



Université M'Hamed Bougara Boumerdès
Club Scientifique Espace du Savoir



FSI, Boumerdès 15 & 16 Mai 2012

Actes du IV^{ème} Séminaire National
Matériaux, Procédés et Environnement
Boumerdès 15 et 16 Mai 2012



ISBN: 978-9931-9090-0-2
Dépôt légal: 1841-2012

PROCEEDINGS

IV^{ème} Séminaire National Matériaux, Procédés et Environnement FSI, Boumerdès 15 & 16 Mai 2012

ISBN: 978-9931-9090-0-2
Dépôt légal : 1841-2012

Le secrétariat

Faculté des Sciences de l'ingénieur, cité Frantz Fanon, 35000, Boumerdès Algérie

Tél/ Fax: +213 (0) 24 91 38 66

Email: scientifiqueclub@ymail.com

Sit web: www.espacedusavoir.fr.qd www.everyoneweb.fr/snmpe2012

Editeur



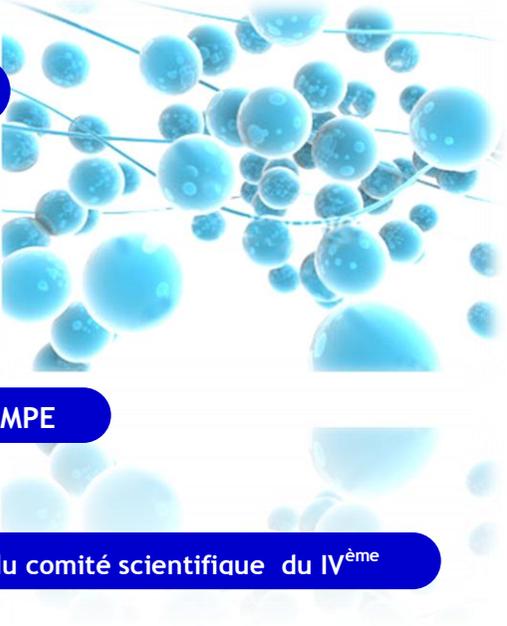
Unité de Recherche Matériaux, Procédés et Environnement (UR-MPE)

Université M'Hamed Bougara Boumerdès

Directeur

Pr. Bezzazi Boudjema

ISBN: 978-9931-9090-0-2
Dépôt légal : 1841-2012



SOMMAIRE

Comité

Présentation du IV^{ème} SNMPE

Allocution du Président du comité scientifique du IV^{ème}

Liste des communications

Comités

Membres du Comité d'Organisation et Technique :

PRÉSIDENT IREKTI AMAR. (URMPE, UMBB).

a.irekti@umbb.dz

Les membres

BARBECHE RABAH. (SG, FSI, UMBB)
FAOUSSI NADIA. (SECRÉTAIRE URMPE)
OUALIT MEHENA (URMPE, UMBB)
BENYOUCEF SALAH. (UNIV. SIDIBELABBÈS)
KENNOUCHE SALIM. (URMPE, UMBB)
HAMI BRAHIM. (URMPE, UMBB)
SAFI BRAHIM. (URMPE, UMBB)
ZEGGANE SONIA (FSI, UMBB)
ZEGGANE MASSISLYA (FS, UMBB)
BRIKI IBTISSEM (IEE, UMBB)
SAADI AMIR (IEE, UMBB)
MESSAILLI ABDENACER
MATAOUI Wafa (FS, UMBB)
BENBRAHIM ZOHYER (FSI, UMBB)
YAMANI NOUREDDINE (FSI, UMBB)
ADNANE TAREK (FSI, UMBB)
CHIOUKH BOUALEM (FSI, UMBB)

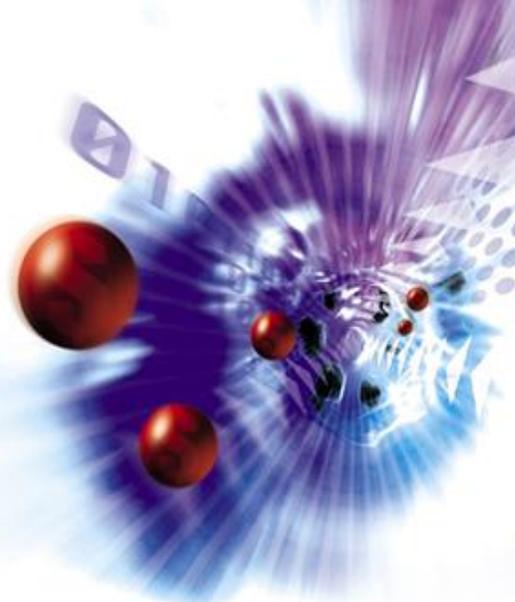
Membres du Comité Scientifique :

PRÉSIDENTE D'HONNEUR
PR. CHERIFI O. RECTRICE DE L'UMBB

PRÉSIDENT PR. ZERIZER A.

MEMBRES

PR. ABADLIA M.T. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. AIT TAHAR K. (UMMTO, ALGÉRIE).
PR. ALIOUAT M. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. ALIOUCHE D. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. AYADI A. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. BENMOUNAH A. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. BEZAZI A. (UNIV. GUELMA, ALGÉRIE).
PR. BEZZAZI B. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. DERRIDJ A. (UMMTO, ALGÉRIE).
PR. JAUBERTHIE R. (INSA RENNE, FRANCE).
PR. HACHEMI M. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. HAMIANE M. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. HAKAM A. (UM5, MAROC).
PR. IRATNI A. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. KERDJOU DJ H. (USTHB, ALGÉRIE)
PR. PONTON A. (UNIV. PARIS7, FRANCE).
PR. MARCHAL R. (ENSAM, FRANCE)
PR. OUDIA A. (UNIV. BEIRA INTERIOR PORTUGAL)
DR. HADJADJ A. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. ZIBOUCHE F. (UMBB, ALGÉRIE).
PR. KROUCHI F. (UMMTO, ALGÉRIE).



Le quatrième séminaire national sur les Matériaux, Procédés et Environnement « IV^{ème} SNMPE'2012 », fait suite aux séminaires qui se sont tenus à l'université M'Hamed Bougara de Boumerdès depuis l'année 2005, organisés par le club scientifique « ESPACE DE SAVOIR » qui prévoit d'élargir davantage ces activités scientifiques sur d'autres horizons, et ça, par le renforcement des liens de partenariat avec d'autres universités et organismes.

Dans la continuité des précédentes éditions organisées sur ce thème, le quatrième **Séminaire National sur les Matériaux, Procédés et Environnement**, a pour vocation de permettre aux différents acteurs universitaires, chercheurs et industriels de se rencontrer pour échanger leurs connaissances et s'informer des dernières avancées scientifiques et technologiques dans le domaine.

Les matériaux pour le génie civil et le transport, les énergies renouvelables, la biologie au service de l'innovation technologique et le contexte environnemental est au cœur de nombreuses applications industrielles dans des domaines divers tels que la pharmacie, la chimie, l'agroalimentaire, les matériaux et l'énergie. Les problématiques scientifiques et technologiques associées à la grande diversité des procédés de mise en œuvre et des propriétés des matériaux relèvent d'un vaste champ pluridisciplinaire incluant le génie des procédés et des produits, la science des matériaux, la mécanique, la physique et la physico-chimie des matériaux. Et cette quatrième édition présente cette avance récente dans le secteur des matériaux et de l'environnement et sera l'occasion de faire le point sur les derniers développements de ces questions.

Chaque organisation nous conforte dans la volonté de maintenir cet axe d'activités. Grâce à la motivation des membres, le Club a gagné en visibilité et il est devenu un lieu de rencontre et d'échanges régulier qui jouit d'une large confiance de la communauté scientifique nationale et internationale.

Je ne doute pas du succès de cette rencontre, elle ne peut que rivaliser avec les activités précédentes et succès attendu est le vôtre et je tiens à vous exprimer mes vifs remerciements, vous qui en êtes les acteurs majeurs, sans oublier les membres du comité scientifique, et je nomme :

- Les membres du comité scientifique, qui, après avoir évalués les différentes soumissions, vont continuer leurs tâches en encadrant le déroulement des différentes communications;
- Les communicants qui, eux, apportent par la présentation des résultats de leurs travaux la matière principale qui fait l'objet de cette rencontre;
- Les auditeurs dont la présence contribue à l'établissement de débats riches, fructueux et profitables à l'ensemble des acteurs ;
- les journalistes, qui assurent la médiatisation de nos activités ;
- Les sponsors principaux, **Sonelgaz Spa**, Agence Nationale pour le Développement de la Recherche Universitaire **ANDRU** et unité de recherche **UR-MPE**, que, avec leurs collaborations contribués à la réussite de cette manifestation ;
- Les responsables de la faculté des sciences de l'ingénieur de l'université M'Hamed Bougara de Boumerdès.

