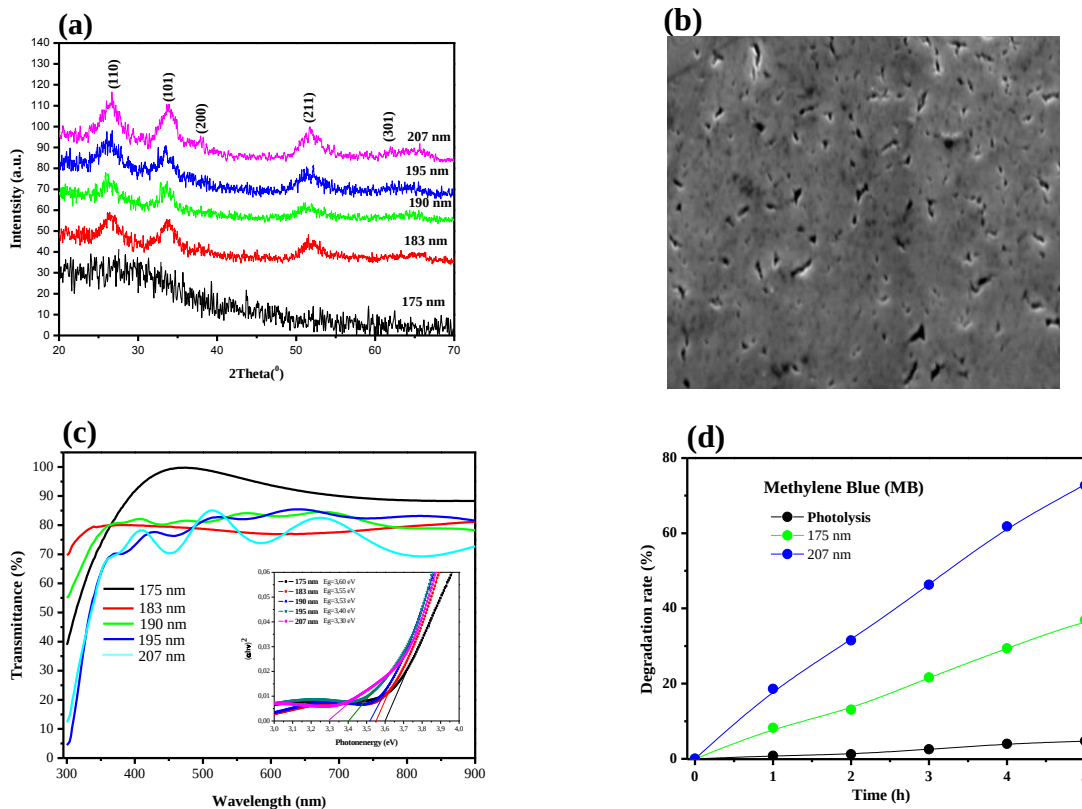
Figure (c) show the optical transmittance spectra of SnO₂ thin films deposited on glasses substrates. The transmission curve present several oscillations due to interference.

It may be seen from this figure that all the prepared SnO₂ thin films exhibited high optical transmittance (more than 76 %) in the visible region, and a sharp fundamental absorption edge was observed at around 380 nm. The value of transmittance increases from 76 % to 86 % with an increase of the thickness from 183 to 207 nm. This may be due to the better crystallization and lower level of defects near the grain boundaries of SnO₂ as a function of thickness, which leads to the improvement of structural homogeneity and the decrease of light reflection.

Also, from the inset of Figure (c) it is clear that the band gap of SnO_2 films decrease with increase in thickness of our films. The value is about from 3.60 to 3.30 eV. This decrease can be correlated with grains size increases, when the latter increases the defects and impurities tend to disappear causing a reorganization of the structure and so leads to the reduction of E_g . The decreases of E_g indicate the absorption of more energy which augments their photocatalytic activity.

Photocatalytic properties

Figure (d) shows degradation rate of MB dye versus the irradiation time in the presence of SnO_2 thin films with $d=183$ nm and $d=207$ nm, under UV irradiation. It can be seen that the removal of MB was much faster in the presence of 207 than 183 thin films, demonstrating the dramatic effect of thickness for the photocatalytic activity of SnO_2 thin films. The high photocatalytic activity of this thin film can be attributed to the pores character and the small E_g : (1) the larger surface area could provide more active sites for the absorption of pollutant molecules which faster its degradation. On author hand, these pores improve the separation of electron-hole pairs and thus augment the generation of hydroxyl and superoxide radicals on the SnO_2 surface, and as a result, augment the photocatalytic efficiency. (2) A small E_g compared to the other films indicates that this film have the best photoresponse in the UV region. Where the film can absorb more energy and leads to create more electron-hole pairs, and as a result accelerates the catalytic reaction.



References

- [1] Abdelkrim, A., Rahmane, S., Abdelouahab, O., Abdelmalek, N., Brahim, G., 2016. Effect of solution concentration on the structural, optical and electrical properties of SnO_2 thin films prepared by spray pyrolysis. *International Journal for Light and Electron Optics*, 127(5) pp. 2653-2658.
- [2] Caglar, M., Atar, K. C., 2012. Effect of both deposition temperature and indium doping on the properties of sol-gel dip-coated SnO_2 films. *Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 96 pp. 882-888.
- [3] Lotfi Orimi, R., Maghouli, M., 2016. Optical characterization of SnO_2 nanostructure thin films annealed at different temperatures. *International Journal for Light and Electron Optics*, 127(1) pp. 263-266.
- [4] Zhang, H., Feng, J., Fei, T., Liu, S., Zhang, T., 2014. SnO_2 nanoparticles-reduced graphene oxide nanocomposites for NO_2 room temperature NO_2 sensing. *Sensors and Actuators B*, 190 pp. 472-478.

PREPARATION OF CELLULOSE NANOWHISKERS (CNC) FROM "EL DISS" PLANTS

LILIA BENCHIKH¹, ABDELHAFID MERZOUKI¹ and YVES GROHENS²

¹Laboratoire de Physico-Chimie des Hauts Polymères (LPCHP), Département de Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université Sétif -I-, Algérie

²Institut de Recherche Dupuy de Lôme, UMR CNRS 6027, Université de Bretagne Sud, Lorient, France
lilia.benchikh@gmail.com¹

Abstract

Considerable efforts are deployed for the development of new materials that combine attractive performances and environmental compatibility in order to substitute the many petroleum-based materials [1].

Nanocrystals of cellulose has a many important properties such as: biodegradability and renewability, which could be used as a remplacement for oil-based product as reinforcement phase in thermoplastic and/or thermosetting matrices for many different applications [2,3].

Acid hydrolysis and alkaline treatment which involves chlorites sodium were found to be the most effective routes to extract cellulose nanocrystals.

The present work is an exploitation of a wild plant (EL DISS) that are widespread in North Africa on the extraction of cellulose nanocrystals (CNC) by following an extraction process in order to substitute the (NaClO₂) -based bleaching step by the (H₂O₂).

The characterization by light diffraction of the CNC revealed that the particle transverse length varies between 100-150 nm. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and the zeta-sizer were used to highlight the evolution of the chemical composition and the surface of the obtained CNCs was negatively charged during the chemical treatment of the extraction process. Thermal stability was also studied by thermogravimetric analysis.

Keywords: Cellulose nanocrystals (CNC), whiskers, Cellulose bleaching, Sulfuric Acid Hydrolysis

Results

a. CNC's Size Characterization

Figure 1 show that CNCs were around 300 and 400 nm, on the other hands, the results reveals also CNCs between 1 and 1.5 μm as determined from DLS. The large distribution of the CNC may be explained by the eventual existence of nanoparticles aggregates in water, as it has been observed by Tang et al. [4]

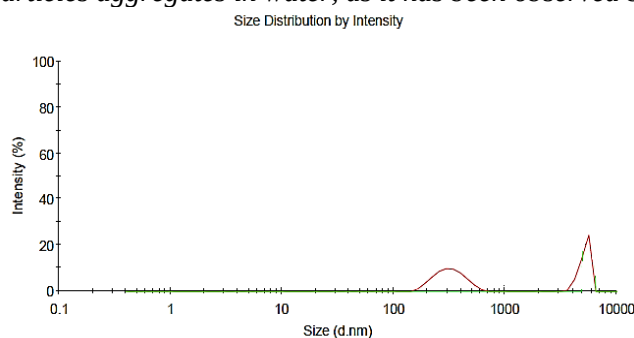


Figure 1. Diameter size distribution of CNC extracted from El Diss fibers

b. Zêta Potentiel

Zêta potentiel results for CNC's sample are -11.9 mV and confirms that the surfaces of CNC_s are negatively charged due to the substitution of the hydroxyl groups present in the cellulosic material by the sulfate ester brought by the sulfuric acid used during the hydrolysis step..

Scanning Electronic Microscopy (SEM)

SEM images of dry cellulose nanocrystals, given in figure 2, exhibit CNC's aggregates resulting from the self-assembled fractal structures due to the occurrence of strong hydrogen bonds.

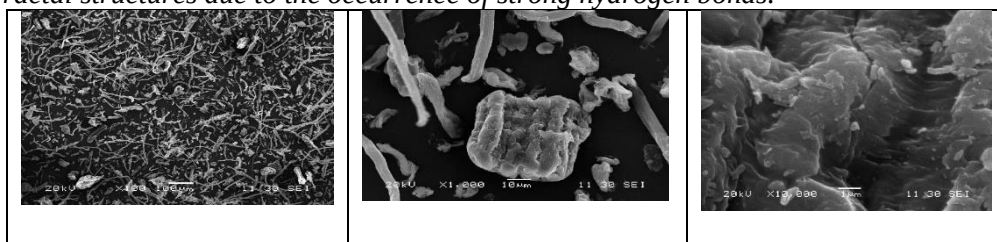
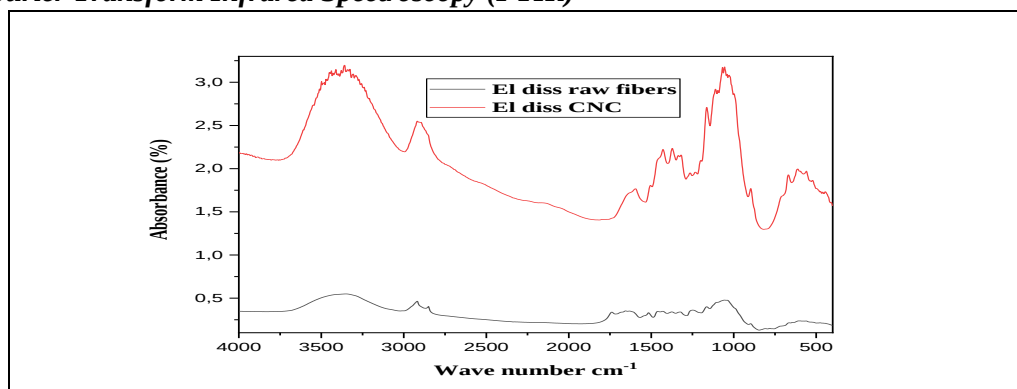
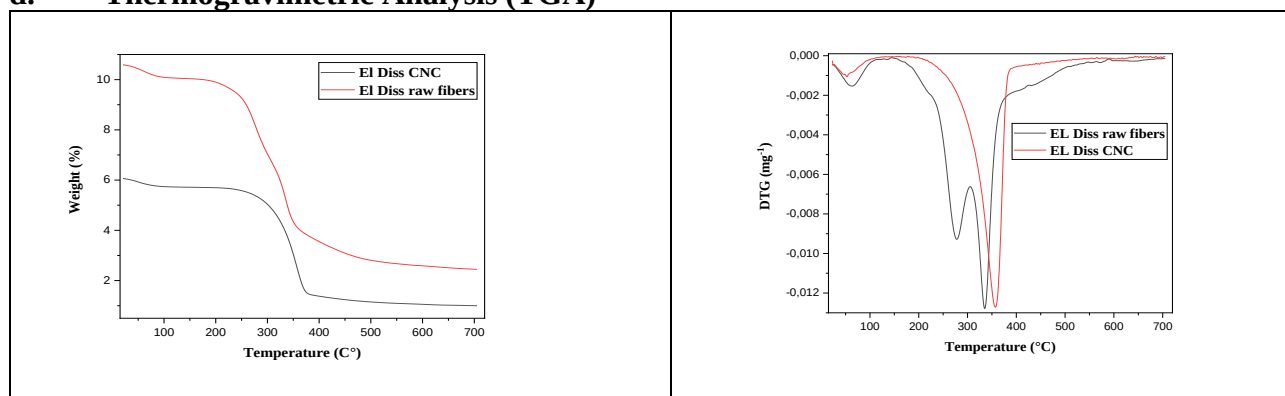


Figure 2. SEM micrographs of dried CNC**c. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)****Figure 3. FTIR spectra of El Diss raw fibers and El Diss CNC**

The FTIR spectra of the obtained CNC are represented by figure 3. the presence of cellulose nanocrystals is evidenced by the small band at 890 cm^{-1} attributed to the antisymmetric out-of-phase stretching of glucose ring in cellulose. Also, the presence of signals at 1152 cm^{-1} , 1426 , 1173 , 1099 and 896 cm^{-1} indicates that the CNC are primarily in the form of cellulose I [5].

d. Thermogravimetric Analysis (TGA)**Figure 4. TG and DTG curves of El Diss raw fiber and El Diss CNC**

CNCs thermal degradation presents three main decomposition stages. The first weight loss of CNC is detected between 60°C and 140°C and is attributed to absorbed water evaporation. The primary pyrolysis of the CNC begins around 195°C and is principally assigned to the decomposition of sulfated amorphous regions. The second pyrolysis stage initiates around 450°C and consists to the breakdown of unsulfated crystals. The decrease in the degradation parameters of CNC is due to the released sulfuric acid and the substitution of hydroxyl groups by sulfate groups via sulfuric acid hydrolysis [6, 7].

Références :

- [1] W.P.F Neto, H.A Silvério, N.O Dantas, D. Pasquini, Extraction and Characterization of Cellulose Nanocrystals from Agro-industrial Residue – Soy Hulls, Ind Crops Prod., 2013.
- [2] M. Le Normand, R. Moriana, M. Ek, Isolation and Characterization of Cellulose Nanocrystals from Spruce Bark in a Biorefinery Perspective, Carbohydr. Polym., 2014.
- [3] M.K.M Haafiz, S.J Eichhorn, A. Hassan, M. Jawaid, Isolation and Characterization of Microcrystalline Cellulose from Oil Palm Biomass Residue, Carbohydr. Polym., 2013.
- [4] Tang, Y., Shen, X., Yanjun, J.Z., Guo, D., Kong, F., & Zhang N, Extraction of Cellulose Nano-crystals from Old Corrugated Container Fiber using Phosphoric Acid and Enzymatic Hydrolysis Followed by Sonication. j.carbpol., 2015.
- [5] Fortunati, E., Puglia, D., Mont, M., Peponi, L., Santulli, C., Kenny, J.M., & Torre, I., Extraction of Cellulose Nanocrystals from Phormium tenax Fibres. J Polym Environ, (2012).
- [6] Chirayil, C.J., Mathew, L., & Thomas, S, Review of Recent Research in Nano Cellulose Preparation from Different Lignocellulosic Fibers. Rev.Adv. Mater. Sci., 2014.
- [7] Razalli, R.L., Abdi, M.M., Tahir, P.M., Moradbak, A., Sulaiman, Y., & Heng L.Y, Polyaniline-modified Nanocellulose Prepared from Semantan Bamboo by Chemical Ppolymerization: Preparation and Characterization. RSC Advances, 2017.

Élaboration et caractérisation de couches minces magnétiques à base du fer

ILHEM BENSEHIL^{1,2}, AHMED KHARMOUCHE¹

¹Laboratoire d'Etudes des Surfaces et Interfaces des Matériaux Solides (LESIMS), Université de Sétif1.

²Faculté de Technologie, Université Mohamed Boudiaf de M'Sila.

Email : ilhembensehil@gmail.com

Résumé

Des séries de couches minces de Fe ont été évaporées sous vide par effet Joule, sur des substrats de silicium et de cuivre. Les épaisseurs sont confinées dans la gamme de 01 à 70 nm. La DRX a montré que les couches minces de Fe sont polycristallines avec une structure cubique centrée et une direction préférentielle suivant (110), la taille des grains étant confinée entre 14,6 et 41,8 nm, et le taux de contrainte ϵ est positif pour la pluparts des échantillons. La microscopie AFM a montré que les échantillons ont une rugosité de surface variant entre 0,4 et 5 nm. Les cycles d'hystérésis montrent un axe facile dans le plan et un axe difficile perpendiculaire au plan des couches, ainsi qu'une isotropie magnétique planaire pour toutes les couches minces de Fe. Les couches montrent une diminution de la coercivité avec l'augmentation de l'épaisseur jusqu'à une épaisseur limite. Le champ de saturation et le champ coercitif varient entre 35 à 400 Oe et de 7 à 130 Oe, respectivement. Une bonne squareness est observée pour la majorité des couches minces.

Mots clés: Fe ; couches minces; évaporation ; DRX; VSM; champ coercitif.

Les résultats

Jadis, les matériaux magnétiques sont étudiés dans leurs état massif. Avec le développement technologique on s'intéresse aujourd'hui à l'infiniment petit: citons les couches minces. L'effet d'interface, le faible nombre de coordinance, la réduction de symétrie, la tension induite par les substrats, la possibilité de stabiliser des structures métastables, peuvent profondément modifier les propriétés magnétiques des couches minces des matériaux par rapport à leur état massif, et la possibilité d'induire de nouveaux comportements magnétiques dans un environnement contrôlé [1-3].

Nos échantillons ont été réalisés par la technique de l'évaporation sous vide par effet Joule. Dans cette technique, le dépôt est réalisé par condensation de la vapeur du matériau à déposer sur le substrat à recouvrir. L'évaporateur que nous avons utilisé, disponible au niveau du laboratoire des couches minces du département de physique de l'université de Sétif. La caractérisation des couches minces obtenues a été faite par la diffraction des rayons X (DRX), la microscopie à force atomique (AFM) et le magnétomètre à échantillon vibrant (VSM).

Les mesures par diffraction des rayons X montrent que $\langle 110 \rangle$ est l'orientation préférentielle pour tous les échantillons, et que les couches sont sous faible contrainte ($\epsilon < 0,24 \%$). La taille des grains (B) a été estimée par la formule de Scherrer :

$$B = \frac{K\lambda}{\Delta(2\theta) \cos \theta}$$

Les mesures pour la série des échantillons de Fe/Si ont donné une taille des grains variant entre 29,3 nm et 38,6 nm. Pour la série Fe/Cu, B varie entre 14,6 et 41,8 nm. Ces valeurs de la taille des grains influent d'une manière directe sur la valeur du champ coercitif. La microscopie à force atomique (AFM) révèle des images de surfaces très lisses pour la plupart des échantillons, alors que quelques échantillons présentent des topographies de surfaces rugueuses. La rugosité de surface varie entre 0,4 et 5,0 nm.

L'étude des cycles d'hystérésis des couches minces de Fer a permis de mettre en évidence que l'axe de facile aimantation est dans le plan, et l'axe difficile est perpendiculaire au plan (figure 1). Aussi, une isotropie planaire est observée pour tous les échantillons.

L'exploitation des cycles d'hystérésis nous a permis de déduire les valeurs du champ coercitif, le champ de saturation et la squareness des couches minces de Fer. Une forte corrélation est trouvée entre les propriétés magnétiques et les paramètres de dépôt. Des valeurs relativement faibles du champ coercitif sont observées ($H_c < 100$ Oe) excepté pour l'échantillon le plus fin de la série Fe/Cu ($t = 13$ nm) avec une coercitivité de 130 Oe. La coercitivité diminue en fonction de l'épaisseur, jusqu'à une épaisseur limite puis elle augmente. La taille des grains et la rugosité influent également sur la coercitivité: l'évolution du champ coercitif en fonction de la taille des grains suit une loi de Néel pour la série des échantillons de Fe/Si, alors que pour les séries des échantillons de Fe/Cu), l'évolution de H_c suit un modèle de Kittel. Une bonne squareness est observée pour la majorité des échantillons, ce qui confirme que les couches minces présentent un axe facile majoritairement dans le plan sans aucune direction préférentielle[3-4].

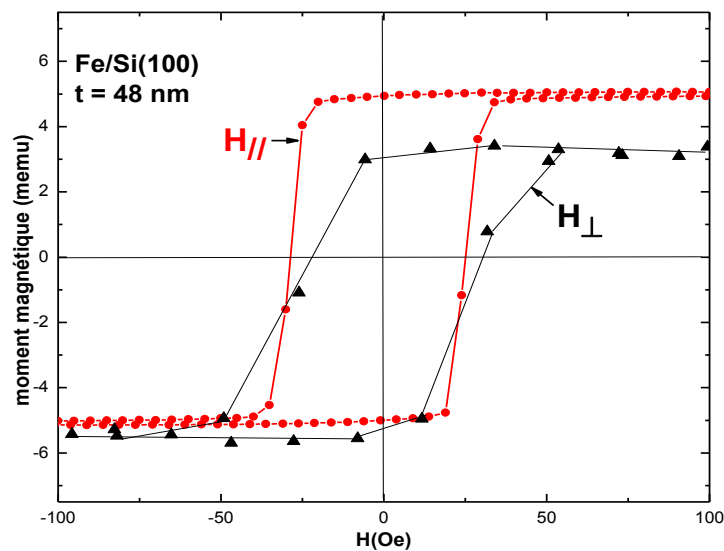


Figure 1. Le moment magnétique en fonction du champ magnétique appliqué.

Références :

- [1] I. Bensehil, thèse de doctorat, université Ferhat Abbas de Sétif (2016).
- [2] M. Finazzi, L. Duò, F. Ciccacci, Surf. Sci. Rep, 64, 139 (2009).
- [3] A. Kharmouche, I. Bensehil, J Mater Sci , 30, 631-638 (2019).
- [4] I. Bensehil, A. Kharmouche, A. Bourzami, J Supercond Nov Magn, 30, 795-799 (2017).

Inhibition de la corrosion de l'alliage de l'aluminium 2017A par l'acétate de sodium

BERARMA KHADIDJA ^{1,*}, MEZRAG LAMRI¹, RAHMANI ABDNOUR ¹.

¹ Laboratoire des Matériaux Inorganiques, Faculté des Sciences, Université Mohamed BOUDIAF de M'sila

Email: khadidja.berarma@univ-msila.dz

Résumé

Le sujet de ce travail porte sur un processus physico-chimique fondamental : la corrosion des métaux. La corrosion des surfaces métalliques a un énorme impact économique et environnemental négatif avec un coût estimé, lié aux dommages de la corrosion dans le monde, d'environ 2 milliards d'euros par an. Toute amélioration de la protection contre la corrosion présente donc un avantage économique important. L'approche scientifique développée dans ce travail est orientée vers la compréhension des phénomènes liés à la corrosion et la recherche de composés permettant de la ralentir, voire de l'inhiber.

Les propriétés physico-chimiques intéressantes et les éventuelles applications technologiques de l'aluminium et ses alliages [1,2] nous ont motivés pour contribuer à l'étude du comportement électrochimiques vis-à-vis de la corrosion dans un milieu corrosif NaCl (3.5%) en absence et en présence de l'acétate de sodium (CH₃COONa).

Le comportement à la corrosion aqueuse de ces alliages a été étudié dans une solution de NaCl (3.5%) M par le suivi de l'évolution du potentiel en circuit ouvert (OCP), le tracé des courbes de polarisation potentiodynamique et la spectroscopie d'impédance électrochimique (SIE).

L'influence des paramètres, tels que le pH de la solution et la durée d'immersion, sur le comportement à la corrosion de ces alliages a été analysée.

Mots clés: Alliages d'aluminium, Corrosion, Polarisation potentiodynamique, Spectroscopie d'impédance électrochimique

Résultats

Les tests de corrosion électrochimique ont été effectuées dans une solution de NaCl aérée à 3,5%, à température ambiante, dans une cellule électrochimique à trois électrodes et directement connectée au potentiostat-galvanostat de type VOLTALAB PGZ 402 commandé par un micro-ordinateur (logiciel Voltamaster) qui enregistre les données. L'électrode de travail est un disque alliage d'aluminium 2017A, l'électrode de référence est : Hg / Hg₂Cl₂ / KCl et la contre-électrode est une feuille de platine.

les courbes de l'évolution du potentiel à l'abandon (OCP) et les spectres de la spectroscopie d'impédance électrochimique (EIS) sont présentées sur la figure 1.

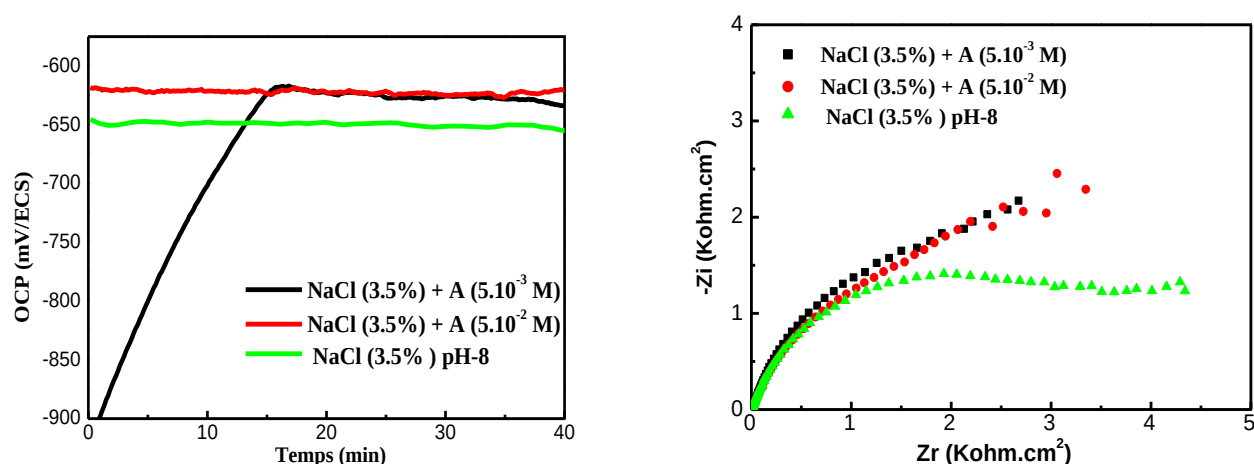


Fig 1.a-L 'évolution du potentiel libre en fonction du temps, Fig.1.b- Diagrammes de Nyquist dans une solution de NaCl (3.5%) pour une électrode d'alliage d'aluminium en présence ou en absence d'additif A

Tab 1. paramètres cinétiques déduits des droites de Tafel dans une solution de NaCl 3.5%. en présence ou en absence d'additif CH₃COONa (A).

	Concentration	$E_{(corr)}$ (mV/ECS)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)	Vitesse de Corrosion ($\mu m/an$)	Taux d'inhibition τ (%)
NaCl pH 8	3.5%	-757.6	5.580	57.73	/
NaCl + CH ₃ COONa (A)	5.10^{-2} M	-878.5	0.25	3.018	95.51
	5.10^{-3} M	-831.3	1.78	18.237	68

Références

- [1] C.Vargel : Corrosion de l'aluminium. Dunod, (1999).
- [2] Vargel, C., "Corrosion of Aluminium", Elsevier Inc, New York.658 p, (2004).

Etude des propriétés structurales et physiques d'un matériau hybride (organique-inorganique) à base de poly (alcool vinylique) / gel de silice, synthétisé par la méthode sol-gel

BILLAL MAHDI¹, FARID ROUABAH²

^{1,2}Laboratoire De Physico-chimie Des Hauts Polymères (LPCHP) ; Département de Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université Ferhat Abbas – SETIF-1-, SETIF 19000, Algérie

Email : ⁽¹⁾billalmahdi5@gmail.com, ⁽²⁾f_rouabah2002@yahoo.fr

Résumé

Pour étudier Les relations entre les propriétés et la structure, un composite de poly (alcool vinylique) (PVA) / gel de silice (SiO_2) a été préparé à différents teneurs en silice. Les composites (PVA- SiO_2) ont été synthétisés en milieu aqueux par le procédé sol-gel en utilisant du HCl dilué comme catalyseur, le précurseur d'orthosilicate de tétraéthyle (TEOS) a été utilisé comme une source de silice. Les propriétés thermiques, physiques, et structurales ont été étudiées par (spectroscopie infrarouge à transformé de fourrier FT-IR, Spectroscopie UV-Visible, Absorption d'eau). Les résultats obtenu nous montrent que les composantes organique (PVA) et inorganique (silice) sont liées par des liaisons covalentes fortes (hybride de classe II), cependant a été observé que les composites devenus raides et fragiles avec l'augmentation de la teneur en silice. L'analyse FT-IR ont confirmé que le PVA avait été lié au réseau (SiO_2) par des liaisons chimiques. L'analyse UV-Vis ont montré que la transparence des films a été améliorée avec l'augmentation de la teneur en silice. La résistance à l'eau des films a été améliorée.

Mots clés : poly (alcool vinylique), Sol-gel, dioxyde de silicium, matériau hybride

Résultats

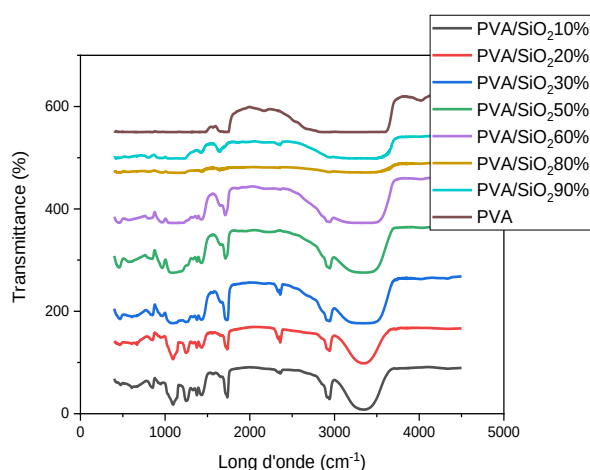


Figure 1. Spectres FTIR des films de PVA et de PVA / SiO_2 à différents teneurs en (SiO_2).

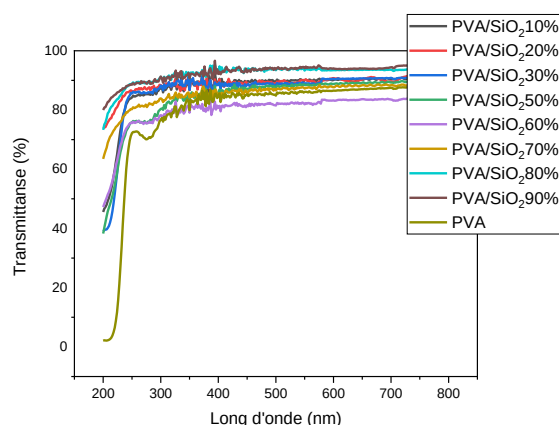


Figure 2. Spectres UV-Vis des films de PVA et de PVA / SiO_2 à différents teneurs en (SiO_2).

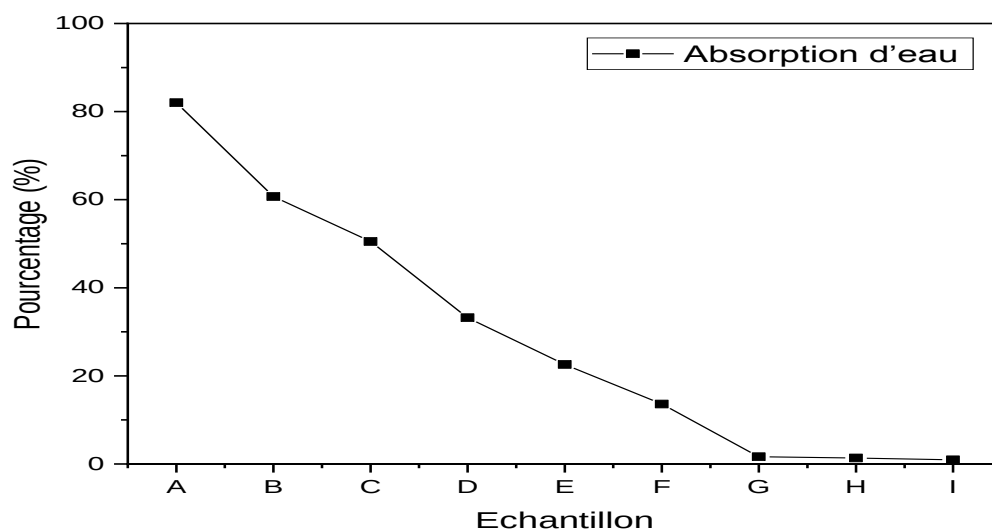


Figure 3. Ampleur d'absorption d'eau des films de PVA et de PVA / SiO₂ a différents teneurs en (SiO₂). A : PVA pur, B (PVA +10%SiO₂), C (PVA +20%SiO₂), D (PVA +30%SiO₂), E (PVA +50%SiO₂), F (PVA +60%SiO₂), G (PVA +70%SiO₂), H (PVA +80%SiO₂), I (PVA +90%SiO₂).

Références :

- [1] Hu Pingan, Jia Mengjun, Zuo Yanyan and He Ling*, “A silica/PVA adhesive hybrid material with high transparency, thermostability and mechanical strength”, RSC Adv, Vol. 7, 2450–2459, (2017).
- [2] T. Kotoky, S.K. Dolui, “Synthesis and Characterisation of Polyvinyl alcohol (PVA)/Silica Hybrid Composites Derived Through the Sol-Gel Method in Aqueous Medium: Effect of Acid Content, Silica Content and Viscosity of PVA on the Dispersion Characteristics of Silica and the Physical Properties of the Composites”, Journal of Sol-Gel Science and Technology, Vol. 29, 107–114, (2004).

Effet de la température sur les différentes propriétés des nanoparticules de nickel déposé sur l'oxyde d'alumine

ACHRAF CHERIFI¹, DJAMEL EDDINE BELFENNACHE², NASSIRA KAGHOUCHE³, NOUREDDINE BRIHI⁴, RACHIDA DEFNOUNE⁵, BOUCHAREB SAMIR⁶

^{1,2}Unité de développement des couches minces et applications, UDCMA Sétif.

³Laboratoire microstructure et défauts dans les matériaux, Université Mentouri Constantine, Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie.

⁴Laboratoire des nanomatériaux Faculté des sciences Université de Jijel, Algérie. Université Jijel BP98, Oued Aissa, Jijel, Algérie

^{5,6}Université Ferhat Abbas, Unité De Recherche Matériaux Emergents, setif, Algérie.

Email : achraf.cherifi19@gmail.com

Abstract

En raison de leurs qualités particulières, les nanostructures à base de métal ont été largement utilisées dans des applications telles que la catalyse [1], l'électronique [2], et le stockage d'informations [3], entre autres. De nouvelles applications pour les métaux dans des domaines tels que la photonique [4], la détection, l'imagerie sont également en cours de développement. De manière significative, la plupart de ces applications nécessitent l'utilisation de métaux sous forme de nanostructures aux propriétés contrôlées spécifiques. Les propriétés des métaux à l'échelle nanométrique sont déterminées par un ensemble de paramètres physiques comprenant la taille, la forme, la composition et la structure. Ces dernières années, de nombreux domaines de recherche se sont concentrés sur la synthèse de matériaux métalliques de taille nanométrique aux formes et compositions complexes afin d'optimiser la réponse optique et électrique de dispositifs contenant des nanostructures métalliques [5]. Dans ce travail, nous étudions des nanoparticules de nickel supportées par de l'oxyde d'aluminium, préparées par imprégnation par échange ionique. Dans une première étape, les conditions de fixation du précurseur de nickel sur de l'oxyde d'aluminium sont optimisées. Dans la seconde étape, les échantillons sont calcinés à température ($T = 750^\circ\text{C}$). Plusieurs techniques expérimentales sont utilisées pour la caractérisation des échantillons aux différentes étapes de leur élaboration (SEM, DRX et VSM). Un changement de morphologie des grains d'oxyde d'aluminium a été observé au microscope électronique à balayage. La diffraction des rayons X montre les formations de nanoparticules Al_3Ni_2 de taille proche de 16,7 nm. Les mesures magnétiques extraites montrent le bon et la facile aimantation.

Key word : Nanoparticules, Précurseur métallique, Catalyseurs, Imprégnation.

Résultats

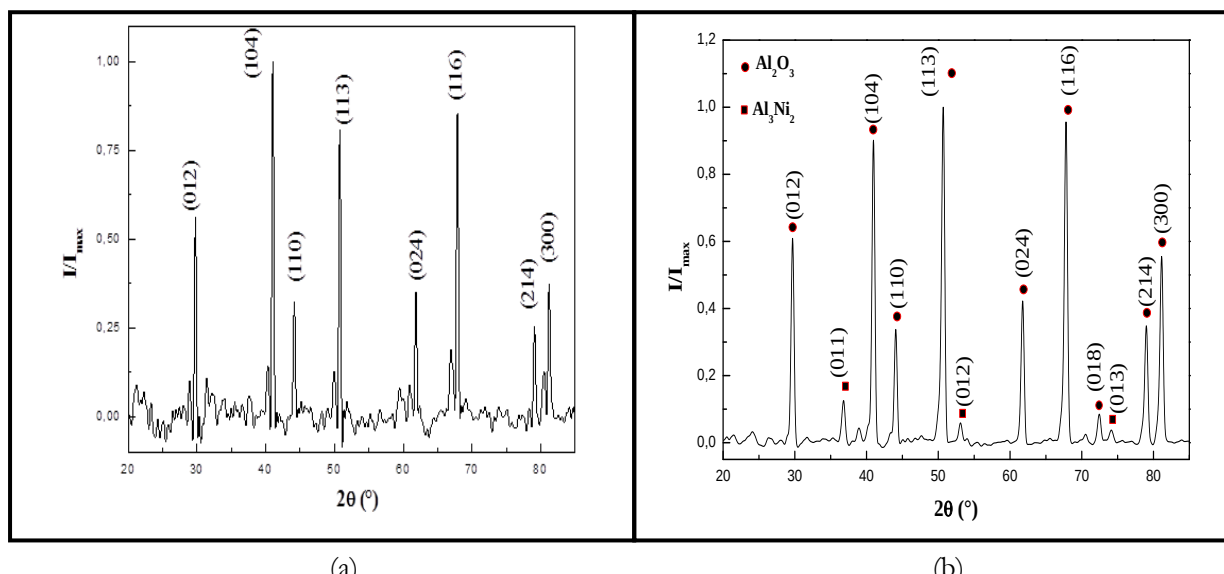


Fig.1 : (a) : Spectres DRX de l'oxyde d'alumine Al_2O_3 . (b) : Spectres DRX de $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ calciné à 750°C .

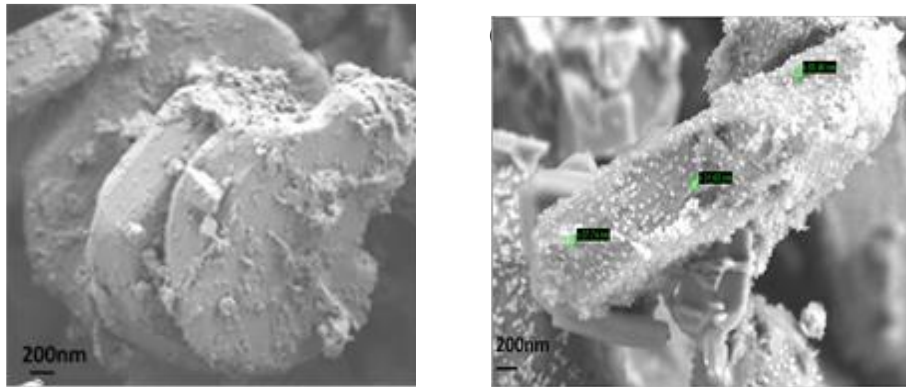


Fig.2: Micrographie MEB des échantillons : (a) Al_2O_3 , (b) $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ après la calcination à 750°C .

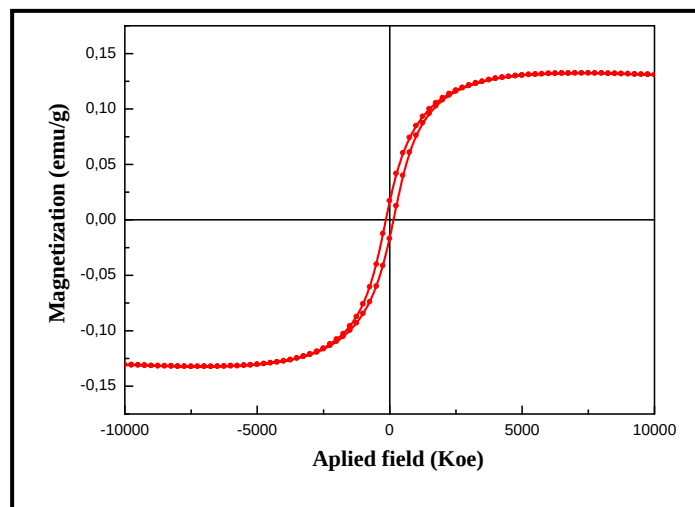


Fig 3 : Cycle d'hystérise de $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$

	2θ ($^\circ$)	β (2 θ)	Φ (nm)
$\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$	36.776	0.58	16.7

Références:

- [1] S. N.V. Mahlaba, J. Valand, A. S. Mahomed, H.B. Friedrich. "A study on the deactivation and reactivation of a $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ aldehyde hydrogenation catalyst: Effects of regeneration on the activity and properties of the catalyst". *Applied Catalysis B: Environmental*, 224, 295–301(2018).
- [2] R.Chen, B.Fan, M.Pan, Q.Cheng, C.Chen. "Room-temperature optoelectronic response of Ni supersaturated p-type Si processed by continuous-wave laser irradiation". *Materials Letters* 163, 90-93(2016).
- [3] G.X.Pan, F.Cao, D.Xie, Y.J.Zhang, X.H.Xia, "Nickel nanoparticles activated highly porous carbon for excellent sodium storage". *Electrochimica Acta* 292, 935-941(2018).
- [4] M. Sun, H. Dong, A. W. Dougherty, Q.Lu, D.Peng, W.T.Wong, B.Hung, L.D.Sun, C.H.Yan. "Nanophotonic energy storage in upconversion nanoparticles". *Nano Energy* 56, 473-481(2019).
- [5] Yuvaraj, S. Manikandan, N. & Vinitha, G. "Structural and nonlinear optical properties of nickel substituted manganese ferrite nanoparticles". *Ceramics International* 44, 22592-22600 (2018).

ELABORATION AND CHARACTERIZATION OF AN HETEROJUNCTION CuO/ZnO PREPARED BY SOL-GEL METHOD

Dj. DEKHIL, A. NOURI

Laboratoire des systems photonique et d'optique non linéaire, Institut d'optique et de mécanique de précision, Université Ferhat Abbas Setif 1, Algérie

Email : dekhildjohra@univ-setif.dz

Abstract

In this work, we have developed thin films of ZnO CuO by sol-gel method. The prepared samples are calcined at a temperature of 450 ° C. The characterization of the thin films obtained was done by X-ray diffraction, UV-visible spectrophotometry, photo-courant measurement and atomic force microscopy (AFM). The XRD results exhibit high crystalline quality (wurtzite) with a preferential orientation parallel to the c-axis. The UV-Visible characterization of thin films shows that all the samples have an optical transmittance more than 60% in the visible. The photo-courant measurement reveals that ZnO is an N type semiconductor, whereas CuO is an P type semiconductor. The joining of two layers of ZnO and CuO lead to the formation of the heterojunction for the conversion of the photons into electric current.

Key word : CuO, ZnO, heterojunction, thin films

Introduction:

ZnO and CuO are a wide band gap semiconductor material that has recently drawn significant attention as a strong candidate for numerous electronic applications [1]. However, n-type of ZnO is extremely difficult due to the presence of native defects and donors. The primary reason hindering the deposition of high-quality p-type ZnO and p-type CuO is the formation of native donor defects, such as O vacancies and Zn interstitials, when ZnO is synthesized under O-poor conditions [2].

The aim of this work, is the elaboration and the study of the behavior of heterojunction based on p-type (CuO) and n-type (ZnO) semiconductor.

Experimental:

CuO and ZnO thin films were prepared by Sol-Gel method. Copper sulphate CuSO_4 and zinc acetate are used as precursors of Cu and Zn respectively. The processes of the elaboration of heterojunction are as follow. Firstly, the deposition on a cleaned ITO substrate thin film of Zinc oxide "ZnO" then followed by thermal treatment to allow the crystallization of ZnO. Secondly, the deposition of copper oxide thin films on crystallized ZnO thin films, this step is followed also by a thermal treatment.

For the study the behavior of the heterojunction CuO/ZnO, the characteristic I-V is carried out in dark and under white illumination.

Results and discussion:

Optical characterization:

The type of spectrum obtained is in fact the evolution of the transmittance (T%) as a function of the wavelength (nm). From these spectra, the refractive index and the optical gap can be calculated. The optical transmittance spectra of the ZnO and CuO samples are shown in Fig.1. These transmission spectra are characterized by two regions.

- In the ultraviolet region of high absorption:

This region is characterized by a large decrease in transmission caused by thin films of ZnO, this absorption of light is due to the electronic transition between the valence band and the conduction band, the variation of the transmission in this portion of the spectrum is exploited for the determination of the optical gap of the thin films of ZnO and CuO.

- In the visible region of high transparency:

In this region, the transmission value is 85% for the ZnO sample, while the CuO sample has a low transmittance in the visible region (40%). It can be said that there is a correlation between the transmittance and roughness of [56] ZnO and CuO samples. In addition, the copper oxide layer is favored as the absorption layer in the PN junction.

The value of the optical gap E_g is determined by extrapolating the linear part of the curve from $(\alpha h\nu)^2$ to the axis (x) up to $(\alpha h\nu)^2 = 0$, as indicated in Fig2. The results obtained for the gap energy are 3.3 eV and 1.83 eV for ZnO and CuO respectively. The results obtained from the gap energy are supported by literature [3,4].