Les travaux dureront deux jours. Vous êtes les bienvenus et on vous souhaite à tous et toutes, d'agréables moments à l'université de Boumerdès.

Allocution du Président du comité scientifique

Madame le Recteur de l'UMBB
Mesdames et Messieurs
Honorables invités
Chers collègues et participants.

C'est un réel plaisir pour moi en tant que Président du comité scientifique de vous adresser mes souhaits de bienvenue au IV Séminaire National sur les Matériaux, Procédés et Environnement.

L'analyse de cette thématique sous le prisme des matériaux, biomatériaux et environnement ainsi que de leurs applications constitue l'objectif de cette rencontre.

Les participants issus du milieu universitaire algérien et étranger de plusieurs pays dont notamment la France ont rehaussé par leur présence ce séminaire qui prend une allure d'international.

Les contributions des chercheurs vont s'articuler autour de différents axes majeurs tels que :

Matériaux :

Matériaux pour le génie civil, Matériaux composites et polymères et les Eco-Matériaux.

Procédés

Nouveaux procédés de production et technologie innovantes et la technologie de protection et de gestion des ressources naturelles.

Environnement

Ecologie et développement durable qui touche l'Énergie renouvelables et la Biologie.

En somme, le comité d'organisation a reçu pas moins de 700 soumissions et le comité scientifique a dû trier sur le volet une bonne centaine de communication dont 36 orales et 100 affiches et posters qui seront exposés durant ces deux jours.

Je tiens à remercier particulièrement nos hôtes venant de France et d'ailleurs. J'exprime ma profonde gratitude aux sponsors qui ont rendu possible l'organisation de ce séminaire. Il s'agit de la Sonelgaz Spa, de l'UMBB, de l'URMPE, de l'ANDRU et tous les partenaires qui ont contribué à la réussite de cette manifestation.

Toute ma reconnaissance va à l'endroit de Madame le Recteur de l'UMBB qui, en dépit de son agenda saturé, nous honore par sa présence effective pour patronner ce IV Séminaire National sur procédés et Environnement.

Je vous remercie.

LE PRÉSIDENT DU COMITÉ SCIENTIFIQUE
PROFESSEUR. ZERIZER ABDELATIF

LISTE DES COMMUNICATIONS

<input type="checkbox"/> Influence de l'amélioration de l'adhésivité bitume granulat sur les propriétés mécaniques de l'enrobe. Belkada. Z. <i>IV.SNMPE (No. I-1-2) 2012</i>	2
<input type="checkbox"/> Effet des milieux agressifs sur les caractéristiques de durabilité des bétons à base de matériaux locaux. Belouadah M. <i>IV.SNMPE (No. I-1-9) 2012</i>	2
<input type="checkbox"/> Preparation and characterization of B2O3- BaO-Al2O3 (BBA) glass system. Aboutaleb D. <i>IV.SNMPE (No. I-1-20) 2012</i>	3
<input type="checkbox"/> Comportement mécanique de la flexion des poutres FGM soumise à la flexion trois points. Bessaim A. <i>IV.SNMPE (No. I-1-22) 2012</i>	3
<input type="checkbox"/> Elaboration d'un Polymère Bio à Base D'amidon Contenant Différents Solvants. Djetoui Z. <i>IV.SNMPE (No. I-3-44) 2012</i>	4
<input type="checkbox"/> Etude des relations morphologie- propriétés mécaniques de composites hybrides polymères-charges minérales. Boufassa S. <i>IV.SNMPE (No. I-2-60) 2012</i>	9
<input type="checkbox"/> Effect of SEBS-g-MAH as a Compatibilizer on the Structure-Property Relationships of r-PET/iPP/Montmorillonite Blends. Hellati A. <i>IV.SNMPE (No. I-1-62) 2012</i>	9
<input type="checkbox"/> Effect of processing on mechanical properties of polyethylene gas pipes. Talhi.F. <i>IV.SNMPE (No. I-2-63) 2012</i>	14
<input type="checkbox"/> Caractérisation Physico Chimique de l'Halloysite Algérienne nanotubulaire. Sahnoun S. <i>IV.SNMPE (No. I-1-72) 2012</i>	14
<input type="checkbox"/> Approche Par changement d'échelle des caractéristiques mécaniques du béton cellulaire. Bounouara F. <i>IV.SNMPE (No. I-1-76) 2012</i>	15
<input type="checkbox"/> Greffage par copolymérisation de l'acrylamide et du xanthane sous micro onde : Application à la récupération assistée du pétrole. Chami S. <i>IV.SNMPE (No. I-2-83) 2012</i>	19
<input type="checkbox"/> Effet de la concentration massique sur le comportement rhéologique des argiles utilisées dans la fabrication de la céramique. Hammadi L. <i>IV.SNMPE (No. I-1-89) 2012</i>	20
<input type="checkbox"/> Nouveau matériau composite a matrice organique : béton-polymère. (Formulation et comportement mécaniques). Mirouzi1 G. <i>IV.SNMPE (No. I-1-114) 2012</i>	20
<input type="checkbox"/> Auscultation dynamique du Béton à Haute Performance fibré par des essais non destructifs. Makhelouf A. <i>IV.SNMPE (No. I-1-126) 2012</i>	21
<input type="checkbox"/> Influence of mineral fillers on the thermal properties of resins STR. Irekti A. <i>IV.SNMPE (No. I-2-142) 2012</i>	21

<input type="checkbox"/>	Creep and shrinkage effect study of lateral displacement and frequencies modes in RC shear walls strengthened with composite plates having variable fibers spacing. Yeghnem R. <i>IV.SNMPE (No. I-1-144) 2012</i>	22
<input type="checkbox"/>	Effet des conditions expérimentales, sur le renforcement du verre par la technique du double échange ionique. Malou Z. <i>IV.SNMPE (No. I-1-145) 2012</i>	22
<input type="checkbox"/>	Analyse microdensitométrique par tomographe des bois de chêne Algérien. Kennouche S. <i>IV.SNMPE (No. I-3-152) 2012</i>	23
<input type="checkbox"/>	Revêtement du béton des réseaux d'assainissement par un géo-polymère : Diagnostic et durabilité. Oualit. M. <i>IV.SNMPE (No. I-1-158) 2012</i>	28
<input type="checkbox"/>	Caractérisation et valorisation des sous-produits siliceux du kaolin de Tamazert. Brahmi D. <i>IV.SNMPE (No. I-1-161) 2012</i>	33
<input type="checkbox"/>	Etude comparative entre les différents enduits de chaux utilisés dans les monuments historiques (Cas de la citadelle d'Alger). Belaidi M. <i>IV.SNMPE (No. I-1-163) 2012</i>	33
<input type="checkbox"/>	Résistance de mortiers a base des sédiments portuaires aux attaques acides. Marouf H. <i>IV.SNMPE (No. I-1-175) 2012</i>	34
<input type="checkbox"/>	Préparation et évaluation des propriétés de libération in vitro d'un principe actif à partir d'une matrice PLA de faible poids moléculaire. Azouz L. <i>IV.SNMPE (No. I-2-176) 2012</i>	34
<input type="checkbox"/>	Preparation and Characterization of Poly (ethylene terephthalate)/Maghnite Clay Hybrid Materials by Melt Blending Using Stable Surfactant. Fayçal Benhacine. <i>IV.SNMPE (No. I-2-187) 2012</i>	35
<input type="checkbox"/>	Preparation et caracterisation des oxydes mixtes $\text{bani}_x\text{al}_{12-x}\text{O}_{19-y}$ dans l'oxydation partielle du methane. Touahri N.B. <i>IV.SNMPE (No. I-1-188) 2012</i>	35
<input type="checkbox"/>	Preparation and Mechanical properties of LDPE/PLA blends/Wood Flour Composites. Boubekeur B. <i>IV.SNMPE (No. I-2-196) 2012</i>	36
<input type="checkbox"/>	Analysis study of the toughness characterization and J-Integral Computation in polymer pipes: Numerical Modelling. Ould chikh E. <i>IV.SNMPE (No. I-2-207) 2012</i>	37
<input type="checkbox"/>	Détermination des caractéristiques mécaniques d'une structure Sandwich multicouche renforcé par des fibres de verres. Hami B. <i>IV.SNMPE (No. I-2-212) 2012</i>	43
<input type="checkbox"/>	Adsorption des polluants organiques sur des polymères cellulosiques modifiés par greffage de la cyclodextrine. Ghemati D. <i>IV.SNMPE (No. I-2-218) 2012</i>	48
<input type="checkbox"/>	Caractérisation des plaques par le contrôle non destructif (ondes de Lambs). Belkhalfa.H. <i>IV.SNMPE (No. II-2-231) 2012</i>	53

<input type="checkbox"/>	Transfert de masse et de chaleur dans les milieux poreux. Application Au béton. Hanichet.A. <i>IV.SNMPE (No. I-1-233) 2012</i>	54
<input type="checkbox"/>	Caractérisation d'Un Enrobe Bitumineux Modifié. Harizi I. <i>IV.SNMPE (No. I-1-241) 2012</i>	54
<input type="checkbox"/>	La méthode des plans de mélanges pour la formulation des pâtes destinées aux bétons autoplaçants. Guellil M.K. <i>IV.SNMPE (No. I-1-248) 2012</i>	55
<input type="checkbox"/>	Elaboration et Caractérisation de Nano-biocomposites d'Acétate de Cellulose/Montmorillonite- Chitosane. Dairi N. <i>IV.SNMPE (No. I-2-251) 2012</i>	61
<input type="checkbox"/>	Conséquence de la dilution de résine époxy sur les caractéristiques de l'état réticulé. Aribi C. <i>IV.SNMPE (No. I-2-253) 2012</i>	66
<input type="checkbox"/>	Contribution à l'étude de la stabilisation chimique des argiles par la chaux Application au dimensionnement des chaussées. Amri S. <i>IV.SNMPE (No. I-1-255) 2012</i>	66
<input type="checkbox"/>	Synthesis, Swelling and Thermal Properties of Chitosan-graft-Poly(acrylamide) Biodegradable Superabsorbents. Aiouaz N. <i>IV.SNMPE (No. I-2-258) 2012</i>	67
<input type="checkbox"/>	Elaboration et analyse de couches antireflet de SiOxNy pour application photovoltaïque. Nait Kaci F. <i>IV.SNMPE (No. I-1-259) 2012</i>	71
<input type="checkbox"/>	Feasibility of Green Wood Cutting using assisted Peeling by Radiant Energy. Dupleix A. <i>IV.SNMPE (No. I-3-262) 2012</i>	72
<input type="checkbox"/>	Développement des matériaux nanocomposites à renforts lamellaires et sphériques : conséquence de la modification de surface sur les performances des mélanges PP/EPDM. Doufnoune R. <i>IV.SNMPE (No. I-2-273) 2012</i>	72
<input type="checkbox"/>	Développement d'un biopolymère par modification chimique de la β -cyclodextrine pour des applications pharmaceutiques. Ghemit R. <i>IV.SNMPE (No. I-2-288) 2012</i>	73
<input type="checkbox"/>	L'usage de ciment naturel dans la restauration du patrimoine culturel bâti. Zeroual R. <i>IV.SNMPE (No. I-1-290) 2012</i>	78
<input type="checkbox"/>	Synthèse, caractérisation et photoactivité des nanomatériaux montmorillonite-CdS. Boukhatem H. <i>IV.SNMPE (No. I-2-291) 2012</i>	79
<input type="checkbox"/>	Nouveau Matériau Composite A Base De Carbone/Polymère/MnO ₂ . Chikouche I. <i>IV.SNMPE (No. I-2-292) 2012</i>	79
<input type="checkbox"/>	Renforcement des poutres en béton à l'aide des matériaux composites (FRP). Ghernouti Y. <i>IV.SNMPE (No. I-1-296) 2012</i>	80
<input type="checkbox"/>	Propriétés mécaniques dans le plan des structures cellulaires hexagonales irrégulières (Voronoi). Bouakba M. <i>IV.SNMPE (No. I-1-297) 2012</i>	80

<input type="checkbox"/>	Contrôle des structures composites stratifiés par deux techniques ultrasonores. Halimi.R. IV.SNMPE (No. I-2-298) 2012	81
<input type="checkbox"/>	Etude expérimentale du comportement thermomécanique de réfractaires silico-alumineux façonnés. Amrane B. IV.SNMPE (No. I-1-307) 2012	87
<input type="checkbox"/>	Caractérisation expérimentale des déformations résiduelles dans les pièces injectées en polymère semi-cristallin. Kaddeche M. IV.SNMPE (No. I-1-308) 2012	87
<input type="checkbox"/>	Caractérisation mécanique et hygrothermique d'un composite multicouches en liège et panneaux de bois. Lakreb N. IV.SNMPE (No. I-1-319) 2012	88
<input type="checkbox"/>	The Effects of long time exposure to Natural Weather on the Rheological and Morphological Properties of Polypropylene/Polyamide-6 Blends. Mouffok S. IV.SNMPE (No. I-2-323) 2012	88
<input type="checkbox"/>	Etude de L'altération en Milieu Acide d'un Zirconate de Formule (Yb _{0,1} Nd _{0,9}) ₂ Zr ₂ O ₇ , Utilisé pour le Confinement des Radioisotopes Toxiques. Moudir D. IV.SNMPE (No. I-1-324) 2012	94
<input type="checkbox"/>	Les techniques statistiques appliquées aux matériaux du génie civil. Dahou Z. IV.SNMPE (No. I-1-327) 2012	95
<input type="checkbox"/>	Elaboration et caracterisation de ceramiques de formule Ba _{1-x} Eu _{2x/3} (Ti _{0,7} Zr _{0,3})O ₃ . Boutal N. IV.SNMPE (No. I-1-336) 2012	100
<input type="checkbox"/>	Modélisation des Pipelines Endommagés puis Réparé par Matériaux Composites. Issasfa B. IV.SNMPE (No. I-1-339) 2012	100
<input type="checkbox"/>	Influence du compactage et du traitement au ciment sur les propriétés à l'Optimum Proctor d'un limon de la région de Sidi Bel Abbès. Ghembaza M.S. IV.SNMPE (No. I-1-340) 2012	106
<input type="checkbox"/>	Étude expérimentale des matrices cimentaires incorporant des granulats de caoutchouc des pneus usagés. Médine M. IV.SNMPE (No. I-1-345) 2012	107
<input type="checkbox"/>	Analyse statique de la flexion des plaques épaisses en matériaux à gradient de propriétés. Houari M.S.A. IV.SNMPE (No. I-1-349) 2012	107
<input type="checkbox"/>	Effet du renforcement géosynthétique sur la portance d'un matériau argileux. Bougueroua A. IV.SNMPE (No. I-1-354) 2012	108
<input type="checkbox"/>	Elaboration des matériaux composites polypropylène/carbonate de calcium : Influence des agents de couplage sur les zones interfaciales et les propriétés rhéologiques. Gharzouli N. IV.SNMPE (No. I-1-355) 2012	108
<input type="checkbox"/>	Identification et modélisation sous comsol multiphysics du comportement mécanique en traction des SBR chargés. Gherib S. IV.SNMPE (No. I-1-362) 2012	109

<input type="checkbox"/>	Rôle de L'agent de Couplage dans la Promotion de L'adhésion : Polychlorure de Vinyle/Charge Minérale. Benmesli S. IV.SNMPE (No. I-1-367) 2012	110
<input type="checkbox"/>	Contribution à la détermination de quelques caractéristiques des bois de chênes : Cas de la station de l'Akfadou. Amirou S. IV.SNMPE (No. I-3-369) 2012	110
<input type="checkbox"/>	Synthese et caracterisation d'un double hydroxyde lamellaire a base de la gibbsite. Belkham N.H. IV.SNMPE (No. I-1-371) 2012	111
<input type="checkbox"/>	Application de la spectroscopie IRTF à l'étude de la migration des additifs à partir d'un emballage laitier. Benabbi S. IV.SNMPE (No. I-1-376) 2012	111
<input type="checkbox"/>	Etude du gonflement des hydrogels sensibles au pH obtenus par copolymérisations des monomères hydrophiles. Angar N. E. IV.SNMPE (No. I-2-390) 2012	112
<input type="checkbox"/>	Etude expérimentale et modélisation du Comportement mécanique en fatigue cyclique des composites stratifié carbone/époxyde. Boukharouba W. IV.SNMPE (No. I-2-401) 2012	117
<input type="checkbox"/>	Elaboration, Structural and Microstructural characterization of nanocrystalline Fe _{100-x} Al _x powders. Boukherroub N. IV.SNMPE (No. I-2-402) 2012	122
<input type="checkbox"/>	Elaboration et caractérisation d'un composite sandwich à âme en liège renforcé en jute et des enveloppes en bois. Fellah I. IV.SNMPE (No. I-2-409) 2012	123
<input type="checkbox"/>	Etude et durabilite des composites PVC/fibres d'ALFA. Hamour. N. IV.SNMPE (No. I-2-415) 2012	123
<input type="checkbox"/>	Thermal and mechanical properties of modified polyethylene/ olive husk flour composites. Ihamouchen C. IV.SNMPE (No. I-2-416) 2012	124
<input type="checkbox"/>	Formulation des bétons avec ajout par l'utilisation des réseaux de neurones. Rebouh R. IV.SNMPE (No. I-1-429) 2012	124
<input type="checkbox"/>	Effet des fibres métalliques sur certaines propriétés mécaniques du béton. Setti F. IV.SNMPE (No. I-1-430) 2012	125
<input type="checkbox"/>	Effet de la Pouzzolane sur les Paramètres de Transport des Bétons Locaux. Touil B. IV.SNMPE (No. I-1-432) 2012	125
<input type="checkbox"/>	Efforts / qualité en fonction de l'angle du fil en défonçage du Pin d'Alep. Aknouche H. IV.SNMPE (No. I-3-436) 2012	126
<input type="checkbox"/>	Mesure de la résistance à la compression du béton : influences des méthodes destructive (écrasement) et non destructive (ultrason) et des géométries des corps d'épreuves. Redjel B. IV.SNMPE (No. I-2-444) 2012	126