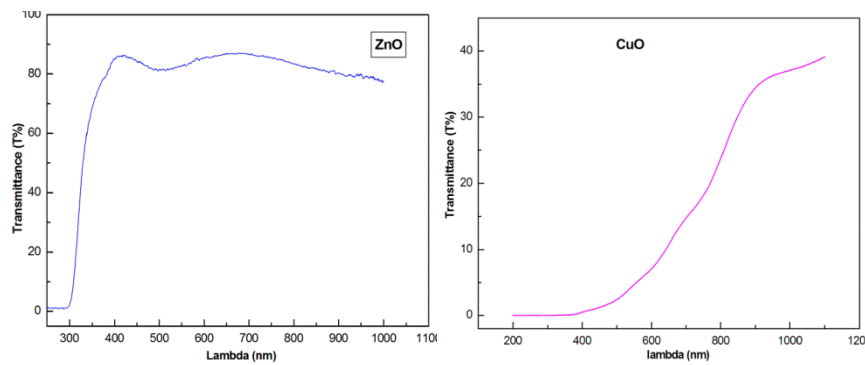


Fig.1 Transmittance spectrum of (a) ZnO and (b) CuO.

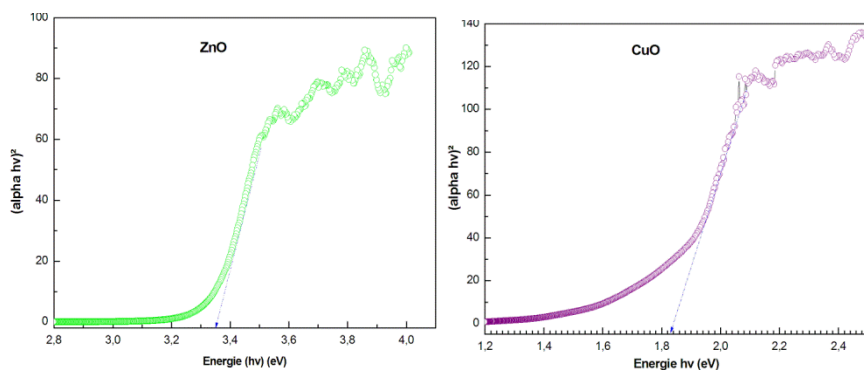


Fig.2 Band gap energy ZnO, CuO

Characterization of the PN junction: I-V characteristics:

The characterization of the PN junction consists in tracing the I-V curve (variation of the current as a function of the voltage). This measurement is done in the dark and under the effect of light.

Note that the characteristic I-V of Fig.3 does not generally appear to be characteristic of a diode. In spite of this there is a variation between the two curves (curve of the darkness and that under the effect of the light) which means that there is a conversion of the photons. This is probably due to the low conductivity of CuO (P type) (back layer) [5].

The second PN2 junction (ITO/CuO/ZnO) represents a typical I-V curve. It is similar to the curve of a diode. The effect of light is very clear on the curve. From the curve it is possible to derive the value of the short-circuit current I_{cc} and the voltage of the open circuit V_{co} . These values are summarized in Table-1.

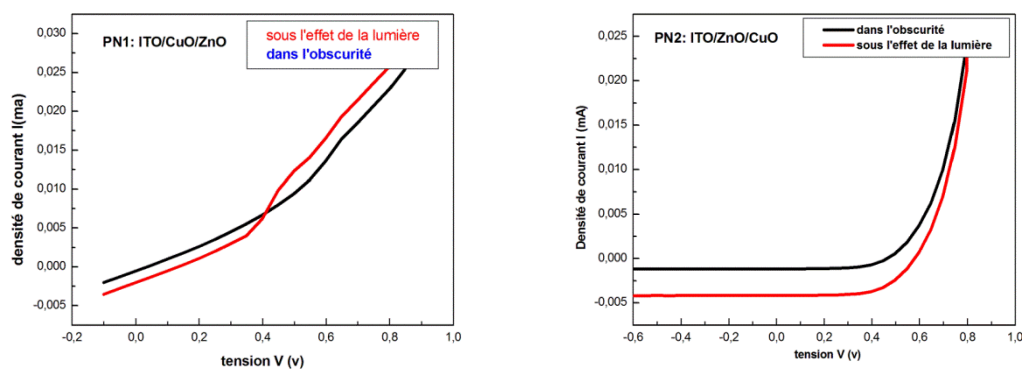


Fig.3 I-V characteristic of the PN junction

I _{cc} (mA)	0.004 mA
V _{co} (V)	0.5 V
P _{max} (mW)	2.5 mW

Table.1

Conclusion:

In this work we have synthesized and elaborated heterojunction based on CuO and ZnO thin films. The characteristic I-V shows the conversion of light into current and favorite copper oxide be on the top of the junction.

Références :

[1] M. Sahal, B. Hartiti, B. Mari, A. Ridah, M. Mollar, Etude des propriétés physiques des couches minces de ZnO dopées Al, préparées par la méthode de « sol-gel » associée au « spin coating », Laboratoire LPMAER, FSTM, Université Hassan II, BP 146, 20800 Mohammédia, Maroc, 2006.

[2] Nanda Shakti, «Structural and Optical Properties of Sol-gel prepared ZnO Thin Film », Applied Physics Research Vol. 2, No. 1, May 2010.

[3] H.Hsu, Ch.Cheng, Song Yang, and W.F. Hsieh, " Orientation-enhanced growth and optical properties of ZnO nanowires grown on porous silicon substrates " , Nanotechnology 16 ,297–301, 2005.

[4] K. Chantal, thèse doctorat, ÉLABORATION ET CARACTÉRISATION DES STRUCTURES COEUR- COQUILLE À BASE DE NANOFILS DE ZNO POUR DES APPLICATIONS PHOTO- VOLTAIQUES, Chimie, Univ. Montpellier, 2017.

NEW LOW COST MATERIALS FOR WATER PURIFICATION

Derafa Garmia¹, H.ZAGHOUE-BOUDIAF¹

¹ *Laboratoire de Génie des Procédés Chimiques (LGPC), Département de Génie des Procédés, Faculté de Technologie, Université Ferhat Abbas, Sétif 19000, Algeria*

Abstract

Water is a basic unit for the continuation of the life. But today it is seen that the ground and water pollution, accidentally or voluntarily by certain chemicals of industrial origin (hydrocarbons, phenols, dyes...) or agricultural (pesticides) became currently a crucial problem and great concern, since it constitutes a source of environmental pollution. Various industries, such as textile, leather, paper, plastic and rubber are widely ejected a large volume of colored aqueous effluents. Their presence in water, even with infinitesimal quantities has more or less serious incidences to aquatic life and also it severe damages to the human bodies. So water of rejections is strongly concentrated in this toxic effluents of which the low biodeterioration makes the treatment biological not easily applicable. As a result, the removal of color from wastewaters has become environmentally important.

Various technologies have been developed for decontamination purposes including chemical oxidation, biological treatment, coagulation–flocculation, and membrane separation. However, these treatment processes are costly and cannot effectively be used to treat a wide range of dye containing wastewater. Adsorption process has been proven as one of the best wastewater treatment technologies around the world.

Research is centered on the use of new low cost materials, available locally, biodegradable, manufactured from natural sources. Because of their very significant structure, their great specific surface and their great capacity of adsorption, the adsorbents from clays were largely used to treat various effluents. Smectite clays (specially bentonite) are often employed in such operations, they have continuously attracted attention also for the possibility of modifying their layered structure by functionalization, thus creating new hybrid materials with high reactivity. It was recognized to be a promising and a cost-effective process to remove colors from aqueous solution with the advantages of high efficiency, simple operation, and easy recovery and reuse of adsorbent. In the present study, detailed experiments are carried out to remove brilliant green and methylene blue by adsorption technique using bentonite as an adsorbent. Based on the results obtained from the study, it appears that the acid activated clays constitute a good adsorbent for removing cationic dye. We can conclude that it can be used for water purification and it can preserved environment

Key word : Pollution, water, dye, clay, bentonite, adsorption.

Results

Equilibrium studies

The relationship between the adsorbed quantity on the surface of the adsorbent q_e and the equilibrium concentration of dye was studied through batch experiments by varying initial concentration of methylene blue and brilliant green.

As shown in Figure.1 that the amount of MB and BG adsorbed at equilibrium increases with an increase in initial dye concentration for the two acids activated clays. The adsorption data obtained were analyzed with the Langmuir and Freundlich isotherm equations. The best fitting isotherm was tested by determination of the linear and non linear regression, and the parameters of the isotherms have been obtained.

The Langmuir isotherm is applicable to homogeneous sorption, where the sorption of each sorbate molecule onto the surface has equal sorption activation energy.

$$\frac{1}{q_{ads}} = \frac{1}{K_L q_{max}} \frac{1}{C_e} + \frac{1}{q_{max}} \quad (1)$$

This model isotherm is expressed using the following equation:

$$q_e = \frac{q_{\max} k_L C_e}{1 + k_L q_{\max}} \quad (2)$$

Where q_e is the equilibrium dye concentration on adsorbent (mg/g),

C_e is the equilibrium dye concentration in solution (mg/L), $q_{\max}$ is the monolayer capacity of the adsorbent (mg/g) and k_L is the Langmuir adsorption constant (L/mg). The linear expression of this model:

Langmuir isotherm parameter for the removal of methylene blue and brilliant green onto acid activated clay can be obtained by plotting $1/q_e$ versus $1/C_e$.

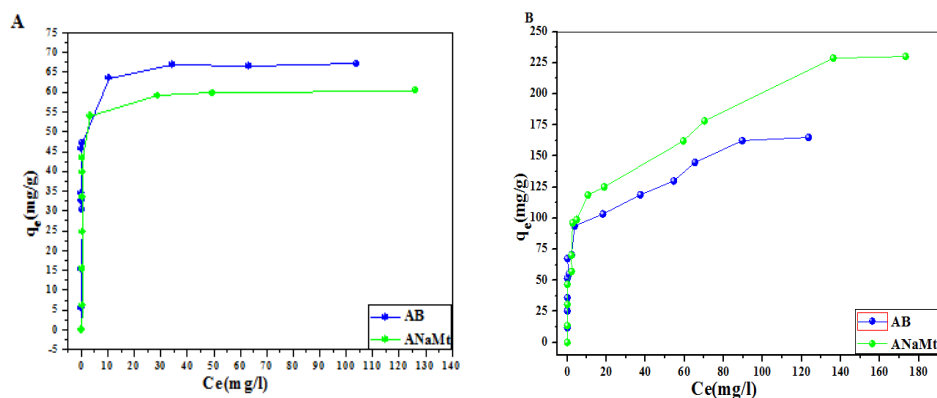


Table 4. Isotherm constants for the adsorption of BG and MB onto acid activated clay.

	Langmuir			Freundlich		
	$q_{\max}$	K_L	R^2	K_F	n	R^2
BG						
AB	154	0.286	0.970	61	5.230	0.926
ANaMt	224	0.149	0.980	59	3.849	0.921
BM						
AB	75	18	0.999	53	9.543	0.204
ANaMt	61	0.927	0.965	29	3.891	0.142

Figure.1: Adsorption isotherms of MB (A) and BG (B) of raw and acid activated clay.

The Freundlich isotherm is used for non-ideal sorption that involves heterogeneous sorption. This model isotherm is expressed using the following equation:

$$q_e = k_F C_e^{1/n} \quad (3)$$

Where q_e is the equilibrium dye concentration on adsorbent (mg/g),

C_e is the equilibrium dye concentration in solution (mg/L), k_F (mg/g) and $1/n$ are the Freundlich constants characteristic of the system, indicators of adsorption capacity and adsorption intensity, respectively.

Linear form of Freundlich isotherm is:

$$\ln q_e = \ln k_F + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (4)$$

The values of n and k_F were calculated from the slope and the intercept of the plots of $\ln q_e$ versus $\ln C_e$.

The values of the constants obtained for the two models are shown in Table 1.

As seen in Table 1, the Langmuir maximum capacity of BA and ANaMt was found to be 165 mg/g, 232 mg/g respectively for brilliant green and 67 mg/g, 60 mg/g for methylene blue. The values of the correlation coefficients demonstrate good agreement of the experimental data with the Langmuir model isotherm with a good correlation coefficient ($0.965 \leq R^2 \leq 0.999$), which indicate the monolayer coverage onto the BG and MB particles and the homogeneous distribution of active sites on the acid activated clay. The experimental data to Freundlich's adsorption isothermal model did not lead to linearization indicating the non acceptability of isothermal model. Similar observations were reported for equilibrium studies of methylene blue onto on a new clay class containing chitosan [1] and montmorillonite [2] and of brilliant green adsorption. [3]

Références :

- [1] M. Auta, B.H. Hameed. «Chitosan–clay composite as highly effective and low-cost adsorbent for batch and fixed-bed adsorption of methylene blue. Chemical Engineering Journal 237(2014)352–361.
- [2] C.A.P. Almeida et al., Removal of methylene blue from colored effluents by adsorption on montmorillonite clay. Colloid Interfac eSci., doi: 10.1016/j.jcis.,(2008)12.012.
- [3] B.K. Nandi et al., Adsorption characteristics of brilliant green dye on kaolin. Journal of Hazardous Materials 161(2009)387–395.

Effet du laminage à froid sur la microstructure d'un acier inoxydable super-austénitique AISI 904 L

Afifa DERROUCHE^{1,2}, Riad BADJI¹, Kamel LOUCIF²

¹Research Centre in Industrial Technologies CRTI

²LMNM, IOMP, Université Ferhat Abbas Setif1

Email: derrouicheafifa43@gmail.com

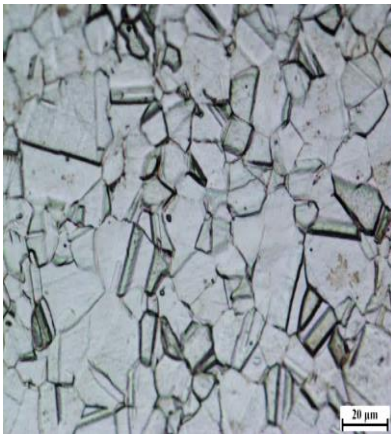
Abstract:

Les aciers inoxydables austénitiques (ASS) sont largement utilisés dans le pétrole, les produits chimiques, le nucléaire, transports et autres applications industrielles et civiles pour leur excellente résistance à la corrosion, formabilité, soudabilité et ténacité à basse température [1]. L'évolution de la grande classe des aciers inoxydables austénitiques (ASS) a commencé il y a environ 80 ans et comprenait au début la sous-classe suprausténitique. Le terme suprausténitique concerne les aciers inoxydables austénitiques AISI 904L contenant de grandes quantités de molybdène, de chrome, de nickel, d'azote et éventuellement de manganèse [2]. Au cours du laminage à froid des ASS, l'évolution de la microstructure peut inclure la formation de dislocations, ϵ -martensite, α' -martensite, mailles. La multiplication de Luxation et sous-division évidente du grain, etc [3, 4]. Ces caractéristiques de microstructure augmentent la difficulté du mouvement de dislocations et renforcent ainsi le matériau. L'évolution de la microstructure des ASS lors du laminage à froid dépend principalement de l'énergie de défaut d'empilement (SFE), fonction de la composition chimique et de la température [5]. Les aciers inoxydables austénitiques ont une structure cristalline FCC. Cependant, cette structure n'est pas thermodynamiquement stable aux températures ambiantes. Donc, l'imposition d'une contrainte ou déformation plastique, par exemple laminage à froid ou traction, peut induire une transformation de phase martensitique où la phase austénitique métastable se transforme en phase martensite thermodynamiquement plus stable, c'est-à-dire $\gamma \rightarrow (\epsilon) \rightarrow \alpha'$. Deux phases de martensite différentes peuvent exister dans les aciers inoxydables austénitiques, martensite ϵ hexagonale compacte (HCP) et martensite α' cubique centré (BCC). En raison de la teneur relativement faible en interstitiels, la structure cristalline de la martensite est normalement appelée tétragonale centrée (BCT) [6].

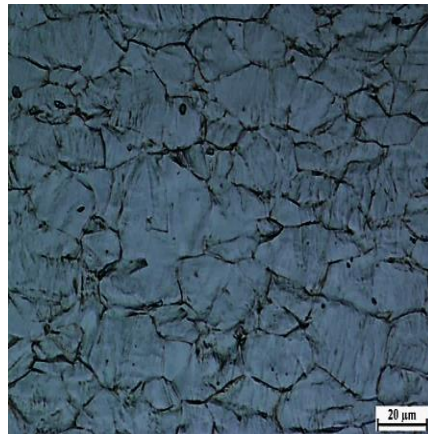
Dans cette étude, nous avons évalué l'effet de différents taux de laminage à froid 25–50% sur les propriétés microstructurales des aciers inoxydables austénitiques 904L. Cet acier est un acier inoxydable austénitique à faible teneur en carbone, qui est largement utilisé lorsque les propriétés de résistance à la corrosion des aciers conventionnels ne répondent pas aux exigences des applications. Les observations Microstructurales par microscopie optique ont révélé le développement d'une morphologie de grains allongés lors du processus de laminage à froid. La figure montre les micrographies optiques des échantillons laminés à froid de 904 L avec différents taux du laminage à froid. La structure granulaire de départ qui est marquée par une structure austénitique parfaite change complètement de morphologie où les joints de grains deviennent éphémères et disparaissent progressivement avec l'augmentation du taux de laminage. Pour un

taux important de laminage (50%), il devient difficile de les mettre en évidence. Des bandes de déformations apparaissent d'une manière significative. Nous prouvons, dans cette étude, que la dureté augmente clairement quand le taux de laminage augmente. Par diffraction des rayons X, une texture de déformation est obtenue quand le taux de laminage passe de 25% à 50%.

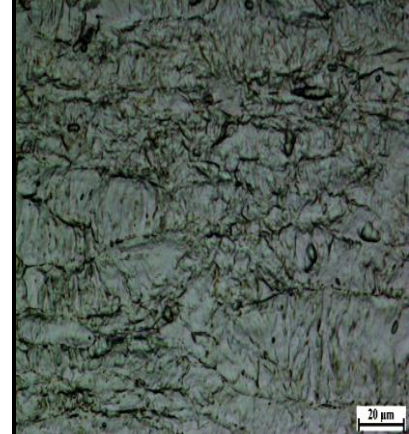
Keywords : Acier inoxydables austénitiques, laminage à froid, AISI 904L, Microscope optique.



a – Etat bru



b – Etat laminé 25%
Acier inoxydable AISI 904L



c – Etat laminé 50%

Références

- [1] Y.F. Shen et al, Twinning and martensite in a 304 austenitic stainless steel, Mater.Sci. Eng. A 552 (2012) 514-522.
- [2] A. Zambon, Microstructural, compositional and residual stress evaluation of CO₂ laser welded superaustenitic AISI 904L stainless steel, Materials Science and Engineering A 424 (2006) 117–127
- [3] A.F. Padilha et al, Annealing of cold-worked austenitic stainless steels, ISIJ Int. 43 (2003) 135-143
- [4] Y.F. Li et al, Deformation-induced martensitic transformation behavior in cold-rolled AISI304 stainless steels, Mater. Manuf. Process. 28 (2013) 256
- [5] M. Hadji, R. Badji, Microstructure and mechanical Properties of austenitic stainless steels after cold rolling, J. Mater. Eng. Perform. 11 (2002) 145-151
- [6] Anna Kisko, Microstructure and properties of reversion treated low-Ni high-Mn austenitic stainless steels, these du doctorat, University of OULU, OULU 2016, 2016.
- [7] S. Tanhaei, Effect of cold rolling on the microstructural, magnetic, mechanical and corrosion properties of AISI 316L austenitic stainless steel, International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials Volume 25, Number 6 (June 2018) 630p

CARACTERISATION DES MATERIAUX DIELECTRIQUE HETEROGENES MULTICOUCHE EN HYPERFREQUENCE

DJOUADA DJAHIDA, BOUZIT NACERDINE

¹Laboratoire Instrumentation Scientifique LIS, Faculté de Technologie, Université Ferhat Abbas Sétif-1, Algérie

Email: djahidadjouada@gmail.com

Résumé

Le but de cette communication est d'étudier et de modéliser le comportement diélectrique des matériaux hétérogènes multicouche de divers composites préparés avec de la résine époxy (RE), du noir de carbone NC et du titanate de calcium (CaTiO_3) à températures ambiante. L'étude a été donc axée sur les effets de la concentration et de l'épaisseur des différentes couches. Les effets ont été quantifiés en fonction de la fraction volumique du NC. Dans ce travail, nous avons utilisé la spectroscopie temporelle pour caractériser les échantillons dans une large bande de fréquence [DC à 10GHz] en faisant une étude de la permittivité diélectrique ($\epsilon = \epsilon' - j\epsilon''$) du comportement de la conductivité " σ " à 200 MHz. Ces matériaux trouvent leur intérêt dans la miniaturisation des composants et systèmes électroniques hyperfréquences pour des applications en microélectroniques et en télécommunication. Pour cela nous appliquons le modèle de Lichteneker modifié qui a servi toujours à la prédiction de leur comportement diélectrique. Toutefois, l'importance émanant de cette loi est allouée d'une part à la validation de la concordance des résultats expérimentaux avec ceux du théorique et d'autre part à l'investigation sur l'effet de des différentes couches sur les caractéristique diélectrique du composite modifiée. L'objectif principal de ce travail est de proposer une nouvelle approche permettant de caractériser une couche en particulier faisant partie d'une structure multicouche. Nous partons du principe suivant: pour un empilement multicouche de différents matériaux, la permittivité diélectrique effective dépend essentiellement des permittivités des matériaux constituants et aussi de leur épaisseur (ou de leur volume). Ainsi, la mesure de la permittivité effective nous permet de déterminer la permittivité d'une couche en particulier en connaissant les épaisseurs et les constituants de chaque couche. Par ailleurs, nous avons également voulu mettre en exergue à la fois l'effet de l'épaisseur des couches sur la permittivité effective de l'ensemble.

Mots clés : matériaux multicouches, Caractérisation diélectrique, Permittivité effective, spéctroscopie temporelle.