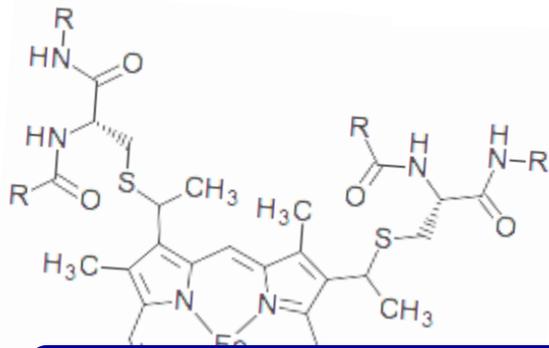
<input type="checkbox"/>	Caractérisation en choc de matériaux composites jute-polyester et verre-polyester. Djéghader D. <i>IV.SNMPE (No. I-2-445) 2012</i>	127
<input type="checkbox"/>	Un béton de sable pour revêtement routier en climat chaud et sec. Sall M. <i>IV.SNMPE (No. I-1-447) 2012</i>	127
<input type="checkbox"/>	Influence du chargement des résines époxy par la poudre de liège sur son comportement physico-mécanique dans les matériaux composites. Boulahia H. <i>IV.SNMPE (No. I-2-448) 2012</i>	128
<input type="checkbox"/>	Etude de l'influence du dosage de l'adjuvant (Aeternum1) sur le comportement mécanique des ciments composés dans les milieux agressifs. Benfadel karima. <i>IV.SNMPE (No. I-1-455) 2012</i>	128
<input type="checkbox"/>	Améliorations du classement mécanique des bois et valorisation des feuillus de qualité secondaire. Bléron L. <i>IV.SNMPE (No. I-3-450) 2012</i>	129
<input type="checkbox"/>	Contribution à l'analyse thermique d'un panneau particules à base du bois Algérien Essais et modélisation numérique Benbrahim Z. <i>IV.SNMPE (No. I-3-443) 2012</i>	134
<input type="checkbox"/>	Caractérisation physico-chimique du styrène acrylonitrile (SAN) soumis à une décharge corona. Kireche N. <i>IV.SNMPE (No. I-2-457) 2012</i>	135
<input type="checkbox"/>	Durabilité des composites Bois/Polymères. Dairi B. <i>IV.SNMPE (No. I-2-459) 2012</i>	135
<input type="checkbox"/>	Comparaison du comportement à l'impact et à l'indentation du composite jute/époxy. Hachemane B. <i>IV.SNMPE (No. I-2-460) 2012</i>	136
<input type="checkbox"/>	Caractérisation mécanique et biologique de bois traités thermiquement en vue de leur mise en œuvre. Simon Hannouz. <i>IV.SNMPE (No. I-3-461) 2012</i>	136
<input type="checkbox"/>	Caractérisation mécanique en flexion et en cisaillement d'un matériau composite sandwich jute/époxy/liège Mir A. <i>IV.SNMPE (No. I-2-463) 2012</i>	137
<input type="checkbox"/>	Etude de caractérisation des bétons fibrés avec et sans ajout de laitier. Laouchedi D. <i>IV.SNMPE (No. I-1-464) 2012</i>	137
<input type="checkbox"/>	Etude bioécologique de la bruche de la fève <i>Bruchus rufimanus</i> BOHEMAN 1833 (Coleoptera: Bruchidae), dans deux parcelles semées à des dates différentes dans la région de Tizi ouzou Lardjane N. <i>IV.SNMPE (No. III-3-33) 2012</i>	139
<input type="checkbox"/>	Contribution à l'étude des impacts du dessalement des eaux de mer sur l'environnement : cas du littoral de Boumerdès. Habet L. <i>IV.SNMPE (No. III-2-35) 2012</i>	139
<input type="checkbox"/>	Elaboration de matériaux catalytiques de type zéolithiques pour la production D'hydrogène via la réaction du réformage. Aoudjit L. <i>IV.SNMPE (No. III-1-40) 2012</i>	140

<input type="checkbox"/>	New approach for modeling photovoltaic panel. Moufidi Hadjab. IV.SNMPE (No. III-1-43) 2012	140
	Etude des cinétiques de biodégradation de l' <i>o</i> -crésol par une souche appartenant au genre de <i>Pseudomonas</i> . Lassouane F. IV.SNMPE (No. III-2-51) 2012	141
<input type="checkbox"/>	Impact de la Réduction des Déchets Industriels sur le Développement Durable. Bounazef D IV.SNMPE (No. III-2-58) 2012	141
<input type="checkbox"/>	Application de la technique EBIC pour la prédiction de la qualité des cellules photovoltaïques de silicium monocristallin et polycristallin. Saïl K. IV.SNMPE (No. III-1-64) 2012	142
<input type="checkbox"/>	Elimination du Nickel en solution aqueuse par adsorption sur apatites naturelles et synthétique. Boudia S. IV.SNMPE (No. II-2-70) 2012	145
<input type="checkbox"/>	Synthesis of titania pillared montmorillonite for adsorption and photocatalytic degradation of organic pollutants in water: effect of process parameters. Djellabi R. IV.SNMPE (No. III-3-86) 2012	146
<input type="checkbox"/>	Simulation du comportement thermique d'un moteur électrique a refroidissement externe. Meneceur N. IV.SNMPE (No. II-2-87) 2012	146
<input type="checkbox"/>	Etude et traitement par le procédé de flottation des eaux chargées en hydrocarbures dans le but de les recycler dans l'environnement. Chebbi S. IV.SNMPE (No. III-2-98) 2012	147
<input type="checkbox"/>	Adsorption versus coprécipitation d'alizarine sulfonate sur hydroxyapatite. Lemlikchi W.IV.SNMPE (No. III-3-102) 2012	147
<input type="checkbox"/>	Effet de la nourriture sur la longevite des adultes du Coleoptere Bruchidae <i>Bruchus rufimanus</i> Lardjane-Hamiti A. IV.SNMPE (No. III-3-103) 2012	148
<input type="checkbox"/>	Bioécologie et dynamique des populations de l'aleurode des agrumes <i>Dialeurodes citri</i> (Homoptera: Aleyrodidae) dans un verger de <i>Citrus</i> de la région de Tizi-Ouzou. Medjdoub-Bensaad F IV.SNMPE (No. III-3-123) 2012	148
<input type="checkbox"/>	Modes d'occupation de l'espace par la Mangouste (<i>Herpestes ichneumon</i>) dans la forêt de Darna (Parc National du Djurdjura). Oubellil D. IV.SNMPE (No. III-3-128) 2012	149
<input type="checkbox"/>	Approche globale et approche ciblée dans la gestion des effluents hospitaliers. Bouزيد M. IV.SNMPE (No. II-2-131) 2012	149
<input type="checkbox"/>	Elimination de l'uranium en utilisant des membranes polymères a inclusion. Saad saoud F. IV.SNMPE (No. III-2-168) 2012	154
<input type="checkbox"/>	Evaluation de l'effet antioxydant du lycopene chez le rat hyperhomocystéinémique. Yefsah-Idres A IV.SNMPE (No. III-3-180) 2012	155
<input type="checkbox"/>	Elimination d'un polluant métallique de l'eau par adsorption sur un matériau lignocellulosique – exemple de l'arsenic (III) sur des noyaux de dattes. Khelaifia F.Z. IV.SNMPE (No. III-2-192) 2012	156