Résultats

Les figures donne les courbes brutes obtenus en utilisant le KalidaGraf pour cela on fait appel à un fichier. De données expérimentale, de chaque échantillon mesuré, après traitement on obtient un fichier de données qui contient quatre colonnes respectivement le temps, court-circuit, échantillon et charge adaptée obtenues par réflectométrie temporelle. Qui sont mises dans des tableaux différents. Les mesures de la ligne terminée par la charge adaptée sont soustraites des deux autres mesures

Pour 1étape : Composition des couches : 1^{er} couche (100%RE) et 2^{eme} couche (70%RE+30%NC)

Pour 2 étape: composition des couches :1^{er} couche (100%RE) et 2^{eme} couche (70%RE+30%NC) et 3^{eme} couche (70% RE+25% NC+5% CaTiO_3)

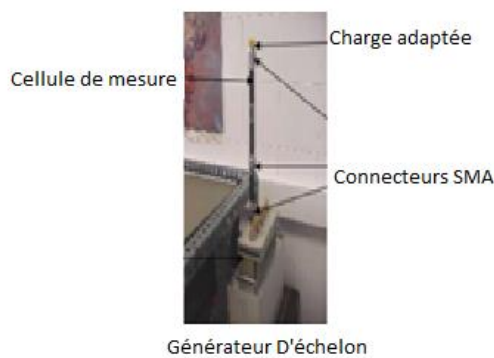
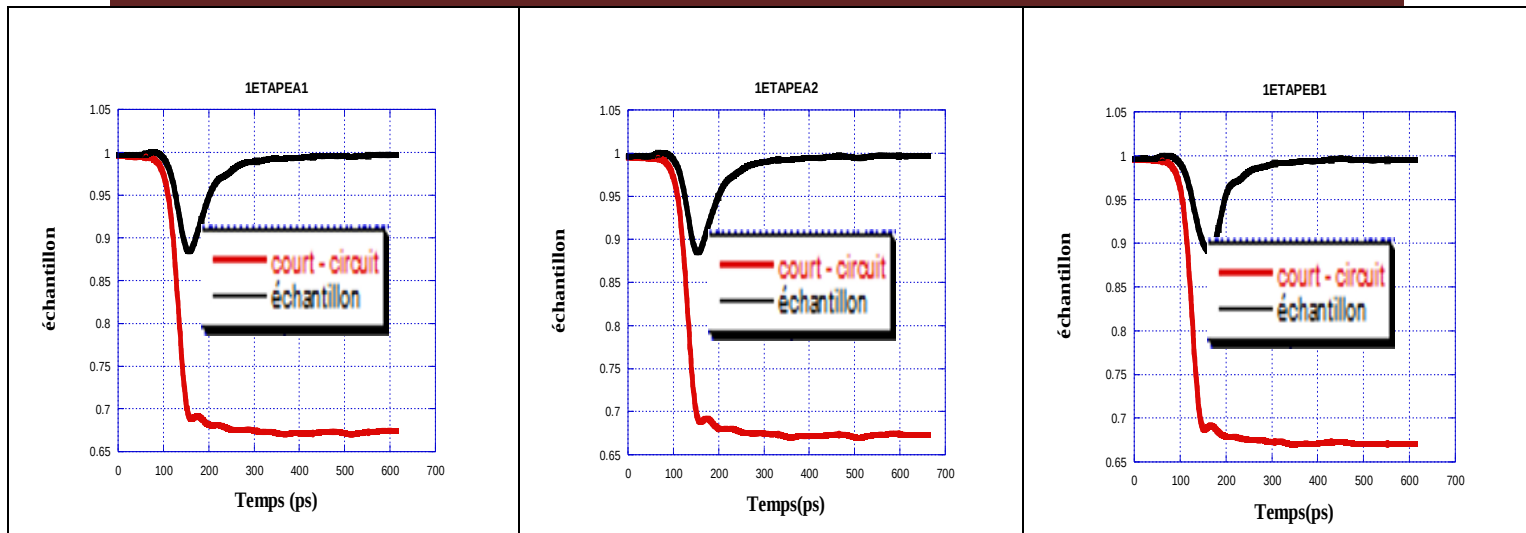


Photo 1



Photo 2

Figure 1: Photo1: du générateur de signaux et de la ligne d'air coaxiale et photo2: Oscilloscope numérique (HP 54120B)

Tableau: Représentation des fractions volumiques et des épaisseurs des échantillons.

code	Epaisseur totale	Composition des couches	Epaisseurs des couches
Etape 1	4.85	1 ^{er} couche a 100% résine	2.22
		2 ^{eme} couche a (70% résine+30% NC)	2.63
Etape 2	8.04	1 ^{er} couche a 100% résine	1.58
		2 ^{eme} couche a (70% résine+30% NC)	2.00
		3 ^{eme} couche a (70% résine+25% NC+5% CaTiO ₃)	4.46

Références:

- [1] Sabrina Orłowska, Conception et prédiction des caractérisations diélectrique des matériaux à deux et trois phases par la modélisation et la validation expérimentale, thèse de doctorat, Lyon 2003.
- [2] G. Vicq, A. M. Bottreau, Comportement diélectrique dans le domaine de la micro-onde des polymères chargés en fonction de la nature de l'inclusion, journal of Molecular liquids, 181-215, 1988.
- [3] N. Bouzit, Modélisation des composite binaires, thèse de Doctorat, université Ferhat Abbas Sétif, 2002.
- [4] A. M. Bottreau, Modélisation du comportement diélectrique des matériaux binaires corrélation avec les lois de mélange, EDP Sciences, 1998.

Structural characterization of developed near β -Type Titanium Alloys (Ti-25Nb-xZr) for biomedical Applications

MAMOUN FELLAH^{1,2*}, NAOUEL HEZIL³, LEILA DEKHIL², MOHAMMED ABDUL SAMAD⁴, ALEX MONTAGNE⁵, ALBERTO MEJIAS⁵, ALAIN IOST⁵, ALEKSI OBROSOV⁶, AND SABINE WIESS⁶

¹Mechanical Engineering Department, ABBES Laghrour- Khenchela University P.O 1252, 40004, Algeria.

²Tribology and Materials, Laboratory of Foundry, Annaba University BO, 12 CP 23000. Algeria,

³Physics Department, ABBES Laghrour - Khenchela University P.O 1252, 40004, Algeria.

⁴Mechanical Engineering Department, KFUPM. Box 1180, Dhahran - 31261, KSA.

⁵Key Laboratory of Drinking Water Science and Technology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, PR China

⁶Arts et Metiers ParisTech, MSMP, 8, Boulevard Louis XIV, 59046 Lille Cedex, France,

⁸Department of Physical Metallurgy and Materials Technology, Brandenburg Technical University, 03046 Cottbus, Germany.

* Corresponding author: E-mail: mamoun.fellah@yahoo.fr Tel: +213 660 348 885

Abstract

The osteoarthritis and degenerative diseases osteoporosis as well as trauma lead to the bone mechanical properties degradation due to absence of normal biological self healing processes or excessive loading [1–5]. These problems solution are artificial biomaterials, as surgical implantation of appropriate shapes helps restore function for the otherwise functionally compromised structures [1–5]. Biocompatibility is considered to be optimal once tissue neoformation and later function occurs around implantable devices [6]. The efficacy of biomaterials implants is determined mostly by their surface characteristics such as microstructure, surface morphology, composition and biological properties [2].

Aiming to develop alloys with better properties for orthopedic applications, the focus of the present research was to evaluate the effect of Zr at. % content on structural, mechanical and tribological properties of hot isostatically pressed Ti-25Nb-xZr ($x = 5, 10, 15, 20$ and 25 at. %) alloys. The structural evolution, and mechanical properties of the nanostructured Ti-Nb-xZr alloys were evaluated using X-Ray diffraction, scanning electron microscope. The mechanical properties were performed using Vickers hardness and berkovich nanoindentation. Experimental results indicated that the structural evolution and morphological changes of the milled alloys were sensitive to their Zirconium (at. %) content. The morphological characterization showed that the crystallite size and the particle size decreased with increasing Zr content (at. %). As well, as the Zr was added to the Ti-25NbXZr system, there was a clear decrease in the Vickers hardness and young's modulus. On the other hand, the coefficient of friction and wear rates were found to be decreasing with increasing Zr content.

Keywords: Ti-Nb-Zr alloys, Nanobiomaterials, Tribological behavior, Sintering; Biomedical Applications

Results

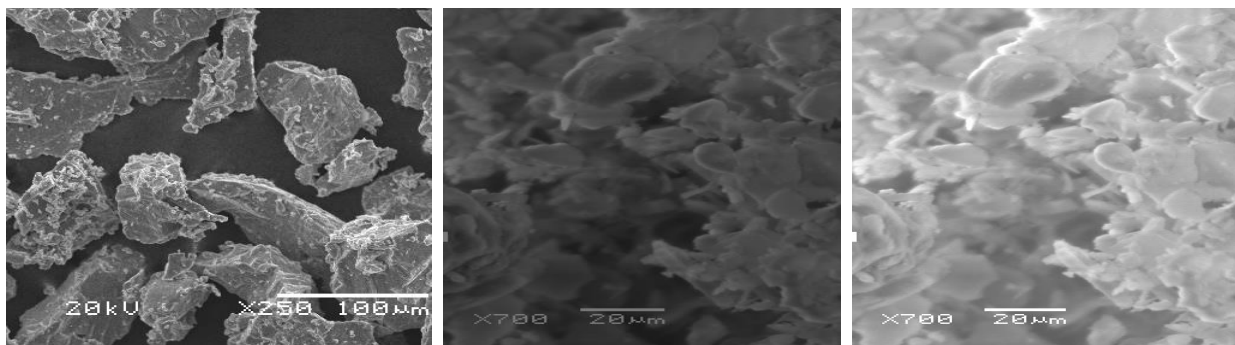


Fig. 1 SEM micrographs of as-received powders particles of: A) pure Ti, B) Pure Nb, C) Pure Zr.

a. Lattice parameter and crystallite size evolution

The average crystallite-size $\{D\}$, microstrain mean values $\{\varepsilon\}$, (%), and the lattice parameters (a) evolution of Ti-Nb-Zr systems versus Zr content (at. %) are displayed in Fig. 2. As expected, increasing Zr content decreased the crystallite size from 65 nm at 15 at. % Zr, to achieve the smallest size of 30 nm at 35 at. % Zr. Conversely, the microstrain mean values, (ε), raised from 0.33 to 0.9 % when Zr content increased from 0 to 35 at. %.. A significant increase in the lattice parameters (a_β) was observed with the increase in the Zr content as displayed in Fig. 5. It increased from (3.314 to 3.333Å), which represented a cell expansion of 1.17 % in volume. The lattice parameter values of TiNbZr samples as a function of Zr content is similar to those reported previously [3]. In agreement with the binary Ti-Nb alloys [6], the addition of Nb increases the lattice parameter of the β phase. The figure 4.b also show that the lattice parameter in the TiNbZr system increases with Zr up to 8% content. Figure 1 shows the effect of Zr addition on the crystallite size . Fine crystallite size under 30 nm is achieved by the addition of 30 at. % of Zr . Retarded diffusion coefficient by Zr addition should be responsible for the crystallite size refinement. Nanocrystallinity makes it possible to possess high strength, polishability as well as high workability alloys. [2-4].

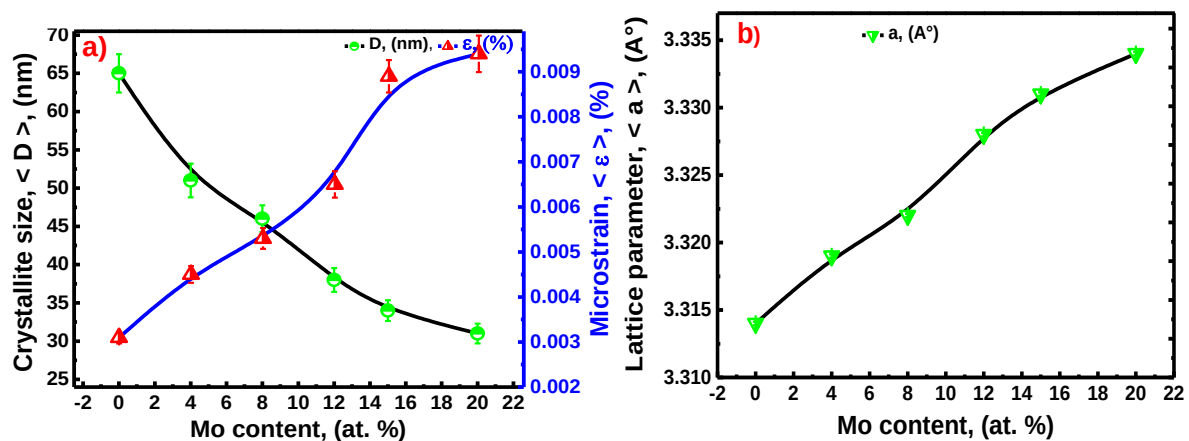


Fig. 2 Evolution of: a) average crystallite size $\{D\}$, (nm), and microstrain $\{\varepsilon\}$, (%), and b) Lattice parameters $\{a\}$, (Å), of binary Ti-Nb-Zr samples as function of Zr content (at. %).

Références :

- [1] Fellah M, Labaiz M, Assala O, Dekhil L, Iost A (2013) Tribological behavior of AISI 316L stainless steel for biomedical applications. Tribol-Mater, Surf Interf 7(3):135–149
- [2] Fellah M, Labaiz M, Assala O, Dekhil L, Iost A (2013) Friction and wear behavior of Ti-6Al-7Nb biomaterial alloy. J Biomater Nanobiotechnology 4(4):374–384
- [3] Fellah M, Labaiz M, Assala O, Iost. (2013) 5th World Tribology Congress, WTC 2013. 1:470.
- [4] Fellah M, Assala O (2014) Labaiz M (2014) Comparative study on tribological behavior of Ti-6Al-7Nb and SS AISI 316L alloys, for total hip prosthesis. TMS 2014 Suppl Proceeding 32:237–246
- [5] Fellah M, Hezil N, Abdul Samad M, Touhami MZ, Montagne A, Iost A, Mejias A, Kossman S (2019) The effect of milling time on structural, friction and wear behavior of hot isostatically pressed Ti-Ni alloys for orthopedic applications. TMS 2019 148th Annual Meeting & Exhibition Supplemental Proceedings. The Minerals, Metals & Materials Series. Springer, Cham, 2019. PA: TMS, 2019: 865-875 https://doi.org/10.1007/978-3-030-05861-6_85.
- [6] Dekhil L, Louidi S, Bououdina M, Fellah M, (2019) Microstructural, Magnetic, and nanoindentation studies of the ball-milled Ti80Ni20 Alloy. J supercond Nov Magn <https://doi.org/10.1007/s10948-019-05145-1>.

Caractérisation et simulation numérique du comportement mécanique de l'Abradable

OMAR MELLIKECHE, YAZID FIZI

Laboratoire de Mécanique de Précision Appliquée LMPA,

Université Ferhat Abbas UFASI, Sétif 19000, Algérie

Email: fizi_yazid19@yahoo.fr

Résumé

Des nombreux travaux expérimentaux [1-3] peuvent être trouvés concernant la caractérisation statique de l'abradable mais sa caractérisation dynamique est toujours à l'étude. L'objectif de notre étude est de caractériser et simuler le comportement mécanique d'un revêtement obtenu par le procédé de projection plasma. Dans cette étude, un examen du comportement des revêtements en utilisant les codes de calcul ABAQUS et LS-DYNA a été menée pour le revêtement abradable. Un tel dépôt doit présenter une porosité considérable car cette dernière est généralement facilitée l'écaillage du dépôt. Dans ce travail, nous avons caractérisé les revêtements Ni-graphite élaborés par projection plasma à l'aide de la torche plasma F4-MB - Sulzer Metco A3000S. La simulation numérique de ce test nécessite la définition de la loi du comportement. Dans ce cas, à cause de l'absence d'un test standard pour déterminer les propriétés mécaniques des revêtements, nous avons proposé une approche numérique qui est basée sur la combinaison entre le test de compression, l'analyse par éléments finis et l'analyse inverse pour extraire les propriétés élastoplastiques du dépôt.

Mots clés : Abradable, projection plasma, Aube/carter, aéronautique

Résultats

Une première observation grossière de la surface ainsi est effectuée à l'aide d'un microscope optique. Ensuite une observation plus fine est réalisée à l'aide du microscope électronique à balayage de l'interface substrat/sous-couche et sous-couche-couche. La résolution du MEB permet d'atteindre des grossissements atteignant les 1, 000,000x mais lors de cette étude, un grossissement de 2000 x est avéré suffisant.

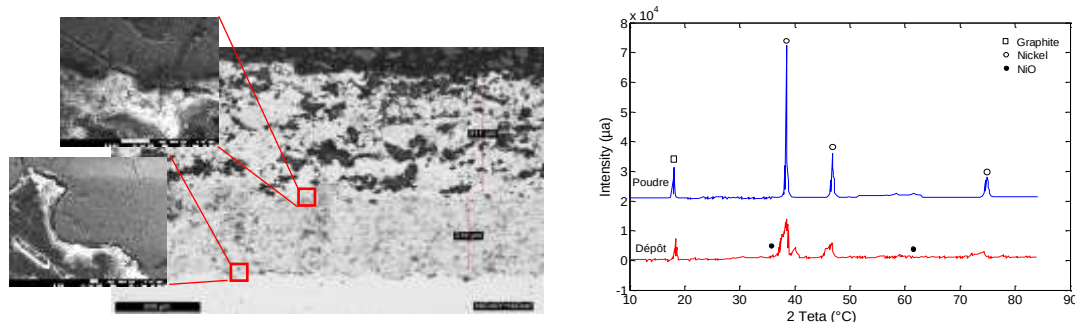


Fig 1 : Observation MO/MEB de la morphologie d'une coupe transversale de dépôt.

Les essais mécaniques sont réalisés avec différentes vitesses de déplacement. Le but essentiellement recherché à travers cet essai, est de déterminer l'évolution de chargement qui nous permet d'éliminer l'effet du substrat.

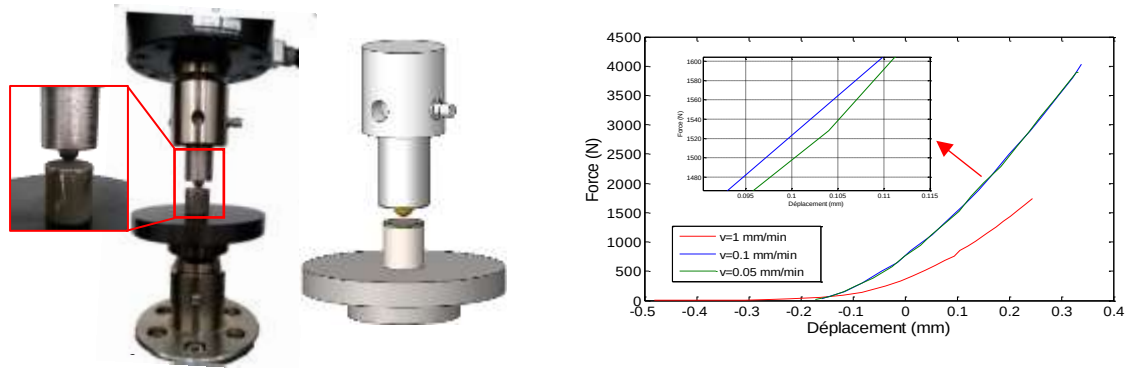


Fig 2: Courbe de contrainte-déformation obtenue avec différentes vitesses de déplacement

Concernant le test de traction, Le montage est fixé sur une machine de traction (MTS Criterion 45). Un effort de traction vertical est alors exercé à une vitesse de 0.021 mm/s (suivant la norme ASTM C633-79) jusqu'à la rupture de l'ensemble. Pour éviter un désaxage au niveau des deux éprouvettes, le montage sur la machine a été assuré avant le collage de l'ensemble.

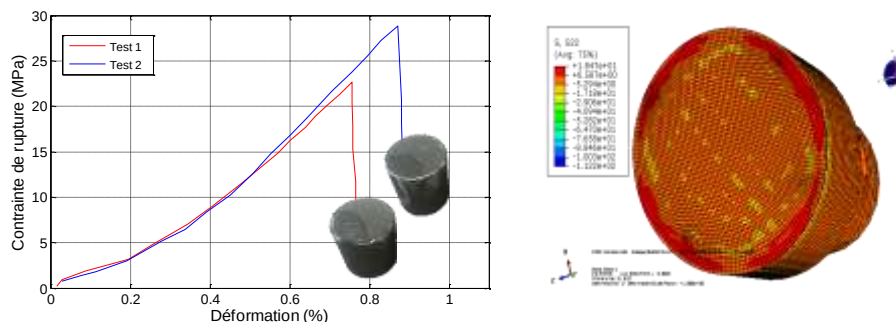


Fig. 3 : Résultats expérimentaux et numérique de test de traction

L'utilisation de la simulation numérique permet d'accéder à différentes informations locales notamment à l'interaction aube/revêtement et d'en suivre ce phénomène au cours du temps. Ces informations sont nécessaires afin d'appréhender les mécanismes menant à la liaison aube avec son carter ainsi d'éviter tout sorte de contact inapproprié qui pourrait subir une détérioration au niveau des ailettes. Afin d'étudier, simuler et de prédire le comportement thermomécanique des revêtements Abradable



Fig. 4 : Présentation du maillage utilisé pour la simulation de l'interaction aube/abradable.

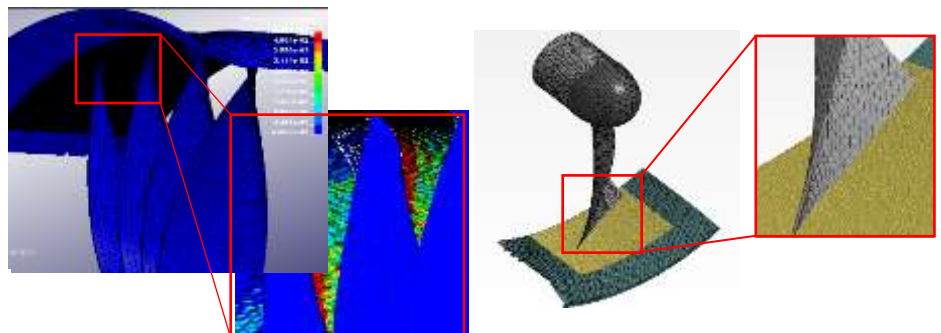


Fig. 5 : Evolution morphologique pendant l'écaillage du revêtement.

Références

- [1] E.R. Novinski. The design of thermal sprayed abradable seal coatings for gas turbine engines. In Proceedings of the 4th National Thermal Spray Conference, USA, 1991.
- [2] C.Marion, Contribution à la caractérisation locale des couples de matériaux mis en jeu lors du contact rotor/stator dans une turbomachine, thèse doctorat, Université de Lorraine, 2012.
- [3] R.Mitchell.Dorfman, Thermal Spray Coatings, Handbook of Environmental Degradation of Materials. Sulzer Metco (US) Inc. Westbury, NY, United States, 2018, 469-488

MECHANICAL AND ANISOTROPIES PROPERTIES OF SEMICONDUCTOR KAg_2AsS_4

A. GUECHI^{1,2}, M. CHEGAAR²

¹ Institute of Optics and Precision Mechanics, Setif-1 University, 19000 Setif, Algeria

² Laboratory of Optoelectronics and Components, Department of Physics, Faculty of Science, Setif-1 University, 19000 Setif, Algeria

Email : ab_guechi@yahoo.fr

Abstract

To better understand the performance of semiconductor KAg_2AsS_4 compound chalcopyrite structure type, its mechanic and anisotropies properties are studied here by taking advantage of first principles calculations using density-functional theory (DFT) method within generalized gradient approximations in the forms of PBEsol (PBEsol-GGA). The elastic constants (C_{ij}) are determined by using the total energy variation with strain technique, and the variation of second order elastic constants of this compound under different hydrostatic pressures are also predicted for the first time. From the computed elastic parameter, it is inferred that this compound is mechanically stable and brittle in nature at 0 GPa, whereas it becomes ductile under high pressure. In addition, the elastic modulus for polycrystalline materials, shear modulus (G), Young's modulus (E), anisotropic factor (A) and Poisson's ratio (ν) are also systematically investigated. However, the ductility and brittle properties were determined by calculating the bulk to shear ratio B/G . The analysis of the hardness of the studied compound has been discussed. Mechanical anisotropy in both was performed by calculating different anisotropic indexes and factors. We have also plotted three-dimensional (3D) surfaces and planar contours of the Young's moduli of KAg_2AsS_4 compound for some crystallographic planes to reveal their elastic anisotropy index.

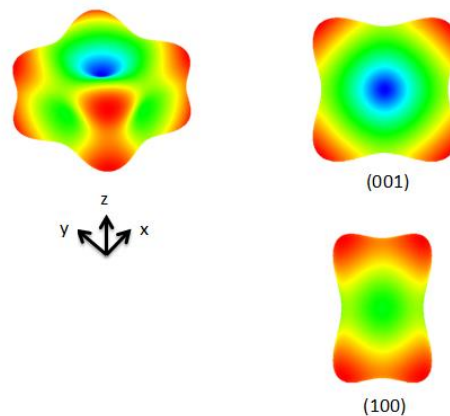


Fig 1 Directional dependence of the young modulus in KAg_2AsS_4

Keywords: semiconductor KAg_2AsS_4 compound, three-dimensional (3D) young modulus, anisotropies properties Mechanical properties.