<input type="checkbox"/> Dégradation photocatalytique d'un colorant textile par un matériau à base de la montmorillonite, TiO ₂ et BiVO ₄ . Djouadi L. <i>IV.SNMPE (No. II-2-194) 2012</i>	156
<input type="checkbox"/> Étude de la biodisponibilité des métaux lourds dans les sédiments superficiels de l'estuaire de la Tafna (Rachgoun, wilaya d'Ain Temouchent). Fellah A. <i>IV.SNMPE (No. III-2-197) 2012</i>	161
<input type="checkbox"/> Potentiel de la méthode du sol-gel pour l'élaboration du semiconducteur lamellaire (MoS ₂) pour une application photovoltaïque. Chibane L. <i>IV.SNMPE (No. III-1-221) 2012</i>	161
<input type="checkbox"/> <i>Chemical constituents of Ailanthus altissima and the effects of its aqueous extract on isolated smooth muscles, perfused heart and blood pressure in the rat.</i> Bouaziz A. <i>IV.SNMPE (No. III-3-203) 2012</i>	162
<input type="checkbox"/> Retention capacity of arsenic (V) on chemically treated date pits. Ziati M. <i>IV.SNMPE (No. III-2-244) 2012</i>	162
<input type="checkbox"/> Adsorption du phénol sur la bentonite de Mostaganem activée à l'H ₂ SO ₄ par comparaison avec celle du charbon actif commercial. Ait Ahsene F. <i>IV.SNMPE (No. III-2-232) 2012</i>	163
<input type="checkbox"/> Optimisation de la maintenance d'une ferme éolienne basée sur les modèles stochastiques. Benmessaoud T. <i>IV.SNMPE (No. III-1-246) 2012</i>	163
<input type="checkbox"/> Modélisation et Commande des Systèmes Photovoltaïque Intégrés dans l'habitat et les Sites Isolés. Ounnadi M. <i>IV.SNMPE (No. III-1-270) 2012</i>	164
<input type="checkbox"/> Evaluation des effets écotoxicologiques des rejets industriels déversés dans le lac de Réghaïa, par utilisation de biotests sur des plantes. Khelif L. <i>IV.SNMPE (No. III-2-285) 2012</i>	171
<input type="checkbox"/> Etude de l'influence des huiles essentielles de <i>Thymus vulgaris</i> L. et de <i>Lavandula stoechas</i> L. sur la croissance de deux champignons phytopathogènes : <i>Monilia fructigena</i> et <i>Venturia inaequalis</i> . Mostefa Sari F. <i>IV.SNMPE (No. III-3-311) 2012</i>	172
<input type="checkbox"/> Élimination du plomb en solution par la sciure de bois. Chouchane S <i>IV.SNMPE (No. III-2-333) 2012</i>	172
<input type="checkbox"/> Etude de l'Efficacité de la Photocatalyse Hétérogène pour la Dépollution d'une Eau polluée. Djouder R. <i>IV.SNMPE (No. III-1-335) 2012</i>	173
<input type="checkbox"/> Effet insecticide de deux huiles végétales (Anis et Cresson) sur la bruche du niébé : <i>Callosobruchus maculatus</i> F. (Coleoptera : Bruchidae). Mamou R. <i>IV.SNMPE (No. III-3-346) 2012</i>	177
<input type="checkbox"/> Avantages, Spécificités et applications du solaire thermique. Hamoudi S. <i>IV.SNMPE (No. III-1-356) 2012</i>	177
<input type="checkbox"/> Etude du vieillissement du polypropylène en présence d'agents pro oxydants. Bensaad F. <i>IV.SNMPE (No. III-1-395) 2012</i>	178

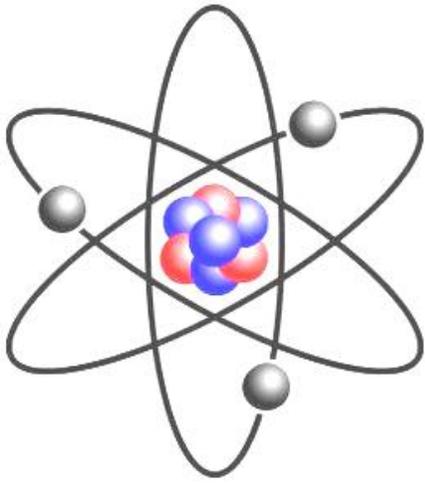
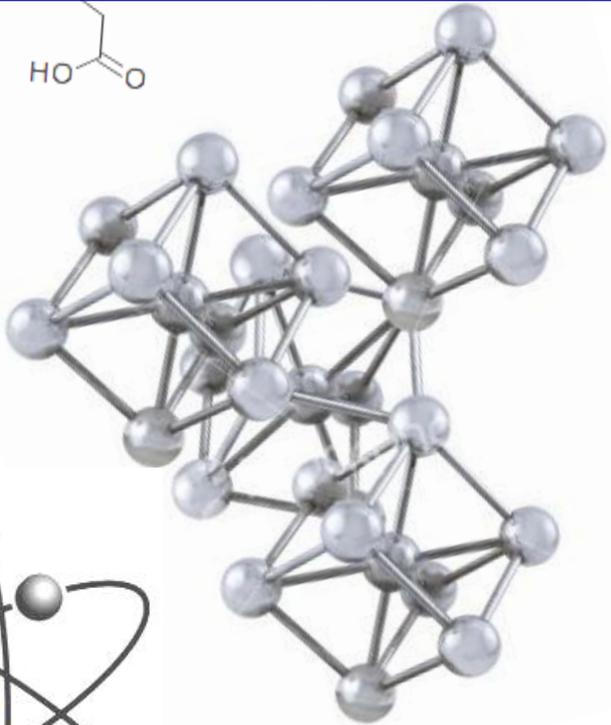
<input type="checkbox"/>	Dégradation du Rouge de Crésol par différents procédés photochimique en phase homogène. Fassi S. IV.SNMPE (No. III-2-375) 2012	178
<input type="checkbox"/>	Adsorption du phénol Sur un charbon actif préparé à partir d'un bitume routier issu du raffinage de pétrole. Ferhoune I. . IV.SNMPE (No. III-2-410) 2012	183
<input type="checkbox"/>	Economie des énergies fossiles par la voie de la cogénération en Algérie. Khoudja A. IV.SNMPE (No. II-2-420) 2012	184
<input type="checkbox"/>	Comparaison et validation statistique entre les résultats obtenus par simulation numérique en les confrontant aux résultats expérimentaux. Bendida M. IV.SNMPE (No. III-2-424) 2012	184
<input type="checkbox"/>	Caractérisation de la densité de charge de surface de membranes nanoporeuses. Hanafi Y. IV.SNMPE (No. II-2-440) 2012	185
<input type="checkbox"/>	Etude Expérimentale de la Climatisation Géothermique en Algérie Bendaikha W.IV.SNMPE (No. III-1-457) 2012	185
<input type="checkbox"/>	ACV comparative de deux process de transformation de lait. Younsi F. IV.SNMPE (No. III-2-458) 2012	186
<input type="checkbox"/>	Procedes d'épurations du biogaz. Kadir L. IV.SNMPE (No. III-1-462) 2012	186
<input type="checkbox"/>	Couplage d'un Comportement Elastique à un Endommagement Non Local. Bélaïdi C. IV.SNMPE (No. II-1-465) 201	187
<input type="checkbox"/>	Hybrid cements from metakaolin, slag and clinker mixtures. Influence of activators Zibouche F. IV.SNMPE (No. I-1-437) 2012	188
<input type="checkbox"/>	Conception et réalisation d'un laveur désinfecteur d'endoscope. Djadi A. IV.SNMPE (No. II-1-466) 2012	193
<input type="checkbox"/>	Mesure de radioprotection dans les locaux de radiodiagnosics à RX. Messalti Hamdi H. IV.SNMPE (II-1-467)2012	193
<input type="checkbox"/>	A novel polymer inclusion membrane applied in zinc(II) and copper(II) separation from aqueous solution Zioui D. IV.SNMPE (III-2-240)2012	194





Thème I

MATÉRIAUX



Influence de l'amélioration de l'adhésivité bitume granulat sur les propriétés mécaniques de l'enrobe

Belkada. Z¹, Achour.F²

¹ Ingénieur chercheur ENSTP, Alger, Algérie zahrabelkada@yahoo.fr

² Centre National d'études et recherches intégrées du Bâtiment (NERIB), Alger, Algérie. achfarida@yahoo.fr,

Résumé : L'enrobé hydrocarboné, matériau de revêtement par excellence de la majorité des infrastructures routières, est composé d'un squelette minéral dont la cohésion est assurée par une colle organique.

Quelle que soit l'application de ce liant dans la construction où l'entretien d'une route, l'intégrité du lien liant-agrégat est essentielle pour assurer la durabilité et le bon comportement du revêtement routier.

En effet, l'importance technologique de la tenue du bitume sur les granulats, notamment en présence de l'eau est universellement reconnue et l'on parle couramment de son adhésivité. Cependant il existe en Algérie des granulats issus de roches éruptives et métamorphiques qui ne peuvent être utilisés en technique routière car il ne présente aucune affinité pour le bitume, ce qui signifie que le mouillage de ces granulats par le bitume n'est pas durable dans le temps.

Cette étude met en évidence l'importance de l'adhésivité dans la tenue d'un enrobé hydrocarbonée. Nous nous intéressant en particulier à l'amélioration de cette liaison par ajout de différent pourcentage de soufre, et aussi voir l'influence de cette propriété sur les propriétés mécaniques de l'enrobé.

Mots clés : Adhésivité, enrobés, dôle, soufre, comportement mécanique

Effet des milieux agressifs sur les caractéristiques de durabilité des bétons à base de matériaux locaux

Belouadah M.¹, Rahmouni Z.¹, Tebbal N.¹

¹ Université de M'Sila, sara_belw@yahoo.fr

Résumé : La durabilité du béton est très souvent liée à sa capacité d'empêchement des agents agressifs de pénétrer à travers sa porosité. Certains environnements sont agressifs pour le béton, ils peuvent occasionner des attaques acides importantes. Des gonflements et l'éclatement du béton, c'est notamment le cas des zones soumises au gel, des environnements marins, industriels et agricoles.

Une grande partie des problèmes de durabilité rencontrés dans les régions chaudes (région de M'sila) résulte de la présence des chlorures et des sulfates (dans le sol ou dans les agrégats...) avec l'aggravation additionnelle de l'effet du climat chaud et aride. Ce manque de durabilité a directement une influence sur la structure de la construction et peut conduire à la détérioration totale d'un grand nombre des constructions. Les caractéristiques de la nature de fillers sont évaluées en fonction du degré d'agressivité du milieu en considérant comme moyen de caractérisation : les résistances mécaniques, la porosité, la masse volumique. Des éprouvettes seront exposées aux différents milieux de conservation chimiquement agressifs : eau potable, sels (chlorure de sodium, MgSo4), Les paramètres pris en compte sont : - l'âge - la nature et degrés d'agressivité du milieu de conservation - L'incorporation de type d'adjuvant super plastifiant et dosage des additions minérales.

De ces besoins de recherche et les voies nouvelles on s'intéresse à fixer certains paramètres afin d'aboutir à la confection d'un béton à base de matériaux locaux caractérisé par une bonne résistance, une porosité minimale et une durabilité acceptable.

Mots clés : béton durci, porosité, résistance mécanique, milieux agressif, fillers de marbre

Preparation and characterization of B₂O₃- BaO-Al₂O₃ (BBA) glass system

Aboutaleb D¹, Safi B², Benhaoua F³

¹ *Research Unit Materials, Processes and Environment/Faculty of Science and Engineering, Boumerdes University, Boumerdes, Algeria*
jojosaf@yahoo.fr

Abstract: In borate glasses, the main structural units are the [BO₃] triangles and [BO₄] tetradral which form different superstructural units like; boroxol rings, metaborate rings and chains, pentaborate, diborate, triborate and pyroborate. In this work, the Barium aluminoborate glasses were prepared. Some of properties were investigated by measure like density and chemical durability and the other by calcs. The dilatometric curves were determined and they revealed that the temperature of transition (T_g) and softening (T_s) and the dilatation coefficient increase by addition of Al₂O₃ and BaO content.

Key words: Barium aluminoborate glass, density, chemical durability, dilatometric curves.

Comportement mécanique de la flexion des poutres FGM soumise à la flexion trois points

Bessaim A¹, Houari M.S.A¹, Tounsi A¹, Adda Bedia E.A¹

¹ *Université de Sidi Bel Abess, Algérie*
bessaimaicha@yahoo.fr

Résumé : Ce travail porte sur l'analyse du comportement mécanique de la flexion d'une poutre rectangulaire simplement appuyée en matériaux à gradient de propriétés (FGM), soumise à la flexion trois points. La théorie du premier ordre d'Euler-Bernoulli est utilisée dans ce travail, cette théorie néglige l'effet de cisaillement transverse. On suppose que les propriétés matérielles de la poutre FGM changent sans interruption à travers l'épaisseur, selon la fraction volumique du matériau constitutif suivant une fonction de loi de puissance P-FGM. Les équations d'équilibre sont obtenues en appliquant le principe des travaux virtuels. Les expressions mathématiques de la flèche, les contraintes normales sont obtenues en utilisant l'approche de Navier pour résoudre le système des équations d'équilibre. L'influence du changement de paramètre du matériau et l'éclatement sur le comportement mécanique de la poutre P-FGM sera présentée et discutée.

Mots clés : Matériaux à gradient de propriétés, Poutre P-FGM, Solution de Navier.

Elaboration d'un Polymère Bio à Base D'amidon Contenant Différents Solvants

Djetoui Z.¹, Djerboua F.¹

¹ Département de Génie des procédés. Faculté de technologie, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.

PVKZAHIRA13@yahoo.fr

Résumé: De nos jours plusieurs études portent sur la mise au point de biopolymères issus de ressources renouvelables, dotés de nombreuses propriétés thermoplastiques et dégradables, pour remplacer les polymères d'origine fossiles. Le produit de base de ces matériaux issus de ressources renouvelables est l'amidon produit par une grande variété de plantes en tant que réserve énergétique et disponible en grande quantité à un prix très compétitif. Il peut facilement être transformé en matériau plastique par ajout d'un plastifiant. En fonction de l'origine biologique de l'amidon et de la quantité de plastifiant, il est possible d'obtenir une grande variété de propriétés mécaniques. Cependant, ces propriétés mécaniques restent médiocres et ne permettent que très peu d'applications concrètes. De plus, l'amidon souffre d'une très grande sensibilité à l'eau.

Dans cette étude, différentes formulations contenant chacune l'amidon de maïs commercialisé sous le nom de maizena ont été préparées. La résistance à l'eau a été mesurée à deux températures à savoir la température ambiante et à 50 °C. L'analyse thermique différentielle à balayage (DSC) permet de déterminer les propriétés thermiques des matériaux surtout la température de transition vitreuse Tg et la température de fusion Tm. Les valeurs des propriétés mécaniques trouvées restent comparables à celles du polyéthylène caractéristique des matériaux non cassants avec des modules d'élasticité modérés.

Mots-clés: Amidon thermoplastiques, polymère biodégradable, plastifiant, propriétés mécaniques, ressources renouvelables.

1. INTRODUCTION

Au cours de ces dernières décennies, les polymères dérivés du pétrole ont pris une place prépondérante dans la vie de tous les jours. Malheureusement, le pétrole n'est pas inépuisable et la dégradation des matériaux issus de ressources pétrochimiques devient de plus en plus problématique [1-3] (D. C. Miles and J.H. Briston, 1968; J. L. Halary, 2008; P. Combette and I. Ernoult, 2005). C'est pourquoi les recherches sur les plastiques biodégradables produits à partir de ressources renouvelables constituent aujourd'hui un enjeu majeur. L'industrie agro-alimentaire représente une très grande partie de l'utilisation des matières plastiques d'où l'importance de se diriger vers des emballages alimentaires biodégradables. L'amidon utilisé pour produire différents types de polymères biodégradables provient essentiellement du maïs, de la pomme de terre, du blé, du manioc et du riz... [4,5] (E. Schwach, 2004; E. Lévêque, 2000).

Chimiquement, l'amidon est un polysaccharide composé de molécules de D-glucose formant des macromolécules $(C_6H_{10}O_5)_n$ par des liaisons α -glycosidiques. On y trouve deux fractions, l'amylose linéaire (uniquement liaisons α -1,4-glycosidiques) et l'amylopectine ramifiée (liaisons α -1,4- et α -1,6-glycosidiques), dont la coloration bleue en solution iodée est caractéristique. Les grains commencent à gonfler entre 55 et 60 °C selon les provenances puis éclatent pour former, entre 65 et 70 °C, une colle dont la consistance varie en fonction du type d'amidon [5-7] (E. Lévêque, 2000 ; D. Lourdin and Paul Colonna, 2006 ; <http://biochim-agro.univlille1.fr>).

L'amidon natif peut être converti en matériau thermoplastique par plastification en présence d'une quantité d'eau. Donc l'eau est le plastifiant le plus naturel de l'amidon et elle est par conséquent couramment employée, mais pour obtenir de l'amidon plastifié d'autres molécules non volatiles sont également très efficaces, notamment les sucres tels que le glucose, le maltose, le fructose ou le saccharose ; les polyols tels que l'éthylèneglycol, le propylèneglycol, les polyéthylèneglycols (PEG) , le glycérol, le sorbitol, le xylitol, le maltitol ou les sirops de glucose hydrogénés ; l'urée, les sels d'acides organiques tels que le lactate de sodium ainsi que les mélanges de ces produits. L'amidon thermoplastique peut être traité comme un plastique traditionnel (extrusion, thermoformage, solvant casting) cependant leur sensibilité à l'humidité limite leurs applications [7-10] (<http://biochim-agro.univlille1.fr>; A. Tara, F. Berzin, L. Tighzert and S. Moughamir, 2005; E. H. Babacar, 2008, A.L. Da Roz, A.J.F. Carvalho, A. Gandini and A.A.S. Curvelo, 2006).