THERMODYNAMIC PROPERTIES OF THE KAg_2AsS_4 COMPOUND, FIRST PRINCIPLES STUDY

A. GUECHI^{1,2}, F. ARAB³, M. CHEGAAR²

¹ Institute of Optics and Precision Mechanics, Setif-1 University, 19000 Setif, Algeria

² Laboratory of Optoelectronics and Components, Department of Physics, Faculty of Science, Setif-1 University, 19000 Setif, Algeria

³ Laboratory for Developing New Materials and their Characterization, Department of Physics, Faculty of Science, Setif-1 University, 19000 Setif, Algeria.

¹ Centre for Development of Advanced Technologies (CDTA) Research Unit in Optics and Photonics (UROP), University of Setif 1, El Bez, 19000 Setif, Algeria

Email : ab_guechi@yahoo.fr

Abstract

The structural and thermodynamic properties of the KAg_2AsS_4 compound were studied using the density function theory (DFT) calculations within generalized gradient approximations in the forms of PBEsol (PBEsol-GGA). The thermodynamic properties of KAg_2AsS_4 compound are predicted using the quasi-harmonic Debye model for the first time. Phonon dispersion as well as phonon density of states is also obtained. Some physical parameters, such as Debye temperature (Θ_D), heat capacity (C_v), entropy (S) and free energy (F) were theoretically investigated and discussed at high temperatures in rang 0 -1000K.

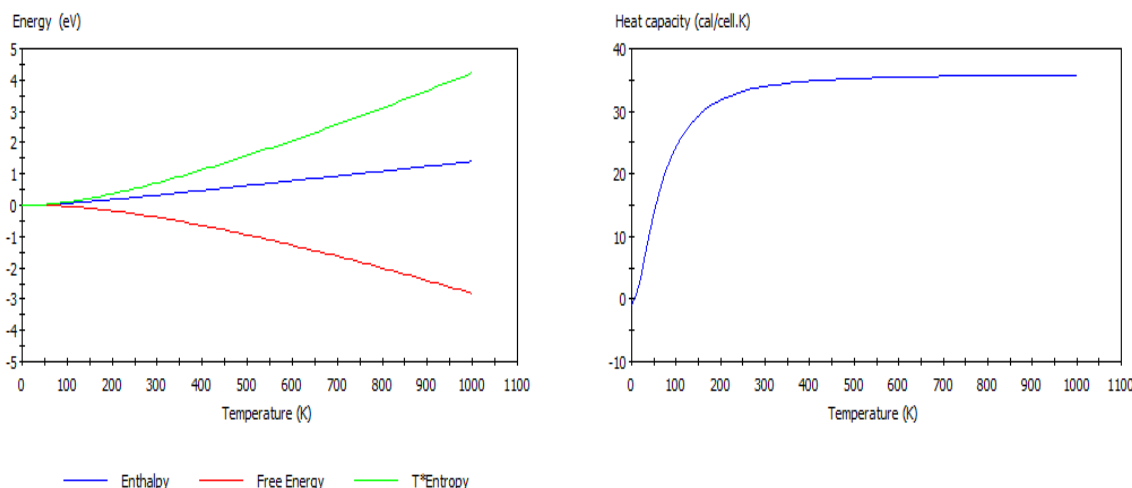


Fig 1 Thermodynamic parameters (enthalpy, free Energy, Entropy)

Key word Thermodynamic properties, heat capacity (C_v), Entropy (S), Free energy (F)

Study, Application and Modeling of the Acoustic Microwave Signal in Piezoelectric Materials on a Lithium Niobate LiNbO_3 Substrate Cut (Y-X)

ANWAR KATEB¹, DJAMEL BENATIA²

Electronics Department, Faculty of Technology,
University Mostefa Benboulaïd – Batna2, 05000, Algeria.
Email: kateb_anwar@outlook.fr

Abstract

In this work, we will study a very relevant model we propose a technique for analyzing microwave acoustic we use as analysis tool the famous wavelet transform, it can analyze the signal locally and know its characteristics in a more precisely was. The signal to be processed represents the propagation of the acoustic microwaves in a piezoelectric structure excited by an interdigital transducer when the electro elastic wave propagation by surface deformation of this structure. The wavelet transform can be used as a tool for analyzing and measuring the uniform and local regularity of the acoustic microwave signal. To characterize singular structures, it is necessary to quantify precisely the local regularity of a signal. The detection of the singularities of a signal is a fundamental operation because often these points correspond to important events of the signal; one of the parts of this work is dedicated to the scale "a" and the frequency f. These times can be determined by the wavelet transform.

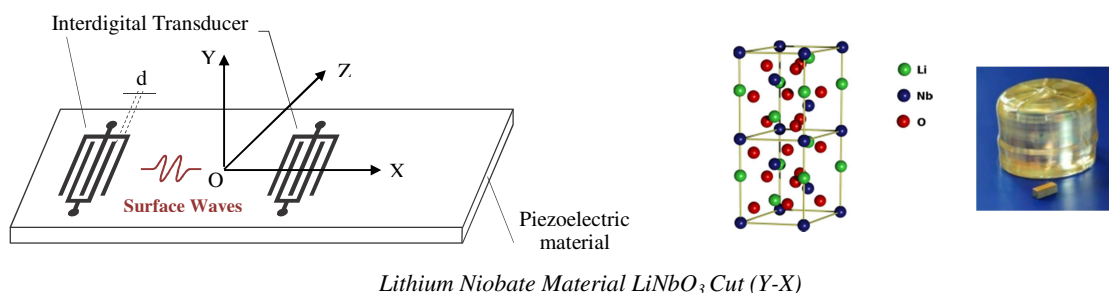
The Lithium Niobate LiNbO_3 cut (Y-X) was chosen as the material. The variation of the velocity allowed us to identify several modes; the surface mode (Rayleigh wave) which remains confined to the surface of the substrate. As well as other types of waves which appear further in the range of velocities of the ultrasonic waves which are the waves of Bulk and Leaky wave.

The theory of effective permittivity can be used to characterize the behavior of acoustic waves in a substrate LiNbO_3 . In other words, the roots of the effective permittivity equation indicate the presence of an acoustic microwave at a particular wave velocity. By performing a sweep of possible acoustic velocity in an iterative fashion, the complex poles of the effective permittivity can be displayed. The exposed method of this work also showed that the wavelet transformation tool proves to be efficient for the analysis of the singularities in the signals. In practice, the computation of the wavelet transform using a suitable wavelet makes it possible to detect the singular points (BAW, LSAW and SSBW). The program we have developed is applicable to any piezoelectric material, provided that the values of the parameters of each material are changed. If we find this difficult to detect for some materials and it requires very small scales, it will then change wavelet analysis and so on.

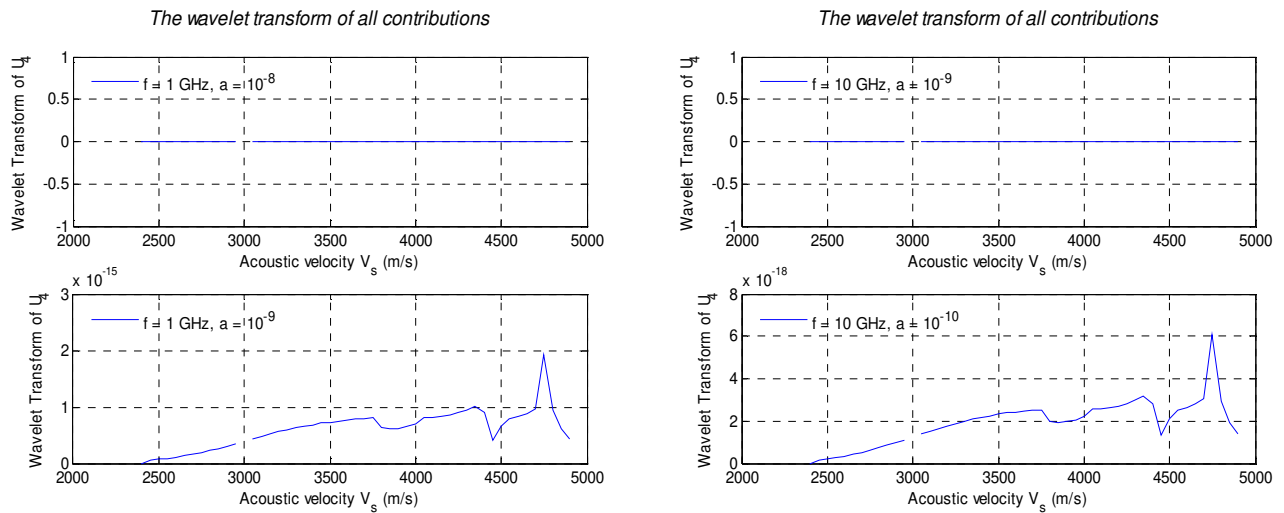
Key word : Acoustic Microwave Signal, Interdigital transducer, Lithium Niobate, Piezoelectric Materials, Singularities, The attenuation coefficient.

Results

The application of wavelet transform to the acoustic microwave signal. This powerful tool has allowed us to access hidden information about our signal. The number of parameters to be modified has led us to obtain the best possible resolution. This resolution allows the observation, and effective detection of singularities, on the one hand, whatever the working frequency, and on the other hand, whatever the complexity of the signal, is reserved for the scale of this transform, its decrease allows to effectively detect singularities.



Lithium Niobate Material LiNbO_3 Cut (Y-X)



<i>Frequency</i>	<i>The wavelet Mexican-hat</i>	<i>n = 4</i>	<i>n = 6</i>	<i>n = 8</i>	<i>n = 10</i>
1 GHz	10^{-15}	10^{-13}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-8}
10 GHz	10^{-18}	10^{-15}	10^{-14}	10^{-12}	10^{-11}

References :

- [1] K. Wong, Properties of Lithium Niobate: Institution of Electrical Engineers, London 2002.
- [2] C. Bacon, E. Guilloriot and B. Hosten, An acoustic-microwave method for the study of the mechanical influence of moisture content in materials: Journal of Applied Mechanics, Vol. 70, no. 2 pp. 268–274, Marsh 2003.
- [3] Nikita M. Finger, Anna Bastian and David S. Jacobs, To seek or speak? Dual function of an acoustic signal limits its versatility in communication: Animal Behaviour, pp. 135–152, Vol 127, May 2017.
- [4] Arunita Kar, Anming Gao, Lynford L. Goddard, and Songbin Gong, Characterization of Lithium Niobate Microdisk Resonators with Grating Couplers, Published in: 2017 IEEE Photonics Conference (IPC), pp. 221–222, Orlando, FL, USA, November 2017.
- [5] Sajid Rafique, Piezoelectric, Vibration Energy Harvesting: Modeling & Experiments, Sweden 2018.
- [6] Gabriel Vidal-Álvarez, Abhay Kochhar, and Gianluca Piazza, Delay Lines Based on a Suspended Thin Film of X-Cut Lithium Niobate, Published in: 2017 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS), Washington, DC, USA, November 2017.
- [7] D. A. Feld, D. S. Shim, S. Fouladi, and F. Bayatpur, Advances in nonlinear measurement & modeling of bulk acoustic wave resonators, Published in: 2014 IEEE International Ultrasonics Symposium Proceedings, pp. 264–272, Chicago, IL, USA, October. 2014.
- [8] C. Rossignol, J. M. Rampnoux, M. Pertion, B. Audoin and S. Dilhaire, Generation and detection of shear acoustic waves in metal sub-micrometric films with ultrashort laser pulses: Physical Review Letters, Vol. 94(16), pp. 166–106, April 2005.

Structural and Optical characterizations of zinc oxide thin films produced via electrochemical method

ABIR KEMMACHE¹, HOCINE GUESSAS¹,

¹Laboratory of photonic systems and nonlinear optics.

Institute of Optics and Precision Mechanics.

Farhat Abbas University, Sétif, 19000, Algeria

Email: kemmacheabir@yahoo.com

Abstract

ZnO thin films were deposited on indium tin oxide ITO-coated glass substrate via electrodeposition process, using zinc nitrate $[Zn(NO_3)_2]$ as precursor and potassium nitrate $[KNO_3]$ at 70°C. The deposition time was changed from 300 to 1200 seconds. The effect of deposition time was investigated. The morphological, structural and optical properties were studied by Atomic force microscopy (AFM), X-ray diffraction techniques (XRD), Raman spectroscopy and UV-visible spectrophotometer. The study by voltammetry cyclic and chronoamperometry identified the mechanisms of the electrodeposition and the preparation of the films. XRD shows that the films grew in the hexagonal wurtzite structure with a preferential orientation (002) that increases when the deposition time increases. Raman spectroscopy confirmed the results of XRD. The AFM images show that the roughness of the films has increased from 16.70 to 59.54 nm with an increase in the deposition time. The UV-Vis measurements show that the band gap increase from 3.22 to 3.38 eV with increases in deposition time, while the transmittance decreases.

Key word : Electrodeposition, ZnO, Structural properties, Morphological properties, Optical properties.

Results

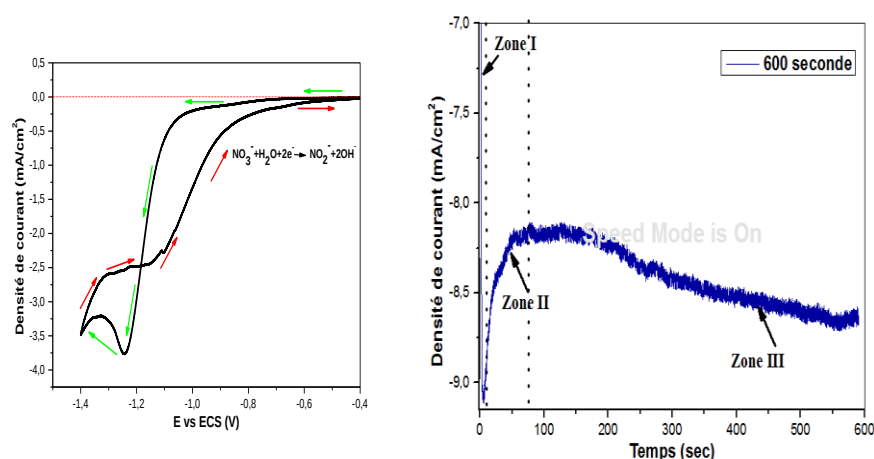


Fig. 1. (a) Cyclic voltammogram recorded in a 0.01 M 0.01 M $Zn(NO_3)_2$ aqueous solutions with 0.1 M KNO_3 at 70 °C on ITO substrate. Potential scan rate is 20 mV s⁻¹. (b) Chronoamperogram of the same solution recorded at 600 seconds.

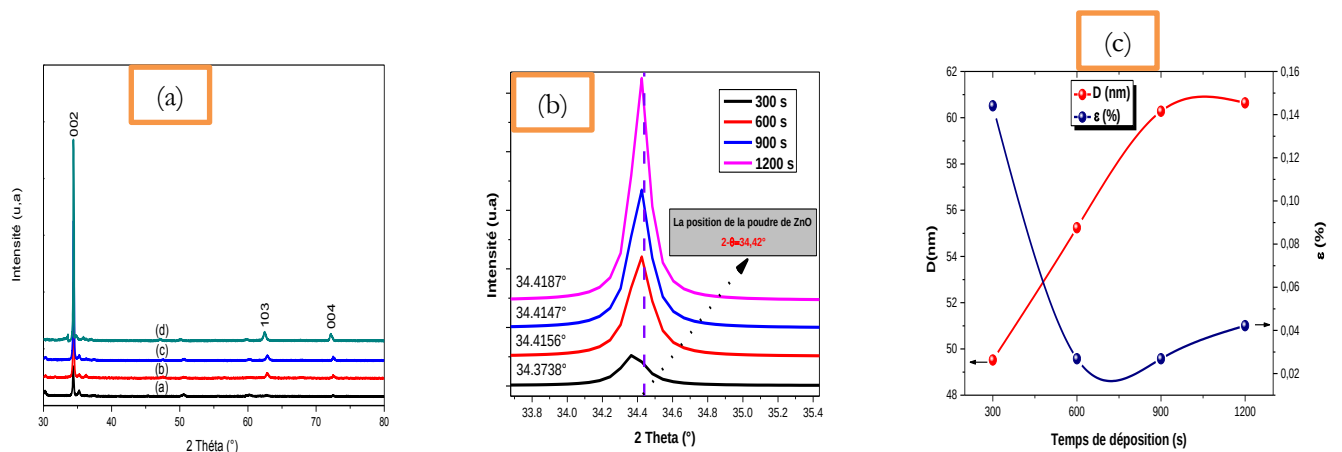


Fig. 2. (a) X-ray diffraction patterns of ZnO deposited on ITO substrate at different durations. (b) Zoom on the pic (002). (c) Variation of grain size and mean strain of ZnO thin films with electrodeposition time.

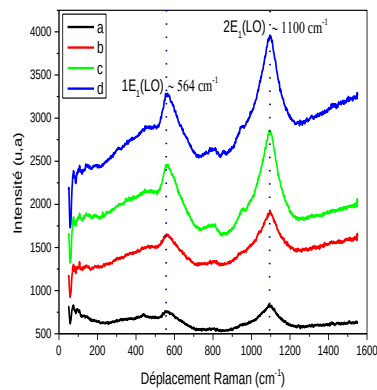


Fig. 3. Raman spectra of ZnO thin films electrodeposited for different deposition time.

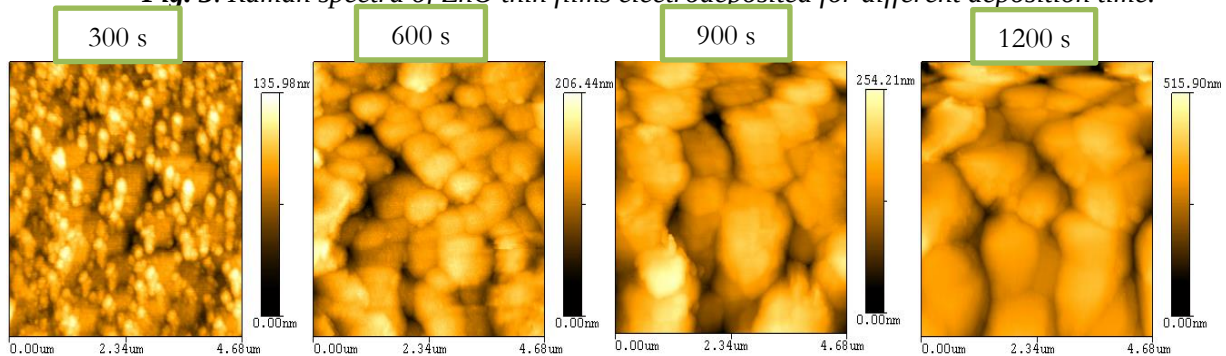


Fig. 4. AMF images of the ZnO thin films prepared from the 0.01 M Zn(NO₃)₂ and 0.1 M KNO₃ at different deposition time.

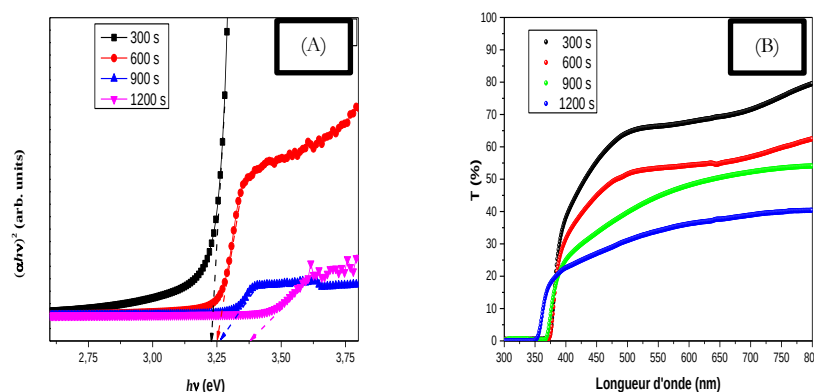


Fig.7. Effect of electrodeposition time on (A) Optical band gap and (B) Transmittance of ZnO films.

Références :

- [1] N. Mukherjee, Sk. Faruque Ahmed, K.K. Chattopadhyay, A. Mondal, *Electrochim. Acta* 54 (2009) 4015.
- [2] O. Lupan, V.M. Guérin, I.M. Tiginyanu, V.V. Ursaki, L. Chowc, H. Heinrich, T. Pauporté, Well-aligned arrays of vertically oriented ZnO nanowires electrodeposited on ITO-coated glass and their integration in dye sensitized solar cells, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 211 (2010) 65.
- [3] Djurisić AB, Ng AMC, Chen XY. ZnO nanostructures for optoelectronics: material properties and device applications. *Progress in Quantum Electronics* 2010;34:191-259.
- [4] S. Chen, N. Nuruzzaman, I.P. Parkin, R. Binions, Temperature and thickness dependent growth behaviour and opto-electronic properties of Ga-doped ZnO films prepared by aerosol assisted chemical vapour deposition, *J. Mater. Chem. A* 2 (2014) 17174–17182.
- [5] M. Fahoume, O. Maghfoul, M. Aggour, B. Hartiti, F. Chraïbi and A. Ennaoui, “Growth and characterization of ZnO thin films prepared by electrodeposition technique,” *Solar Energy Materials & Solar Cells* 90 (2006) 1437-1444.
- [6] R. Konenkamp, R. C. Word, and M. Godinez, *Nano Letters*, 5,2005 (2005).
- [7] O. Lupan, T. Pauporté, B. Viana, I.M. Tiginyanu, V.V. Ursaki, R. Cortes, *ACS Applied Materials & Interfaces* 2 (2010) 7.
- [8] C.H. Xu, H.F. Lui, C. Surya, *Journal of Electroceramics* 28 (2012) 27.
- [9] D.H. Zhang, D.E. Brodie, *Thin Solid Films* 261 (1995) 334–339.

SYNTHESE ET CARACTERISATION STRUCTURALE ET DIELECTRIQUE DE CERAMIQUES PEROVSKITES

Khacheba Maria¹, Abdessalem Noura¹, Hamdi Ahmed²

¹ Laboratoire de Chimie Appliquée, université de Mohamed Khider, Biskra, Algérie.

khacheba.maria@gmail.com

¹ Laboratoire de Chimie Appliquée, université de Mohamed Khider, Biskra, Algérie.

noura.abdessalem@yahoo.fr

² Laboratoire de physico-chimie des matériaux, Université de Amar Telidji, Laghouat, Algérie.

ah.hamdi@lagh-univ.dz

RESUME

Durant ces vingt dernières années, une activité de recherche très importante a été dédiée à l'étude de composés céramiques piézoélectriques dopés, susceptibles d'être utilisées dans certaines applications en électronique. L'objectif de cette étude est l'élaboration et la caractérisation physique d'une céramique PZT modifiée. La poudre du composé étudié a été réalisée par réaction à l'état solide de quelques oxydes et carbonates, et la céramique correspondante est obtenue par frittage naturel. Quelques techniques ont été utilisées pour caractériser le produit, l'analyse granulométrique à la température de frittage 1180 °C a été effectuée en voie liquide, à l'aide d'un granulomètre laser, ces mesures mettent en évidence deux populations pour l'échantillon étudié dans une gamme de 0.2 µm et 40 µm. Afin de déterminer le mécanisme réactionnel et la température de formation de la solution solide (PZT), le mélange de poudre a été analysée sous air, de la température ambiante à une température de 900 °C, et une vitesse de chauffe de 10 °C/min. la quantité de matière analysée est d'environ 40 mg. La courbe ATG-TD montre que la température de formation de zirconate-titanate de plomb est d'environ 650-800 °C, ceci est associé à la diffusion des ions Zr^{4+} et Pb^{2+} dans la structure pérovskite de $(PbTiO_3)$ jusqu'à saturation. L'analyse par diffraction des rayons X montre sans ambiguïté que le matériau est cristallisé dans une structure tétragonale avec l'absence de toute phase parasite résiduelle. Enfin le comportement diélectrique de la céramique a été étudié avec des mesures de permittivité diélectrique, pour différentes fréquences, à l'aide d'un RLC mètre digital, cette analyse a montré une forte permittivité diélectrique et un faible facteur de dissipation, ainsi qu'une présence de deux anomalies.