L'objectif de ce travail est de préparer des matériaux thermoplastiques à partir des différentes formulations utilisées. La caractérisation des matériaux obtenus a porté sur l'étude de leurs propriétés mécaniques en traction et de leurs propriétés thermiques surtout la température de transition vitreuse

par la méthode calorimétrique différentielle à balayage DSC. La résistance à l'eau a été mesurée à deux températures à savoir la température ambiante de 25 °C et à 50 °C. Une stabilité du taux de gonflement a été observé à 25 °C pour presque toutes les formulations jusqu'à 250 min indiquant aussi une certaine résistance à l'eau.

2. Partie expérimentale

2.1. Matériaux utilisés et méthode de préparation des films

Dans cette étude on a utilisé l'amidon de maïs du type maïzena, grade commercial, et les différents solvants suivants: le glycérol, l'eau distillée, l'acétone, le méthanol, l'éthanol et le DOP. La composition des six formulations notées de F₁ à F₆ utilisées est représentée dans le tableau 1. Chaque mélange est chauffé à une température comprise entre 80 et 90 °C pendant 20 min, sous une agitation en utilisant un barreau magnétique. Après, le mélange est laissé se refroidir pendant quelques minutes avant de le couler dans des boîtes de pétri en plastique. Pour les quatre formulations de F₂ à F₆, on a utilisé un système à reflux permettant la condensation des vapeurs des solvants utilisés.

Tableau 1: Composition des différentes formulations préparées

Formulations	Volumes de différents composants						
	Amidon (g)	Eau distillée (ml)	Glycérol (ml)	Acétone (ml)	Méthanol (ml)	Ethanol (ml)	DOP (ml)
F ₁	5	100	—	—	—	—	—
F ₂	5	100	2	—	—	—	—
F ₃	5	100	2	30	—	—	2
F ₄	5	100	2	—	30	—	2
F ₅	5	100	2	—	—	30	2
F ₆	5	100	2	25	—	—	—

2.2 Techniques expérimentales de caractérisation

2.2.1. L'étude de la résistance à l'eau

Des échantillons de forme rectangulaire et de masse initiale m_0 pris des différentes formulations sont placés dans de petits flacons contenant de l'eau distillée, puis ils sont enlevés à des intervalles de temps spécifique pour être pesés après les avoir sécher soigneusement de l'excès de l'eau avec un papier filtre. On définit le taux de gonflement TG selon la relation suivante:

$$TG(\%) = \frac{m_t - m_0}{m_0} \times 100$$

Où, m_0 : masse de l'échantillon avant émerision.

m_t : masse de l'échantillon après émerision dans le solvant à un certain temps t.

La résistance à l'eau a été mesurée à deux températures à savoir la température ambiante et à 50 °C eu utilisant une étuve.

2.2.2. Propriétés thermiques: DSC

La masse initiale des échantillons utilisés est de 10 à 15 mg et les échantillons ont été chauffés de la température ambiante jusqu'à 300 °C avec une vitesse de chauffe de 10°C.min⁻¹. Les expériences sont conduites sous atmosphère inerte d'azote.

2.2.3. Etude des propriétés mécaniques

Les essais mécaniques ont été réalisés selon le mode de traction, les échantillons utilisés ont une forme parallélépipédique, de dimension moyenne 65 x 0,1 x 10 mm³ avec un espace entre mors de 25 mm. Les tests sont réalisés avec une vitesse de traverse de 20 mm.min⁻¹ et trois éprouvettes par échantillon ont été testées. L'appareil utilisé est du type: Zwick Roell Z0.1. Les courbes représentant la contrainte en fonction de la déformation sont tracées pour chaque formulation. Les valeurs du module d'Young E (MPa) qui est défini comme la pente à l'origine de ces courbes, de la contrainte à la rupture σ_R (MPa) et de la déformation à la rupture ϵ_r (%) sont obtenues.

3. Résultats et discussions

3.1. La résistance à l'eau

Deux températures ont été choisies pour mesurer la résistance à l'eau, il s'agit de la température ambiante et de la température de 50°C. Dans la figure 1 sont représentées les variations du taux de gonflement pour les différentes formulations en fonctions du temps à température ambiante. Les courbes montrent qu'à la température 25°C toutes les formulations sont capables de prendre et rapidement de l'ordre de (60-80%) en eau, sous forme d'absorption et mouillabilité, excepté la formulation 6 qui est capable de prendre de l'ordre de 200%. En suite une stabilité du taux de gonflement pour presque toutes les formulations jusqu'à 250 min indiquant aussi une certaine résistance à l'eau.

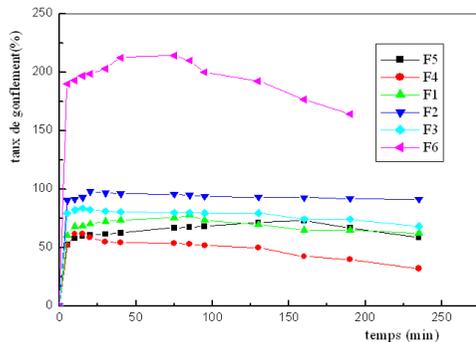


Figure 1: graphe montrant la variation du taux de gonflement en fonction du temps pour les formulations (F₁, F₂, F₃, F₄, F₅ et F₆) à T=25°C

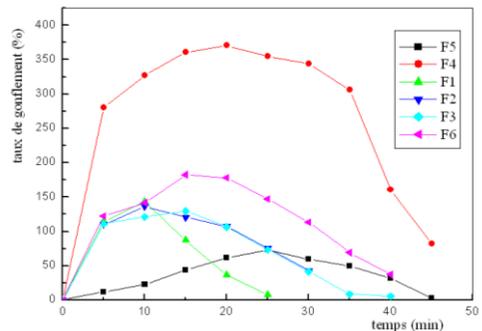


Figure 2: graphe montrant la variation du taux de gonflement en fonction du temps pour les formulations (F₁, F₂, F₃, F₄, F₅ et F₆) à T=50°C

Dans la figure 2 sont représentés les résultats de tests de gonflement dans l'eau à 50°C. En comparant les résultats à ceux obtenus à température ambiante on remarque que le comportement des matériaux résultant des différentes formulations est différent. Des absorptions plus importantes dans la première phase qui peuvent aller (jusqu'à 350% pour la F₄) qui correspondent souvent à un maximum. Aucun plateau de stabilité n'a été observé presque pour toutes les formulations. Les chutes importantes et rapides correspondant aux pertes de masse résultant de la désintégration et la solubilité des échantillons dans l'eau à 50°C, témoignant ainsi de leur instabilité dans ces conditions.

3.2. Propriétés thermiques: DSC

A l'état natif, l'amidon est un matériau semi-cristallin, qui présente notamment une phase cristalline qui subit la fusion, caractérisée par la température de fusion T_m . Au-delà de T_m , l'amidon est un polymère fondu. A des températures supérieures à 200°C, des dépolymérisations se produisent spontanément. A l'état transformé, l'amidon majoritairement amorphe, passe par une transition vitreuse caractérisée par la température de transition vitreuse T_g qui sépare deux domaines, l'état vitreux et l'état caoutchoutique. La figure.3 montre les différents états de l'amidon:

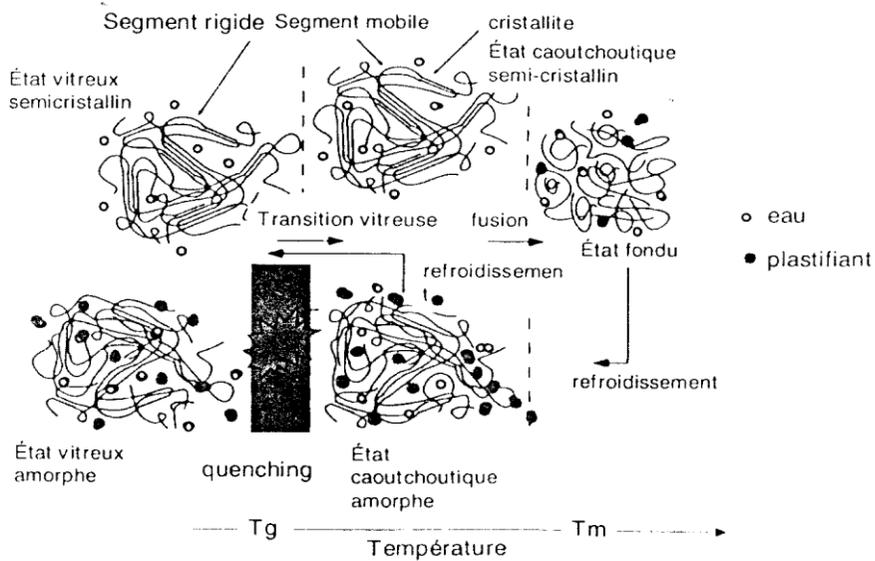


Figure.3: schéma montrant les différents états de l'amidon en fonction de la température [6].