MOTS-CLES : céramique PZT, synthèse, dopant, propriétés, diélectrique.

1. INTRODUCTION

Les céramiques, en général, font l'objet de nombreuses utilisations modernes. Leurs propriétés physiques de résistance thermique, chimique, et mécanique alliées à des propriétés, électriques ou même magnétiques sont intéressantes dans l'industrie; En particulier les céramiques à base de plomb, en l'occurrence les solutions solides qui font l'objet de nos travaux.

Par ailleurs, du fait de leur fabrication modérément coûteuse par rapport à bon nombre de matériaux qui nécessitent une croissance cristalline toujours délicate, leur part dans le marché de la technologie s'accroît de plus en plus.

Les matériaux céramiques pérovskites possèdent des propriétés électriques très variées. On trouve des isolants, des semi-conducteurs, des conducteurs ioniques et des conducteurs de type métallique, et même supraconducteurs à haute température. Ces propriétés sont obtenues par des modifications mineures de la structure pérovskite idéale par l'introduction d'agents dopants, ce qui peut avoir des conséquences diverses suivant la nature de l'impureté et les caractéristiques de la matrice hôte.

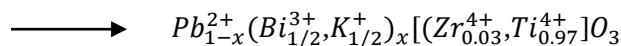
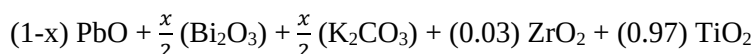
Dans la céramique PZT, il est connu que la nature, le type et les concentrations des dopants peuvent altérer la stabilité de la phase PZT et ses propriétés. Divers travaux de recherches sur différents systèmes de PZT [1-5] ont été réalisés, mais toutefois, des anomalies diélectriques et piézoélectriques sont observés et reste à expliquer.

Le présent travail s'articule principalement à la synthèse, l'étude structurale et la caractérisation physique du système $Pb_{1-x}^{2+}(Bi_{1/2}^{3+}, K_{1/2}^{+})_x[(Zr_{0.03}^{4+}, Ti_{0.97}^{4+})O_3]$ avec $x=3\% - 6\%$.

Plusieurs analyses sont utilisées pour l'identification morphologique, structurale et diélectrique telles que : la microscopie électronique à balayage (MEB), analyse thermique, la diffraction des rayons X (DRX) et l'analyse granulométrique laser.

2. PARTIE EXPERIMENTALE

Les céramiques de PZT dopée ont été préparées par voie solide classique à partir des pesées, en proportions stœchiométriques, des oxydes (PbO , Bi_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 ,) et de carbonate K_2CO_3 d'une pureté supérieure à 99 % selon la réaction chimique suivante :



Ensuite l'étape d'homogénéisation des poudres est réalisée à l'aide d'un agitateur magnétique en présence d'acétone, après séchage, les composés sont de nouveau sous forme de poudre, ces derniers ont été broyés manuellement pendant 6 heures. Chaque nuance est compactée sous forme de pastilles de masse 2g avec une pression de 2 tonne/cm² et mises dans un creuset en alumine dans un four programmable à une température de 850°C pendant 2 heures. Un deuxième broyage a été réalisé afin de réduire les agglomérats formés pendant la calcination, sa durée est de 6 heures. Par la suite, des compositions de masse 1.2 g sont compactées sous 2000 tonnes/cm² en présence de quelque goutte d'alcool polyvinylique, puis frittées à 1180 °C/ 2heures. L'analyse DRX des échantillons est effectuée, à l'aide d'un diffractomètre BRUCKERS D8 ADVANCE utilisant le rayonnement $K\alpha$ du cuivre ($\lambda K\alpha = 1.54056 \text{ \AA}$), afin d'identifier la ou les phases cristallisées. La granulométrie a permis d'apprécier de façon quantitative la répartition granulométrique des poudres. Ensuite, l'analyse thermique a permis de suivre en même temps la variation de masse et les effets thermiques ainsi que le processus de

décomposition. En dernier lieu, les mesures diélectriques ont été réalisées à l'aide d'un analyseur multifréquences LCR mètre combiné à un four programmable (25 °C à 1200 °C) avec une vitesse de chauffage de 2 °C/min.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. CARACTERISTICS DES POUDRES

L'analyse par diffraction des rayons X des différentes compositions élaborées frittées à 1180 °C du système $Pb_{1-x}(Bi_{1/2}^{3+}, K_{1/2}^{+})_x[(Zr_{0.03}^{4+}, Ti_{0.97}^{4+})O_3]$ ($x=0.03-0.06$) est montrée sur la figure 1. Les deux solutions solides synthétisées présentent des diffractogrammes de rayon X de matériau bien cristallisé (pics intenses) sous phase quadratique décrite dans le groupe d'espace P4mm.

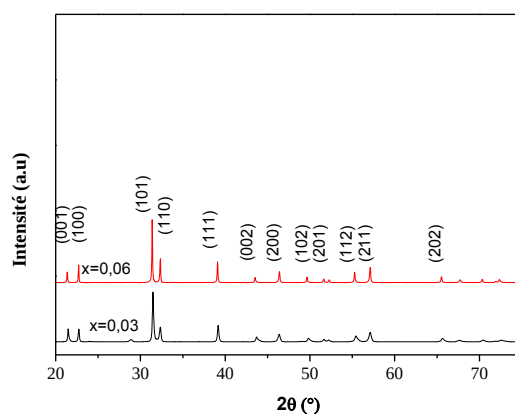


FIGURE 1. Diagramme de diffraction des rayons X des solutions solides à la température ambiante

Les paramètres de maille et le volume des différentes compositions, résumé dans le tableau 1, sont calculés à partir des distances interarticulaires (d_{hkl}), données directement par le logiciel X'Pert, puis affinés sur ordinateur à l'aide du programme Celref qui est basé sur la méthode des moindres carrés.

TABLEAU 1. Evolution des paramètres de maille et le rapport de tétragonalité en fonction de la composition

X%	Système tétragonale			
	a = b	c	c/a	V(Å ³)
3	3.9116	4.1433	1.05923	63.39
6	3.9068	4.1468	1.06143	63.29

Il est à constater que ces paramètres sont très sensibles à la variation de la composition, l'étude montre que le paramètre a diminue et tandis que le paramètre c et le rapport de tétragonalité augmentent quand la concentration de (Bi, K) augmente, La variation de ces paramètres est reliée à la dilatation de la structure tétragonale, défini par le rapport c/a. L'influence de la substitution du Pb par les dopants sur les paramètres de maille peut être expliquée aussi par la différence entre les rayons ioniques.

3.2 ANALYSE THERMIQUE

La formation de la composition PZT-3BK a été suivie, ainsi que les réactions intermédiaires (décomposition, oxydation, ...etc) par l'analyse thermique différentielle ATD couplée à l'analyse thermogravimétrique ATG (figure 2). Quatre étapes sont détectables :

- La première étape est présentée par un pic exothermique associé à une faible perte de masse correspond à la réaction de déprotonation.
- La deuxième est présentée par un pic endothermique vers 247 °C attribué à la décomposition de PbO_3 en PbO .
- L'étape qui suit présentée par l'ATD, montre un effet très important endothermique vers 356 °C correspond à la formation de PbTiO_3 . Ceci se matérialise sur la courbe de thermogravimétrie par un changement de perte visible équivalente à 3%.
- Un pic large exothermique entre 546 °C et 700 °C correspond certainement à la formation de PZ.
- Une dernière étape est difficilement détectable entre 700 °C et 850 °C, estimé à la formation de la PZT d'après plusieurs auteurs.

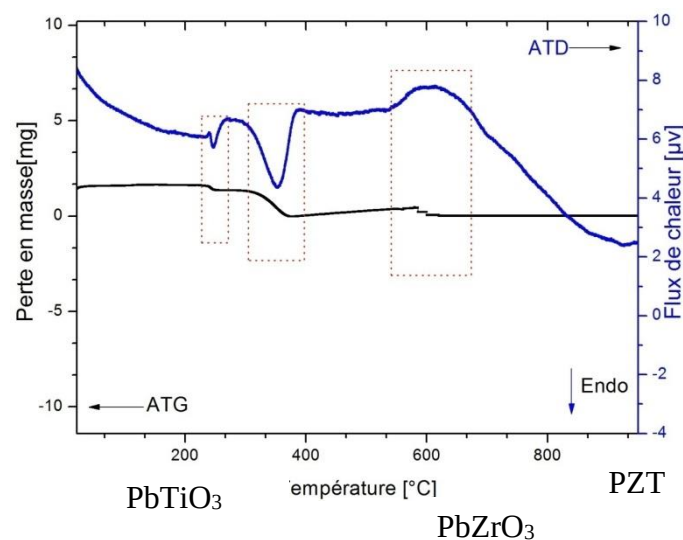


FIGURE 2. Courbe de l'ATD-TG de la poudre de mélange avec une vitesse de chauffage de 10°C/min.

3.3 ANALYSE GRANULOMETRIQUE ET MEB

La figure 3 présente la distribution granulométrique en volume des poudres frittées PZT-3BK et PZT-6BK. Ces courbes présentent deux populations qui se confondent. L'intervalle granulométrique se situe entre 0.2 et environ 40 μm , avec une majorité des grains ayant une taille de 4 μm pour la poudre PZT-3BK et 8 μm pour la poudre PZT-6BK.

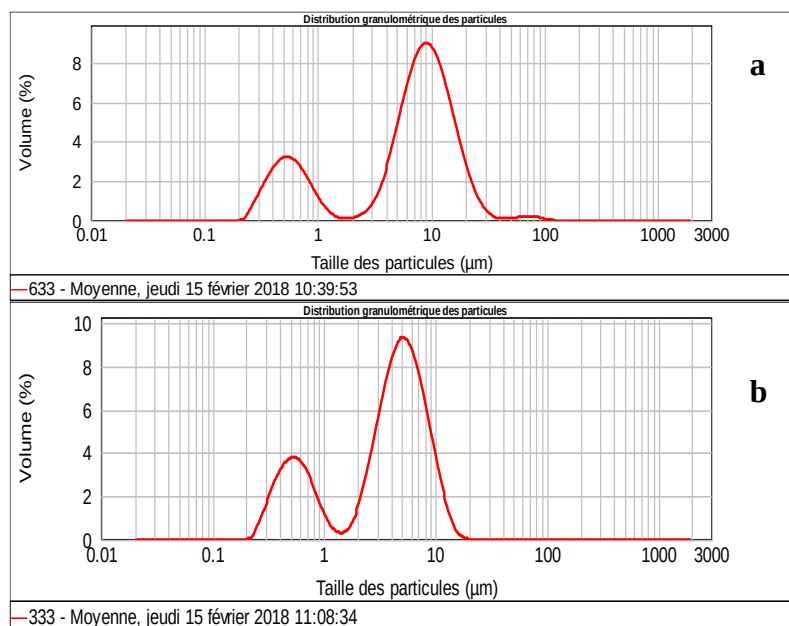
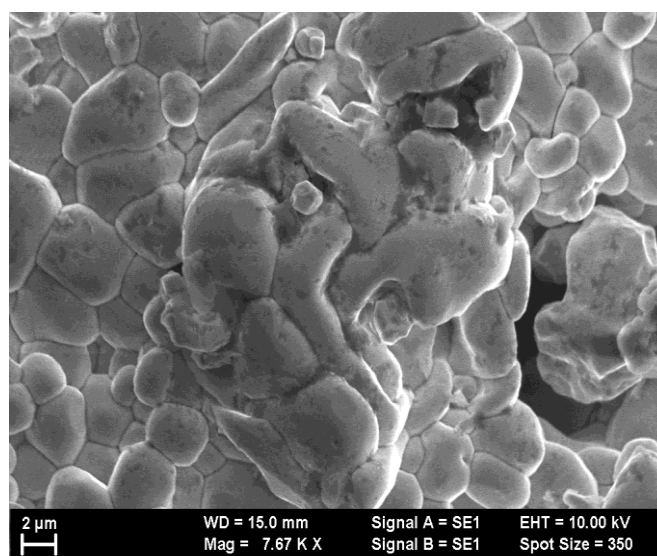


FIGURE 3. Distribution granulométrique laser des deux poudres a) poudre PZT-3BK, b) poudre PZT-6BK

Les observations au cliché de MEB des deux échantillons (PZT-3BK, PZT-6BK) frittés, ont révélées une évolution de la taille des grains mais aussi de leurs morphologies avec ce type de cation substitué. Les céramiques sont presque entièrement denses, une certaine porosité est observée et consiste en de petits pores intergranulaires (Figure 4). Ce dopage ne favorise pas la densification mais induit une croissance significative des grains. Ce dernier conduit à l'apparition des grosses grains (5-7 μm). La densité de ces céramiques mesurées par la méthode d'Archimède est respectivement 7.80 et 7.71 g.cm⁻³.



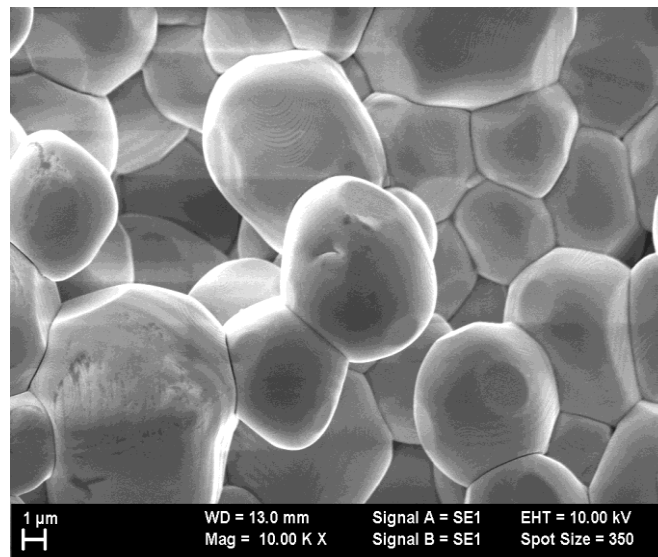


FIGURE 4. Micrographie MEB de la poudre PZT-3BK et PZT-6BK frittés à 1180 °C

3.4 MESURE DIELECTRIQUE

Les mesures de la permittivité diélectriques ont été réalisés entre la température ambiante 298 K et 800K environ. L'évolution thermique de la permittivité diélectriques des deux composition (PZT-3BK) et (PZT-6BK) à diverses fréquences (1 KHz- 10 KHz- 100 KHz) est présentée sur la figure 5 et 6.

Cette évolution est en bon accord avec les résultats déjà publiés [6-8]. Les courbes obtenues révèlent deux anomalies diélectriques :

- Une anomalie observée vers 640K et qui dépend légèrement de la fréquence.
- La deuxième anomalie traduite par un maximum de la permittivité est observée vers la température 765K et indépendante de la fréquence. La première anomalie à $T < T_c$ peut être due aux déplacements des murs de domaines, à hautes température, résultant des lacunes en Pb ou en Oxygène, causées par le nouveau dopage dans le réseau cristallin. Ainsi, un certain désordre en résulte dans quelques grains et peut produire

des processus de relaxation de charge ou des transitions de phase structurales : FE-AE ou FE(MPB)-FE(T) [9].

La deuxième anomalie correspond à la transition ferroélectrique-paraélectrique. En dessous de la température de transition (T_c), la distorsion de la structure pérovskite, sous l'influence de la température, est accompagnée d'un déplacement relatif des ions. Ceci engendre la majeure partie de la polarisation spontanée à l'échelle de la maille. Ainsi, les ions Ti^{4+} , Zr^{4+} et Pb^{2+} n'occupent plus respectivement le centre et les sommets de la maille, ils sont décalés dans l'une des directions principales du réseau cristallin. Ceci donne lieu à une polarisation spontanée de plus en plus importante jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur maximale à T_c . Ces évolutions de la polarisation avec T_c Permettent d'expliquer la valeur de ϵ_r à cette température pour les deux compositions PZT-3BK et PZT-6KB ($\epsilon_r = 3060$ et $\epsilon_r = 5750$).

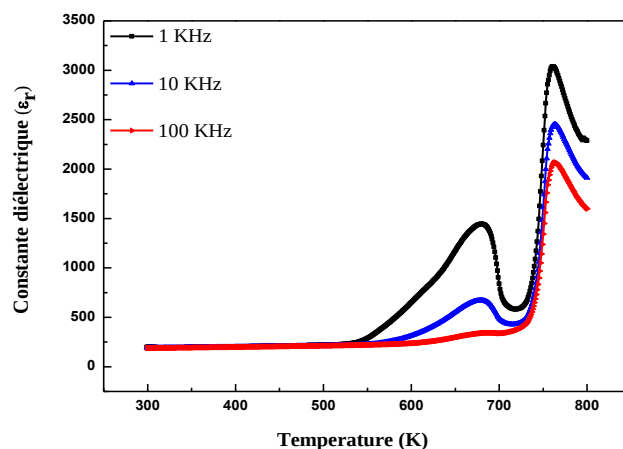


FIGURE 5. Variation de la constante diélectrique en fonction de la température et de la fréquence pour l'échantillon PZT-3BK

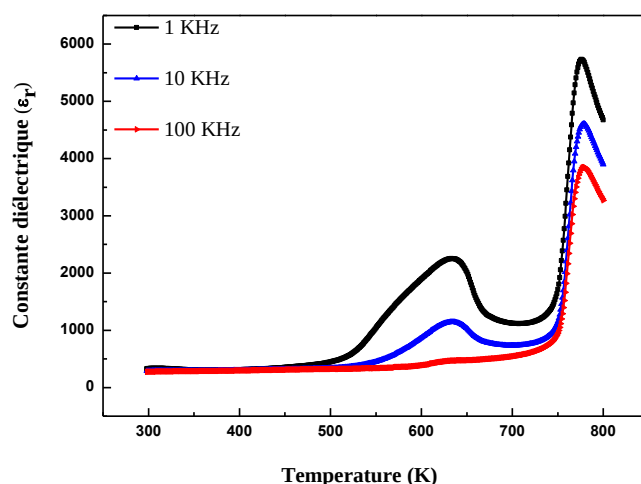


FIGURE 6. Variation de la constante diélectrique en fonction de la température et de la fréquence pour l'échantillon PZT-6BK

4. CONCLUSION

Dans ce travail, deux solutions solides du système $Pb_{1-x}^{2+}(Bi_{1/2}^{3+}, K_{1/2}^{+})_x[(Zr_{0.03}^{4+}, Ti_{0.97}^{4+})O_3]$ ($x=0.03-0.06$) ont été préparées par voie solide et les céramiques correspondantes sont obtenues par frittage naturel. L'objectif principal de cette étude est d'étudier l'influence de l'ajout de Bi_2O_3 et K_2CO_3 sur la morphologie, la structure et les propriétés diélectriques. Cette investigation a révélé l'existence de deux anomalies, et la composition offrant la plus forte valeur de ϵ_r et T_c est PZT-6BK.

Références

- [1] A. Limpichaipanit, A. Ngamjarurojana. (2017). "Effect of Li and Bi co-doping and sintering temperature on dielectric properties of PLZT 9/65/35 ceramics," *Ceram. Int*, vol **43**(5), pp.4450-4455.
- [2] H. R. Rukmini, R. N. P. Choudhary, V. V. Rao. (1998). "Effect of doping pairs (La, Na) on structural and electrical properties of PZT ceramics, " *Mater. Chem. Phys*, vol **55**(2), pp.108-114.
- [3] H. Nien, C. Hong, S. Chu. (2015). "Influence of bismuth additives on the dielectric properties of $\text{Pb}(\text{Fe}_{2/3}\text{W}_{1/3})_{0.7}\text{Ti}_{0.3}\text{O}_3$ ceramics, " *J. Alloys Compd*, vol 650, pp. 584-591.
- [4] D. Kajewski, P. Zajdel, A. Soszynski. (2019). "Bismuth doped $\text{PbZr}_{0.7}\text{Ti}_{0.3}\text{O}_3$ ceramics and their properties driven by high temperature local polarity, " *Ceram. Int*, vol 45(8), pp. 9871-9877.
- [5] T. Kamakshi, P. Subba Rao, T. Prasada Rao. (2015). "Effect of (Na and K) ion substitutions on the micro structural, dielectric and electrical properties of PZT ceramics," *Mater today*, vol 2, pp. 2896-2901.
- [6] X. Huang, J. Peng, J. Zeng. (2019). "The high piezoelectric properties and high temperature stability in Mn doped $\text{Pb}(\text{Mg}_{0.5}\text{W}_{0.5})\text{O}_3$ - $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ ceramics," *Ceram. Int*, vol**45**(5), pp.6523-6527.
- [7] C. Ang, Z. Yu, L. Cross. (2000). "Oxygen-vacancy-related low-frequency dielectric relaxation and electrical conduction," *Phys. Rev. B - Condens. Matter Mater. Phys*, vol **62**(1), pp.228-236.
- [8] A. K. Singh. (2011). "X-ray diffraction and dielectric studies across morphotropic phase boundary in $(1-x)[\text{Pb}(\text{Mg}_{0.5}\text{W}_{0.5})\text{O}_3]$ - $x\text{PbTiO}_3$ ceramics," *J. Alloys Compd*, vol **509**(16), pp.5167-5172.
- [9] M. Yoon, H. Jang. (1995). "Relaxor-normal ferroelectric transition in tetragonal-rich field of $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - PbTiO_3 - PbZrO_3 system," *J. Appl. Phys.* vol 77 (8), pp. 3991-4001.

Synthèse et caractérisation structurale d'un composé nanostructuré de Ti, Mo et Zr pour applications biomédicales.

S. Khalil¹, M. Fellah², N. Hezil³, Smata L¹, A. Montagne⁴, A. Mejias⁴, S. Kossman, A⁴. Iost⁴, A. Obroso⁵ and S. Wiess⁵

¹Institut d'Optique et de Mécanique de Précision, université Ferhat Abbas Setif 1, Campus (EX-travaux), avenue Said Boukhraïssa, Maabouda 19000 Setif

²Mechanical Engineering Department, ABBES Laghrour- Khenchela University P.O 1252, 40004, Algeria

³Mater sciences Department, ABBES Laghrour - Khenchela University P.O 1252, 40004, Algeria

⁴Arts et Metiers ParisTech, MSMP, 8, Boulevard Louis XIV, 59046 Lille Cedex, France.

⁵Department of Physical Metallurgy and Materials Technology, Brandenburg Technical University, 03046 Cottbus, Germany.
kselloua@yahoo.fr

Abstract:

Le milieu médical est un perpétuel demandeur de biomatériaux compatibles surtout en orthopédie. Effectivement le nombre important d'arthroplasties effectuées chaque année ne cesse d'augmenter dans le monde, non seulement du fait vieillissement de la population (à partir de 65 ans), mais aussi de demandes de patients plus jeunes entre 45 ans et 55 ans. Actuellement, les composés à base de titane Ti sont largement utilisés comme des biomatériaux pour leur biocompatibilité, leur résistance à la corrosion et leur faible module d'élasticité. Le molybdène et le zirconium sont parmi les meilleurs éléments alliés parce qu'ils sont non toxiques et non allergiques et offrent d'excellentes propriétés. De plus, Le Zr peut augmenter la trempabilité et la résistance à la corrosion de l'alliage. Mo est un élément fort stabilisant pour la phase des alliages de titane et les alliages à base de Ti-Mo présentent des propriétés mécaniques adéquates compatibilité et bonne cyto-compatibilité. Par conséquent, le système Ti-Mo-Zr, qui a montré une bonnes performances et de magnifiques perspectives dans l'application de biomatériaux, a été intensivement étudié [1,2,3]. Cependant, les alliages de Ti largement utilisés, tels que les interstitiels extra-low (ELI) Ti-6Al-4V (wt.% en poids), Ti-5Al-2,5 Fe et Ti-6Al-7Nb, ont le risque de libérer de l'aluminium toxique (Al) et les Ions de vanadium (V) in vivo, ce qui peut causer des problèmes de santé, comme la maladie d'Alzheimer et la neuropathie [4]. La métallurgie des poudres (MP), y compris la méthode de mixture des composants en poudre, qui consiste à fritter titane en poudre ou ses mélanges avec d'autres composants en poudre, est un procédé économique à moindre cout. La nanotechnologie est intervenue dans la structuration des biomatériaux à l'échelle nanométrique (entre 1 nm et 100 nm) par soucis d'amélioration des propriétés mécanique surtout le module de Young.

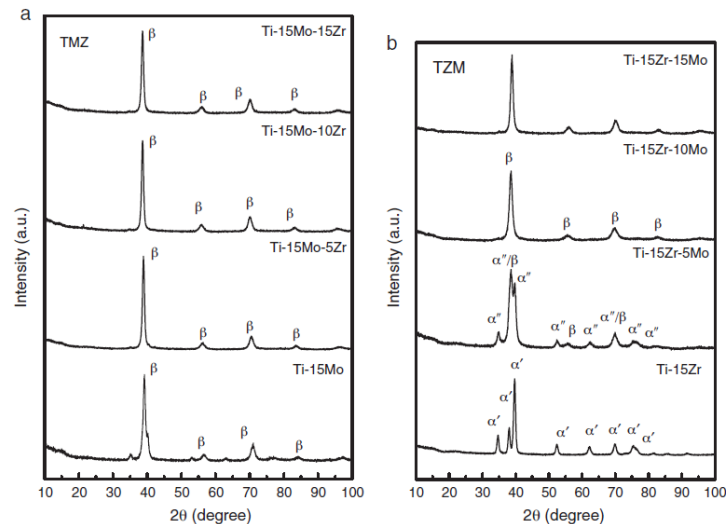


Figure1 : XRD patterns for samples of the Ti-15Mo-xZr (a) and Ti-15Zr-xMo (b) systems alloys.[1]

L'objectif de ce travail consiste à étudier le comportement Structural d'un biomatériau à base de titane (Ti-Mo-Zr) pour application biomédicales par le broyage mécanique à haute énergie dans un broyeur planétaire P7 sous atmosphère d'argon pour éviter la contamination et l'oxydation des poudres. Les temps de broyage choisis pour l'obtention de poudres nanostructurées sont : 1 h, 8 h, 16 h, 24 h.

Pour la caractérisation des poudres obtenues, plusieurs techniques doivent être envisagées à savoir: la microscopie électronique à balayage, EDS, DSC, résistivité électrique et la diffraction des rayons X grâce au moyen de calculs développés par Rietveld consistant à affiner les paramètres structuraux et microstructuraux du matériau, afin d'étudier l'évolution structurale et le changement morphologique (taille de cristallite,...) d'une poudre nanostructurée obtenue après différents temps de broyage (1, 8, 16 et 24 h).

Key word : Biomatériaux, Ti-Mo-Zr, nanomatériaux, caractérisation structurale, broyage mécanique.

Références :

- [1] J-C. Muller, Effect of the substitutional elements on the microstructure of the Ti-15Mo-Zr and Ti-15Zr-Mo systems alloys, journal of materials research and technology;4(2):180–185, mars 2015.
- [2] P. Mohan and AL, Effect of Fe content, sintering temperature and powder processing on the microstructure, fracture and mechanical behaviours of Ti-Mo-Zr-Fe alloys, Journal of Alloys and Compounds 1215e1225, September 2017.
- [3] Weimin Bai and AL, Diffusivities and Atomic Mobilities in bcc Ti-Mo-Zr Alloys, materials, October 2018.
- [4] Wei Xu and AL, Porous Ti-10Mo alloy fabricated by powder metallurgy for promoting bone regeneration. Journal of Failure Analysis and Prevention, SCIENCE CHINA Materials, January 2019.

Comportement à la rupture d'un composite stratifié.

SABIRA MOUHOUBI¹, TAREK BALI¹, HOCINE OSMANI²

¹Unité de Recherche des Matériaux Emergenst, Université Fahret Abbas, Sétif-1, Algérie

²Laboratoire des Matériaux Non Métallique, Université Fahret Abbas, 19000 Sétif, Algérie,

Email : s.mouhoubi@univ-setif.dz

Résumé

L'étude porte sur l'effet des séquences d'empilement et l'orientation des plis sur le comportement à la rupture de stratifiés Jute / Polyester. Les essais de chargement monotone sont effectués selon la norme (ASTM E399) sur des éprouvettes "CT 50". Nous avons élaboré des plaques de huit plis (08). Les séquences d'empilement sont $[0]_8$, $[90]_8$. la fraction massique du renfort fibreux est de l'ordre de 38%. L'accroissance de la fissure est déterminée par la méthode des complaisances sous l'hypothèse d'un comportement linéaire élastique

On note que L'orientation des tissus par rapport à la direction de chargement a un effet sur la résistance mécanique du composite. Duquel, le stratifié $[0]_8$ la où les torons de trames résistant à la traction, possède le meilleur comportement mécanique vis à vis de la charge maximale (P_{max}) et du travail de rupture (Wof). La valeur moyenne de la contrainte à la rupture des éprouvettes dans le sens de la trame est de 9,8 MPa. Par contre celle de la chaîne est de l'ordre de 7 MPa. Cependant, les composites présentent des caractéristiques intermédiaires. Les couches orientées de 0° et 90° subissent un effort de traction par contre, les couches orientées de $\pm 45^\circ$ subissent une effort de cisaillement

Key words: composite, stratifiés, Jute ,polyester.

Résultats

La figure 1 regroupe les courbes $P-\delta$ des différents composites étudiés. Les courbes ($P-\delta$) de différentes familles étudiées présentent des allures similaires avec une reproductibilité acceptable. La figure 2

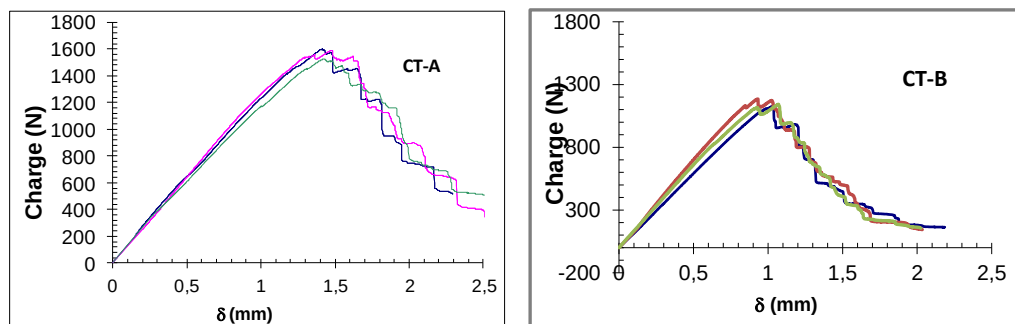


Figure 1: Courbes charge déplacement des composites stratifiés CT (W50).

Le composite CT-A la où les torons de trames résistant à la traction, possède le meilleur comportement mécanique vis à vis de la charge maximale (P_{max}) et du travail de rupture (Wof). Le nombre de fils/cm contribue à l'amélioration de la ténacité du composite. La comparaison entre les comportements des composites montre le rôle du nombre de fils dans le ligament de matière restant. Notons que le nombre de fil de trame (6 f/cm) est plus élevé que celui de la chaîne (4 f/cm). A titre indicatif, le nombre totale des fils de trame pour les éprouvette CT-A, est d'environ 288 fils, multipliés par leur masse linéique (360 Tex), on aura 103,7 kTex. Par contre, celui des éprouvettes CT-B, le nombre de fils de chaîne est d'environ 216 fils, multipliés par le tex de la chaîne (400 tex), on aura 86,4 kTex. C'est cette différence en nombre de fils qui fait que le composite résiste mieux dans le sens $[0]$. La valeur moyenne de la contrainte à la rupture des éprouvettes dans le sens de la trame est de 9,8 MPa. Par contre celle de la chaîne est de l'ordre de 7 MPa.

Les courbes KR et GR accroissent pour atteindre des valeurs aux plateaux de 9,8 MPa.m^{1/2} pour le KR et 12 KJ/m² pour GR à un accroissement de fissure $\Delta a = 2,5$ mm. Durant cette partie (plateau) la zone endommagée ZE atteint sa taille maximale et se propage à travers le ligament de l'éprouvette. La stabilité de la propagation de fissure reflète qu'une diversité d'absorption d'énergie survient lors du processus d'endommagement. Lorsque la fissure s'approche de la surface arrière de l'éprouvette, elle se propage en mode mixte et l'énergie de rupture mesurée n'est plus associée à une taille de fissure: c'est l'effet de bord.

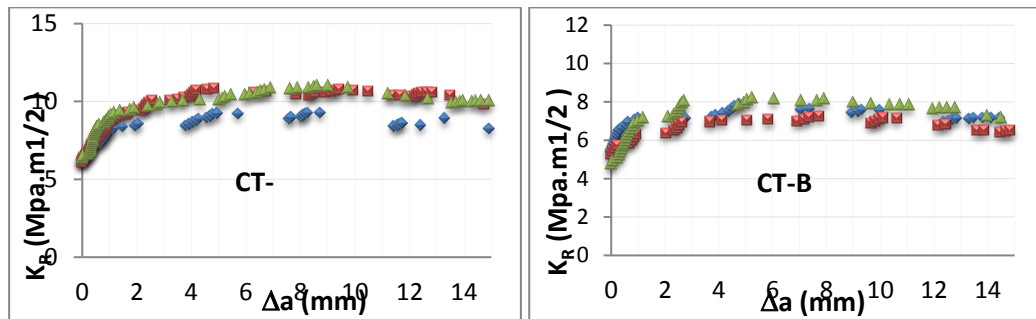


Figure V- 1 : Courbes KR des composites étudiés.

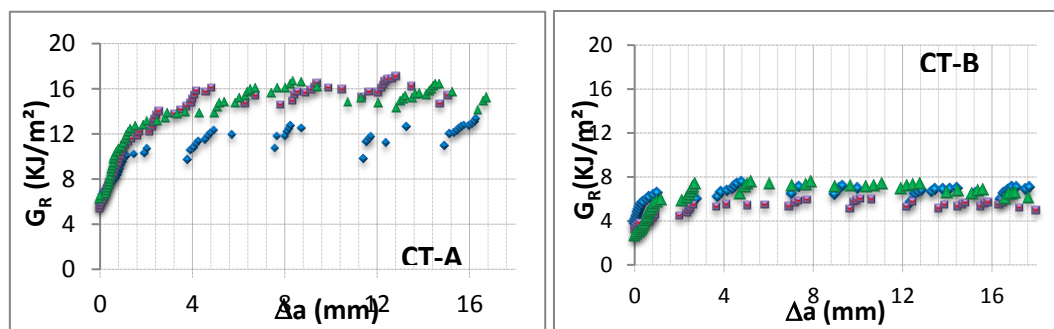


Figure V- 2 : Courbes GR des composites étudiés.

Le tableau 1 rassemble les valeurs des ténacités et les taux de restitution des énergies de rupture des différents matériaux

Stratifiés	CT-A	CT-B
KIC (MPa.m ^{1/2})	6 ± 0,1	5 ± 0,3
K _{plateau} (MPa.m ^{1/2})	11 ± 0,9	6 ± 0,4
GIC (KJ/m ²)	5 ± 0,3	3 ± 0,6
G _{plateau} (KJ/m ²)	14 ± 1,3	7 ± 0,8

Tableau 1 : Ténacité et taux de restitution d'énergie de rupture des différents matériaux

Le composite CT-A où les torons de trames résistent à la traction, possède le meilleur comportement mécanique vis à vis P_{max} et travail de rupture (W_{of}). Dans ce cas le plan de l'entaille est perpendiculaire aux fils de trames A l'initiation le facteur d'intensité de contrainte critique est de l'ordre de 6 MPa mm^{1/2}. Cette valeur croît avec l'accroissement de la fissure pour atteindre un plateau compris entre 10 à 12 MPa mm^{1/2}. La pente de la courbe correspond au développement de la zone endommagée. Puis elle se propage à travers le ligament de matière restant.

On constate que l'orientation de l'entaille selon la chaîne ou la trame présente un effet très notable. On note aussi que la longueur de l'accroissement de fissure est influencée par l'orientation malgré que les deux nuances ont le même ligament.

Analysis of viscoelastic antiplane contact problems with long memory

OURAHMOUN ABBES

University of FERHAT ABBAS Sétif1-

IOMP –Sétif1-

Labo Physique et Mécanique des Matériaux Métalliques LPMMM Sétif1

Email : ourahmounabbes@yahoo.fr

Abstract

In the recent years considerable attention has been paid to the analysis of antiplane shear deformation within the context of elasticity theory. The variational analysis including the existence of entropy solutions for a class of antiplane frictional problems was obtained recently. This paper deals with the study of a mathematical model which describes a mathematical problem modelling the antiplane shear deformation of a viscoelastic body in frictional contact with a rigid foundation. The contact is bilateral and is modelled with a Tresca friction law. We propose a regularization of the non-differentiable functional j , non differentiability due to the friction term appearing in the variational formulation of this mechanical problem. This regularization is obtained by replacing the function j by the function j_ϵ ; where ϵ is a strictly positive parameter. We present the classical formulation for the antiplane problem and write the corresponding variational formulation. Then we establish the existence of a unique weak solution to the model, by using the Banach fixed-point theorem and classical results for elliptic variational inequalities

Key word : Banach fixed-point theorem, elliptic variational inequalities.

1. The Model of the Antiplane Contact Problem

We consider a body B identified with a region in $\mathbb{R}^3$ it occupies in a fixed and undistorted reference configuration. We assume that B is a cylinder with generators parallel to the x_3 -axis with a cross-section which is a regular region in the x_1, x_2 -plane, $Ox_1x_2x_3$ being a Cartesian coordinate system.

The cylinder is assumed to be sufficiently long so that the end effects in the axial direction are negligible. Thus, $B = \Omega \times (-\infty, +\infty)$. Let $\partial\Omega = \Gamma$, we assume that Γ is divided into three disjoint measurable parts Γ_1 , Γ_2 and Γ_3 such that the one-dimensional measure of Γ_1 , denoted $\text{meas}\Gamma_1 > 0$ is strictly positive. Let $T > 0$ and let $[0; T]$ denote the time interval of interest. The cylinder is clamped on $\Gamma_1 \times (-\infty, +\infty)$ and is in contact with a rigid foundation on $\Gamma_3 \times (-\infty, +\infty)$ during the process. Moreover, the cylinder is subjected to time dependent volume forces of density f_0 on B and to time dependent surface tractions of density f_2 on $\Gamma_2 \times (-\infty, +\infty)$.

2. Variational Formulation and Main Result

Problem P_V . Find a displacement field $u : [0, T] \rightarrow V$ such that

$$\mu(u(t), v - \dot{u}(t))_V + \left(\int_0^t G(t-s)u(s)ds, v - \dot{u}(t) \right)_V + j(v) - j(\dot{u}(t)) \geq \quad (3.14)$$

$$(f(t), v - \dot{u}(t))_V, \quad \forall v \in V, \quad \text{p.p. } t \in (0, T)$$

$$u(0) = u_0 \quad \text{in } \Omega \quad (3.15)$$

Problem $\mathbf{P_{Reg}}$. Find a displacement field $u_\rho : [0, T] \rightarrow V$ such that

$$\mu(u_\rho(t), v - u_\rho(t))_V + \left(\int_0^t \mathcal{G}(t-s) u_\rho(s) ds, v - u_\rho(t) \right)_V + j_\rho(v) - j_\rho(u_\rho(t)) \geq$$

$$(f(t), v - u_\rho(t))_V, \quad \forall v \in V, \quad \text{p.p. } t \in (0, T)$$

$$u_\rho(0) = u_0 \quad \text{in } \Omega$$

Where

$$j_\rho(v) = \int_{\Gamma_g} g \sqrt{v^2 + \rho^2} da, \quad \forall v \in V, \rho > 0 \quad (3.16)$$

The $\mathbf{P_{Reg}}$ problem represents the variational formulation of problem P when the Tresca friction law (11) is replaced by the regularized law.

Theorem 1 Assume that a-d and e

(1) there is a unique solution u of the PV problem with regularity

$$u \in W^{1,2}(0, T, V) \quad (4.1)$$

(2) there is a unique solution u_ρ of the $\mathbf{P_{Reg}}$ problem with regularity

$$u_\rho \in W^{1,2}(0, T, V) \quad (4.2)$$

the solution u_ρ converges to u in the sense below

$$\|u_\rho \rightarrow u\|_{C([0,T],V)} \rightarrow 0 \quad \text{as } \rho \rightarrow 0 \quad (4.3)$$

Références :

- [1] F. Andreu, J. M. Mazón and M. Sofonea, Entropy Solutions in the Study of Antiplane Shear Deformations for Elastic Solids, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (M3AS).
- [2] H. Brézis, Problèmes unilatéraux, J. Math. Pures et Appl. 51 (1972), 1-168.
- [3] A. Capatina, Variational Inequalities and Frictional Contact Problems.
- [4] M. Delost, Analyse théorique et numérique pour des problèmes quasistatiques régularisés de contact avec frottement, thèse, Université de Nice, Sophia-Antipolis, 2004
- [5] T.-V. Hoarau-Mantel and A. Matei, Analysis of a viscoelastic antiplane contact problem with slip dependent friction, Int. J. Appl. Math. Comput. Sci., 12 (2002), 101-108.
- [6] C. O. Horgan, Anti-plane shear deformation in linear and nonlinear solid mechanics, SIAM Rev. 37 (1995), 53-81.
- [7] C. O. Horgan and K. L. Miller, Anti-plane shear deformation for homogeneous and inhomogeneous anisotropic linearly elastic solids, J. of Appl. Me. 61 (1994), 23-29.
- [8] M. Sofonea, A. Matei, Variational Inequalities With Applications.
- [9] M. Sofonea, A. Matei, Motreanu V.V. (2001): A Quasistatic Antiplane Contact Problem With Slip Dependent Friction. Adv. Nonlin. Variat. Ineq., Vol. 4, No. 2, pp. 1-21.
- [10] M. Sofonea, Motreanu D. (1999): Evolutionary variational inequalities arising in quasistatic frictional contact problems for elastic materials. Abstr. Appl. Anal., Vol. 4, No. 3, pp. 255-279.

Etude variationnelle et numerique d'un probleme de contact de remodelage osseus

OURAHMOUN ABBES

University of FERHAT ABBAS Setif1-

IOMP –Setif1-

Labo Physique et Mécanique des Matériaux Métalliques LPMMM Sétif1

Email : ourahmounabbes@yahoo.fr

Abstract (Times N.R, 14, Gras)

Nous étudions un problème de contact entre un corps élastique et un obstacle déformable, y compris le processus de remodelage osseux. Ce modèle de remodelage osseux est une généralisation de l'élasticité non linéaire, basé sur le fait que l'os vivant s'adapte continuellement aux stimuli externes. Étant donné que ce processus a un effet énorme sur le comportement général et la santé de tout le corps. Au cours des dix dernières années, certains articles ont traité les problèmes mathématiques de ces modèles, tels que l'existence et le caractère unique de solutions faibles sous des hypothèses assez fortes (voir, par exemple, 7, 8). Ici, notre objectif est de considérer le problème de contact d -dimensionnel ($d=2,3$). Nous considérons l'approximation d'un modèle par un problème de contact avec un obstacle conforme normal.

Le problème variationnel est un système couplé composé d'une équation variationnelle non linéaire dans le cas de conditions de contact de conformité normales, pour le champ de déplacement mécanique, et d'une équation différentielle ordinaire de premier ordre pour l'os (fonction de remodelage). Nous présentons une formulation variationnelle du problème et nous établissons l'existence et l'unicité de la solution faible en utilisant des résultats généraux sur des équations d'évolutions avec des opérateurs monotones et des arguments de point fixe.

Key word : équations d'évolutions, opérateurs monotones, point fixe.

1- Le problème mécanique

Notons $\Omega \subset \mathbb{R}^d$, $d = 1, 2, 3$ un domaine ouvert délimité et notons $\Gamma = \partial\Omega$ sa surface supposée être continue de Lipschitz et divisée en deux parties disjointes Γ_D et Γ_N . On note $x = (x_i)_{i=1}^d$ un point générique de $\bar{\Omega} = \Omega \cup \Gamma$, et pour $x \in \Gamma$, $\nu(x) = (\nu_i(x))_{i=1}^d$ désigne le vecteur unitaire sortant, normal à au point x (voir Figure 1). L'os occupant le volume Ω est sollicité par une force volumique de densité f et est fixé sur Γ_D et les tractions superficielles de densité g agissent sur Γ_N . Enfin, soit $[0, T]$, $T > 0$, l'intervalle de temps d'intérêt.

On note

$$u : (x, t) \in \bar{\Omega} \times (0, T) \rightarrow u(x, t) = (u_i(x, t)) \in \mathbb{R}^d$$

Le champ des déplacements.

Et:

$$\sigma : (x, t) \in \bar{\Omega} \times (0, T) \rightarrow \sigma(x, t) = (\sigma_{ij}(x, t)) \in \mathbb{S}^d$$

Le champ des contraintes, et le champ des déformations

$$\varepsilon(u) : (x, t) \in \bar{\Omega} \times [0, T] \rightarrow \varepsilon(u(x, t)) = (\varepsilon_{ij}(u(x, t)))_{i,j=1}^d \in \mathbb{S}^d$$

Tel que:

$$\varepsilon_{ij}(u(x, t)) = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}(x, t) + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}(x, t) \right), \quad i, j = 1 \dots d, \quad x \in \bar{\Omega}.$$

On introduit la fonction définie par:

$$e : (x, t) \in \bar{\Omega} \times [0, T] \rightarrow e(x, t) \in \mathbb{R}$$

Dite fonction de remodelage de l'os (e : mesure le changement de la fracture par rapport à l'état Initial. L'os est supposé élastique et la loi constitutive est donnée par:

$$\sigma = (\xi_0 + e)C(e)\varepsilon(u) \quad \text{in } \bar{\Omega} \times [0, T],$$

Où ξ_0 représente l'état initial de la fracture et $C(e) = (C_{ijkl}(e))_{i,j,k,l=1}^d$ est un tenseur qui représente les propriétés de l'os.

L'évolution de remodelage de l'os est donné par l'équation différentielle suivante:

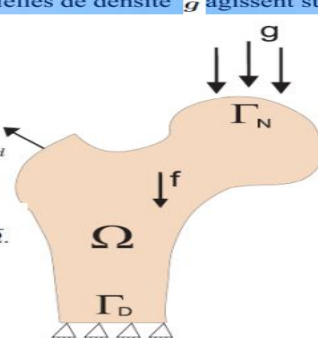
$$\dot{e} = a(e) + \mathcal{A}(e) : \varepsilon(u) \quad \text{in } \bar{\Omega} \times [0, T],$$

Où $\mathcal{A}(e) = (A_{ij}(e))_{i,j=1}^d$ est le coefficient de remodelage.

Et $a(e)$ est une fonction constitutive (expérimentale).

Le processus est assumé quasi-statique.

Le problème mécanique est donné par le système:



Problème variationnel

Problème P

Déterminer le champ de déplacement : $u : \bar{\Omega} \times [0, T] \rightarrow \mathbb{R}^d$, et le champ des contraintes σ tel que $\sigma : \bar{\Omega} \times [0, T] \rightarrow \mathbb{S}^d$ et la fonction de remodelage de l'os $e : \bar{\Omega} \times [0, T] \rightarrow \mathbb{R}$ tel que $e(\cdot, 0) = e_0$

$$\sigma = (\xi_0 + e)C(e)\varepsilon(u) \quad \text{in } \Omega \times (0, T), \quad (2.1)$$

$$\dot{e} = a(e) + \mathcal{A}(e) : \varepsilon(u) \quad \text{in } \Omega \times (0, T), \quad (2.2)$$

$$-\text{Div } \sigma = \gamma(\xi_0 + \Phi_L(e))f \quad \text{in } \Omega \times (0, T), \quad (2.3)$$

$$u = 0 \quad \text{on } \Gamma_D \times (0, T), \quad (2.4)$$

$$\sigma \nu = g \quad \text{on } \Gamma_N \times (0, T). \quad (2.5)$$

Pour déterminer la formulation variationnel du problème P, nous introduisons les espaces:

$$L^2(\Omega) = \{v : \Omega \rightarrow \mathbb{R}; v \text{ mesurable}, \int_{\Omega} v^2 dx < \infty\}$$

$$H^1(\Omega) = \{v \in L^2(\Omega); \frac{\partial v}{\partial x_i} \in L^2(\Omega), 1 \leq i \leq d\}$$

2- Le problème variationnel

Pour obtenir le résultat d'existence et d'unicité de la solution du problème P, on considère les conditions:

$$f \in C([0, T]; [C(\bar{\Omega})]^d), \quad g \in C([0, T]; [C(\bar{\Gamma}_N)]^d), e_0 \in C(\bar{\Omega}).$$

On définit la forme bilinéaire $c(e; \cdot, \cdot) : V \times V \rightarrow \mathbb{R}$ tel que :

$$c(e; u, v) = \int_{\Omega} (\xi_0 + e)C(e)\varepsilon(u) : \varepsilon(v) dx, \quad \forall u, v \in V,$$

Et la forme linéaire $L(e; \cdot) : V \rightarrow \mathbb{R}$ définie par:

$$L(e; v) = \int_{\Omega} \gamma(\xi_0 + \Phi_L(e))f \cdot v dx + \int_{\Gamma_N} g \cdot v d\Gamma, \quad \forall v \in V.$$

On dérive le problème variationnel suivant:

Problème PV trouver le champ de déplacement $u : [0, T] \rightarrow V$ et la fonction de remodelage $e : [0, T] \rightarrow L^\infty(\Omega)$ tel que:

$$c(e(t); u(t), v) = L(e(t); v) \quad \forall v \in V, \quad a.e. \quad t \in (0, T),$$

$$\dot{e}(t) = a(e(t)) + \mathcal{A}(e(t)) : \varepsilon(u(t)) \quad \text{in } \mathcal{D}'(0, T; L^2(\Omega)),$$

$$e(0) = e_0,$$

Le résultat d'existence de la solution faible est donnée par le théorème suivant:

Théorème I: sous les conditions précédente, et pour une fonction donnée $e \in C^1([0, T]; C(\bar{\Omega}))$ le problème $u(t) \in V, \quad c(e(t); u(t), v) = L(e(t); v) \quad \forall v \in V$ admet une unique solution

$$u \in C([0, T]; [C^1(\bar{\Omega})]^d), \quad e \in C^1([0, T]; C(\bar{\Omega})).$$

La preuve du résultat est basé sur l'application du théorème de Cauchy-Lipschitz-Picard — Les équations d'évolutions, les opérateurs monotones et des arguments de point fixe.

3-Analyse Numérique des schémas Totalement discrets

Dans cette partie nous introduisons les schémas des différences finis du problème PV. On définit l'espace V^h Par $V^h = \{w^h \in [C(\bar{\Omega})]^d; w^h_{,n} \in [P_1(T_r)]^d, T_r \in \mathcal{T}^h, w^h = 0 \text{ on } \Gamma_D\}$ et l'espace B^h par:

$B^h = \{\xi^h \in L^\infty(\Omega); \xi^h_{|T_r} \in P_0(T_r), T_r \in \mathcal{T}^h\}$. Ou Ω est un polygone domaine. $\mathcal{T}^h$ représente les éléments

finis triangulaires de $\bar{\Omega}$. $P_q(T_r)$, $q = 0, 1$, représente l'espaces des polynômes de degré inférieur ou égale à q . L'approximation totalement discrète du problème PV est donnée par:

Problème PVI_{hk} déterminer le champ des déplacements $u^{hk} = \{u_n^{hk}\}_{n=0}^N \in (V^h)^{N+1}$ et la fonction discrète de remodelage de l'os $e^{hk} = \{e_n^{hk}\}_{n=0}^N \in (B^h)^{N+1}$, tel que:

$$\begin{aligned} c(e_n^{hk}; u_n^{hk}, v^h) &= L(e_n^{hk}; v^h), \quad \forall v^h \in V^h \quad (n = 0, 1, 2, \dots, N), \\ \frac{e_n^{hk} - e_{n-1}^{hk}}{k} &= a(e_{n-1}^{hk}) + \mathcal{A}(e_{n-1}^{hk}) : \varepsilon(u_{n-1}^{hk}) \quad (n = 1, 2, \dots, N), \end{aligned}$$

Ou : $e_0^{hk} \in B^h$ est une approximation initiale appropriée.

Le théorème suivant nous donne le résultat d'existence et d'unicité de la solution du problème **PV_{hk}**.

Théorème2: Sous les conditions précédentes, le problème **PV_{hk}** admet une unique solution,

$$(u^{hk}, e^{hk}) \in (V^h \times B^h)^{N+1}$$

La preuve du résultat précédent est obtenue par l'application du théorème de Lax-Milgram.

L'estimation numérique de l'erreur $\|e_n - e_n^{hk}\|_Y$ et $\|u_n - u_n^{hk}\|_V$ est donnée par le théorème suivant.

Théorème3: Sous les conditions du théorème 1, et par (u, e) , et (u^{hk}, e^{hk}) solution du **Problème PVI** et du **Problème PVI_{hk}** respectivement, alors pour tout $\{v_n^h\}_{n=0}^N \in (V^h)^{N+1}$:

$$\begin{aligned} & \max_{0 \leq n \leq N} \{ \|e_n - e_n^{hk}\|_Y^2 + \|u_n - u_n^{hk}\|_V^2 \} \\ & \leq C \left(\|e_0 - e_0^{hk}\|_Y^2 + k \sum_{j=1}^N [\|\dot{e}_j - \delta e_j\|_Y^2 + \|u_j - u_{j-1}\|_V^2] \right. \\ & \quad \left. + k^2 + \max_{0 \leq n \leq N} \|u_n - v_n^h\|_V^2 + \|u_0 - u_0^{hk}\|_V^2 \right), \end{aligned}$$

Ou nous utilisons la notation: $\delta e_j = (e_j - e_{j-1})/k$ for $j = 1, \dots, N$.

Corollaire:

Sous les conditions du théorème 1, et utilisons les conditions de régularité des solution, on en déduit que la convergence des approximation totales discrets du problème **PVI_{hk}** est linéaire, cela veut dire qu'il existe une constante C tel que:

$$\max_{0 \leq n \leq N} \{ \|u_n - u_n^{hk}\|_V + \|e_n - e_n^{hk}\|_Y \} \leq C(h + k).$$

Références :

- [1] R.A. Adams, *Sobolev spaces*, 1st edition, Pure and applied mathematics, Academic Press (1975).
- [2] A.C. Ahn and A.J. Grodzinsky, Relevance of collagen piezoelectricity to "Wolff's Law": A critical review, *Medical Engineering and Physics* **31** (2009) 733-741.
- [3] J.C. Anderson and C. Eriksson, Piezoelectric properties of dry and wet bone, *Nature* **227** (1970) 491-492.
- [4] V. Báca, D. Kachlík, Z. Horák and J. Stingl, The course of osteons in the compact bone of the human proximal femur with clinical and biomechanical significance, *Surg. Radiol. Anat.* **29**(2007) 201-207.

- [5] M. Barboteu, J.R. Fernández and T.-V. Hoarau-Mantel, A class of evolutionary variational inequalities with applications in viscoelasticity, *Math. Models Methods Appl. Sci.* **15**(10) (2005) 1595–1617.
- [6] C.A. Basset and R.O. Becker, Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress, *Science* **137** (1962) 1063–1064.
- [7] C.A. Basset and R.J. Pawluk and R.O. Becker, Effects of electric currents on bone in vivo, *Nature* **204** (1964) 652–654.
- [8] G.S. Beaupré, T.E. Orr and D.R. Carter, An approach for time-dependent bone modeling and remodeling-theoretical development, *J. Orthop. Res.* **8** (1990) 651–661.

Effect of different types of Kaolin grog on Anorthite phase formation by reaction with CaCO_3

S.TEBBANE

LMNM Laboratory, Optic and Mechanical Institute, Setif University, 19000, Algeria

Abstract

Anorthite ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$) ceramics are important materials for electric application. Most of its uses are based on two excellent properties which are: lower thermal expansion ($4.82 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) and lower dielectric constant (6.2 at 1 MHz) [1].

Production of anorthite by various raw materials has been reported by many works. As an example, reaction sintering of kaolin- CaCO_3 mixtures [2-6], reaction of mixture of kaolin and dolomite [7], and heating a quartz- SiO_2 - $\text{CaCO}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$, marble powder and gypsum mixture [8].

When fired above than 1300°C , kaolin was transformed to a mixture of mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) and cristobalite (SiO_2), this mixture named kaolin grog, and it's the basic material for the manufacture of refractory bricks [9].

The objective of this work is to synthesis of anorthite ceramics by different types of kaolin grog and CaCO_3 . The results indicate that the heat treatment of the kaolin grog and CaCO_3 mixture to 1300°C , led to the formation of anorthite. The sintered samples have been characterized by using, X-ray diffraction, Scanning electron microscopy (SEM), Linear shrinkage, Density, Porosity and Mechanical strength measurements. That this revealed the mixture kaolin grog and CaCO_3 (KLC) sintered at 1300°C has a higher density and flexural strength than other mixtures.

Keywords: Sintering; Mechanical properties; Kaolin grog; CaCO_3 ; Anorthite

Results

The XRD patterns of different types of kaolin grog (K, KB, KY and KL powder samples) are presented in Fig.1.

In addition to mullite ($2\theta = 26.26^\circ$), α - SiO_2 ($2\theta = 21.84^\circ$), β - SiO_2 ($2\theta = 21.60^\circ$) and quartz ($2\theta = 26.64^\circ$) were identified.

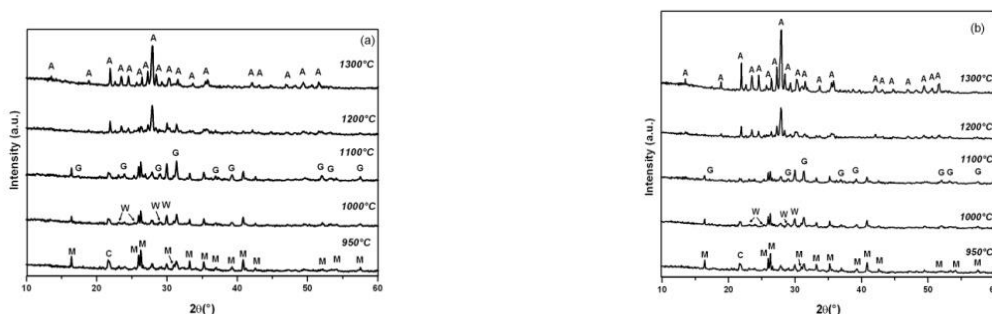
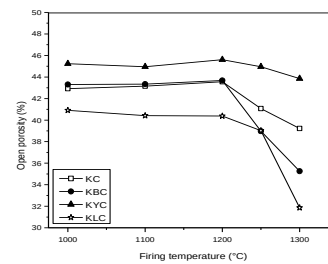
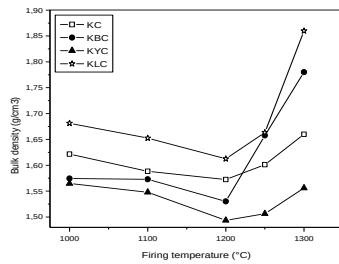
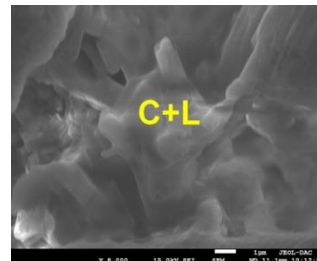
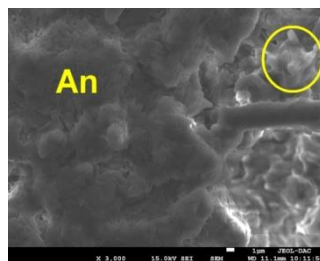


Fig.2 shows the results of (a) bulk density and (b) open porosity of samples as function of firing temperature.

The variation of the bulk density (Fig.11.a) is very similar to that observed for the linear shrinkage. All mixtures display a bulk density decrease, starting at 1000°C with a minimum value at 1200°C . This is due to the swelling of the samples. The maximum bulk density value (1.86 g/cm^3) obtained in this study was found in sample KLC fired at 1300°C .



At high magnification, SEM picture shows the crystallization of anorthite from glassy phase. In addition, the appearance of CaO, surrounded by glassy phase, in the pore is a consequence of the decomposition of gehlenite.



In table I, all mixtures have lower flexural strength. This is a consequence of the higher porosity of samples (~32%). The maximum of strength equal to ~40 MPa was found on KLC mixture. In comparison, a flexural strength of ~35 MPa was reported by Kurma et al [8], for mixture quartz, Al_2O_3 and CaCO_3 sintered at 1300°C.

Sample	Flexural strength (MPa)
KC	27,11±0,11
KBC	33,71±0,12
KYC	28,21±0,67
KLC	39,95±0,16

Références :

- [1] R.A. Gdula, Ceram. Int. **50**, 6 (1971) 555.
- [2] Y. Kobayashi, E. Kato, J. Am. Ceram. Soc. **77**, 3 (1994) 833.
- [3] A. Mergan, T. S. Kayed, M. Bilen, A. F. Qasrawi, M. Gürü, Key Eng. Mat. **268** (2004) 1475.
- [4] A. Mergan, Z. Aslanölu, Ceram. Int. **29** (2003) 667.
- [5] S. Kavalci, E. Yalamac, S. Akkurt, Ceram. Int. **34** (2008) 1629.
- [6] K. Okada, N. Watanabe, K. V. Jha, Y. Kamashima, A. Yasumori, K. J. D. Mackenzie, Appl. Clay Sci. **23** (2003) 329.
- [7] F. bouzerara, A. Harabi, S. Achour, A. Larbot, J. Eur. Ceram. Soc. **26** (2006) 1663.
- [8] S. Kurama, E. Ozel, Ceram. Int. **35** (2009) 827.
- [9] M. Kolli, M. Hamidouche, G. Fantozzi, J. Chevalier, Ceram. Int. **33** (2007) 1435.

Optical properties of AZO by the Sol gel method

ASMA ZAIOUR¹, ABDELHAMID BENHAYA²

¹Labo Electronique Avancée, Faculté de technologie., Université de Batna.

Email : asouma678@gmail.com

Abstract

In this work, thin films of aluminum doped ZnO (AZO) were deposited on ultrasonically cleaned glass substrates by sol-gel process using dip and spin coating techniques. In the present work 0.3M Zinc acetate dihydrate was taken as the precursor solution. The mono ethanolamine (MEA) was used as the stabilizer having molar ratio of MEA to Zinc acetate as 1.0. The resulting solution was stirred at 60°C for 2 hours to yield a clear and homogeneous sol-gel, which served as the coating solution after cooling to room temperature. UV-VIS spectroscopy showed that the average value of the films' transmittance in the visible region is found to be around 85 % and the gap ranges in the interval [3.15 eV–3.30 eV], are also found in the optical properties of the material.

Key word: ZnO, transmittance, spin coating, thin films

Results

In figure 1, we present the optical transmittance spectrum recorded for AZO films deposited by dip and spin coating for two different concentrations. It can be seen that the transmittance is very low in the UV region and has an average optical transparency of 85% in the visible range.

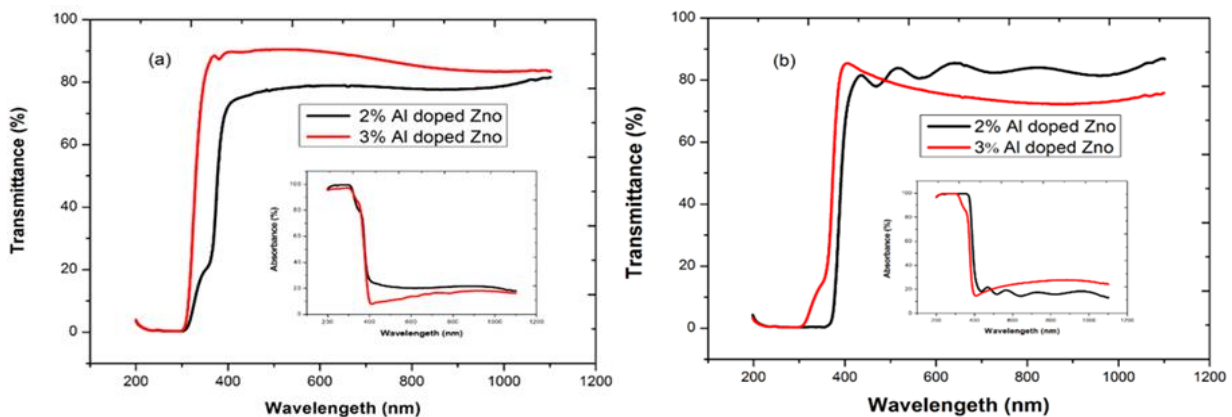


Fig.1: Optical transmittance spectra for Al doped ZnO (a) dip coating, (b) spin coating

The band gap of the films can be deduced from the plot of $(\alpha h\nu)^2$ versus photon energy $h\nu$ and by extrapolating the straight-line portion of this plot to the energy axis as shown in figure 3. The obtained values are summarized in Table1.

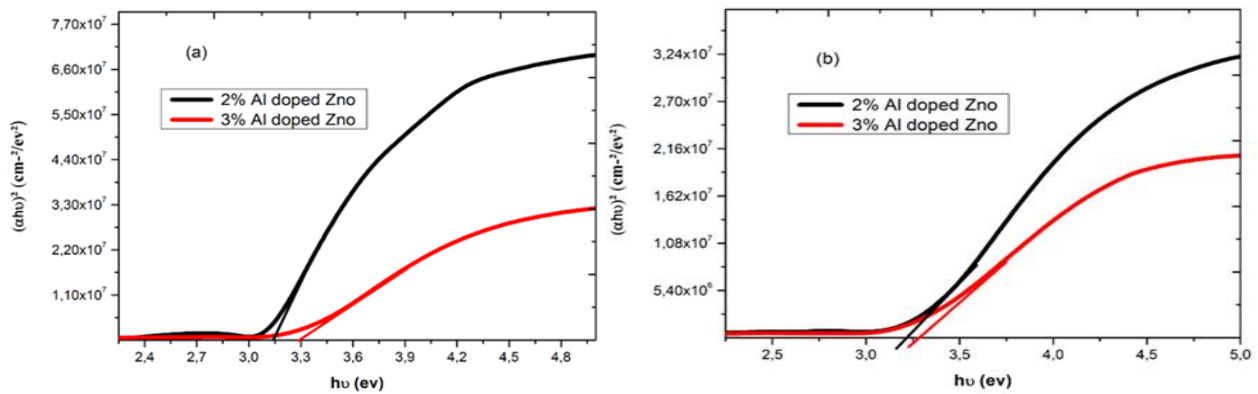


Fig .2.: Variation of $(\alpha h\nu)^2$ as a function of photon energy for AZO (a) dip coating, (b) spin coating

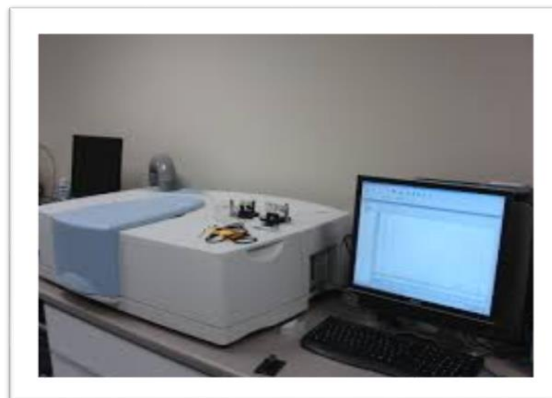


Fig.3. : Spectrophotomètre

Coating technique	Al doping	Eg (ev)	Eg (ev) literature
Spin coating	2 %	3.20	3.24-3.35 [1]
	3 %	3.30	3.11-3.27 [2]
Dip coating	2 %	3.15	3.24-3.30 [3]
	3 %	3.30	

Table.1: Band gap values of AZO thin films.

Références :

- [1] A. Chelouche, T. Touam, M. Tazerout, D. Djouadi and F. Boudjouan, “Effect of Li coating on highly oriented sol-gel Ce-doped ZnO thin films”, Journal of photoluminescence, 188, 331-336, 2017.
- [2] C. GÜMÜS , O. M. OZKENDIR, H. KAVAK, Y. UFUKTEPE, “Structural and optical properties of zinc oxide thin films prepared by spray pyrolysis method”, Journal of optoelectronics and advanced materials, 8(1), 299–303, 2006.
- [3] Mohand Tazerout, Azeddine Chelouche, Tahar Touam, Djamel Djouadi, Fares Boudjouan, Sebti Khodja, Salim Ouhenia, Alexis Fischer, and AzzeddineBoudrioua, “Effects of sol concentration on structural, morphological and optical waveguiding properties of sol-gel ZnO nanostructured thin films”, Eur. Phys. J. Appl. Phys. 67(1),1-7, 2014.