L'étude expérimentale des propriétés thermiques de l'amidon ne semble pas être facile et évidente, parce que ce dernier est fait de deux polymères l'amylose et l'amylopectine qui donnent un matériau semi cristallin avec un arrangement interne complexe. En plus, les propriétés thermiques dépendent énormément de la teneur en eau et éventuellement la présence des plastifiants: l'historique du produit est aussi importante à savoir s'il s'agit d'un produit natif ou bien gélatinisé.

Dans la figure 4 est représenté le thermogramme de l'analyse DSC de l'amidon natif. On observe l'apparition des endothermes qui sont très larges. La température Tg est de l'ordre de 50°C par contre la température de gélatinisation la plus élevée est de l'ordre de 112°C. L'amidon natif a une température Tg de l'ordre de 50°C par contre il présente la température de gélatinisation la plus élevée qui est de l'ordre de 112°C.

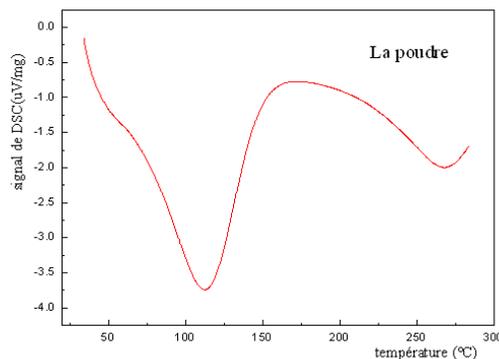


Figure 4: schéma représentant le thermogramme de la DSC de l'amidon natif

3.3. Les propriétés mécaniques

Les matériaux résultant des différentes formulations ont été testés en traction où la contrainte à la rupture, l'allongement à la rupture ainsi que le module d'élasticité ont été obtenus. Dans les figures 5 sont présentées graphiquement les courbes de la contrainte en fonction de la déformation pour les formulations (F₁, F₂, F₃, F₄, F₅ et F₆).

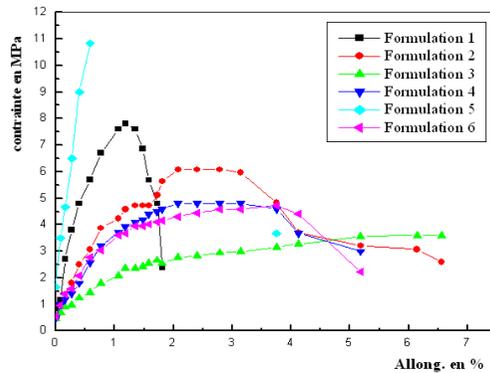


Figure3: courbes de traction pour les formulations (F₁, F₂, F₃, F₄, F₅ et F₆)

A partir des formes des courbes, ce qui remarquable est que la formulation qui ne contient pas de glycérol donne un matériau rigide et cassant, le glycérol apporte une certaine élasticité par son effet plastifiant. Aussi on peut conclure que les valeurs des propriétés mécaniques des différents matériaux restent comparables à celles des matériaux polymériques connus, par exemple la contrainte à la rupture du PE est de l'ordre de 12 MPa et des allongements allant même à 30% caractéristique des matériaux non cassants avec des modules d'élasticité modérés.

Conclusion

Les différents films obtenus transparents ont été caractérisés par leurs résistances à l'eau à 25 et 50 °C d'où il s'avère que ces matériaux sont très sensibles à l'effet de l'eau particulièrement chaude. Les propriétés mécaniques sont fonctions des constituants de la formulation restent acceptables surtout pour les produits qui contiennent le glycérol.

Les propriétés thermiques montrent qu'il est difficile de séparer la T_g de la T_m (température de la gélatinisation) et le produit natif à des propriétés thermiques T_g et T_m qui sont supérieures par rapport à celles des produits rétrogradés.

Référence

- [1] Miles D. C. and. Briston J.H, 1968, Technologie de polymères, Paris : Dunod.
- [2] Halary J. L., 2008, Mécaniques des matériaux polymères, Paris: Belin, 28-33.
- [3] Combette P. et Ernoul L., 2005, Physique des polymères, Tome 1, Paris : Hermann.
- [4] Schwach E., 2004, Etudes de systèmes multiphasés biodégradables à base d'amidon de blé plastifié Relation structure propriétés Approche de la comptabilisation, thèse (PhD, université de Reims-Champagne , France.
- [5] Lévêque E. et al. , 2000, L'amidon et ses dérivés applications industrielles, Paris : ISBN.
- [6] Lourdin D. et Colonna P., 2006, Matériaux à base d'amidon et de leurs dérivés, In : Colonna P., La chimie verte, Paris: Lavoisier, 215-235.
- [7] Les polysaccharides, [en ligne]; http://biochim-agro.univlille1.fr/polysaccharides/Co/Contenu_1_a.html
- [8] A. Tara, F. Berzin, L. Tighzert and S. Moughamir, J. Rhéol. 2005, Mesure en ligne du comportement visqueux d'un amidon de blé en cours d'extrusion. Application à la cationisation, 8, 5-12.
- [9] Babacar E. H., 2008, Nouveaux matériaux composites thermoformables à base de fibres de cellulose, thèse (PhD, L'INP Grenoble, France.
- [10] Da Roz A.L, Carvalho A.J.F., Gandini A., and Curvelo A.A.S., J. Carboh. P. 2006, The effect of plasticizers on thermoplastic starch compositions obtained by melt processing, 63, 417-424

Etude des relations morphologie- propriétés mécaniques de composites hybrides polymères-charges minérales

Boufassa S.¹, Doufnoune R.¹, Hellati A.², Haddaoui N.¹

¹Laboratoire de physico-chimie des haux polymères, Université Ferhat Abbas Sétif

²Laboratoire des matières polymériques multiphasiques, Université Ferhat Abbas Sétif
s.boufassa@yahoo.fr

Résumé : Le travail présenté est une contribution à l'étude de l'influence de traitement de surface de la charge sur les comportements mécaniques des composites particuliers à matrice thermoplastique. L'investigation a porté sur des composites à base de polypropylène (PP) et de polyéthylène haute densité (PEHD) et de carbonate de calcium (CaCO₃) modifié en surface par un organosilane (Silquest A-172) et un organotitanate (Ken React NZ-12) Néanmoins, pour favoriser le couplage charge/matrice. Le bilan de propriétés mécaniques ont permis de montrer par la diminution de la résistance aux choc et l'accroissement du module d'Young et la contrainte au seuil d'écoulement que le traitement de surface de la charge joue le rôle de premier plan étant donné qu'il influence les états de dispersion et d'adhésion inter faciale.

Les mots clés : Composite/ carbonate de calcium / traitement de surface/ mélange.

Effect of SEBS-g-MAH as a Compatibilizer on the Structure-Property Relationships of r-PET/iPP/Montmorillonite Blends

Hellati A.¹, Boufassa S.², Bouhelal S.,³ Douibi A.³, Benachour D.³

¹Centre Universitaire B.B.A. Algérie,

²Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie

³Laboratoire des Matériaux Polymériques Multi-Phasiques LMPMP, UFAS Sétif, Algérie
Hellati_abdelhak@yahoo.fr

Abstract: The mechanical, thermal and structural study of the blends of recycled amorphous polyethylene terephthalate (PET) with isotactic polypropylene (iPP) with a SEBS-g-MAH compatibilizer in different proportions is reported. The physical study of the composites of the compatibilized blends with 5% Montmorillonite is also discussed. The analysis, performed by means of wide-angle X-ray scattering, differential scanning calorimetry and microindentation techniques, permits us to describe, at microscale level, the role of the compatibilizer on the structure and microhardness of the polymer blends that we studied. The results reveal that PET was incompatible with iPP. However, the presence of the compatibilizer a styrene ethylene butylene styrene block copolymer grafted with maleic anhydride, allowed the compatibilization of these polymers. In the PET/iPP blends, the clay seemed to have a nucleating effect on the iPP and also induced a hardness increase in the compatibilized blends. On the other hand, the crystallinity of these samples (pure blends, blends with compatibilizer, and blends with compatibilizer plus clay) only depended on their composition and is almost unaffected;

Keywords: blends compatibilization; differential scanning calorimetry (DSC) hardness; WAXS;

1. INTRODUCTION

Polymer blending is a convenient way for the development of new polymeric materials, In fact the preparation of polymer blends is a convenient method to obtain materials with new combinations of defined properties [1-3] (L.M. Robeson, 2007, D.R. Paul and al, 2000, G.O. Shonaike, and G.P. Simon, 1999). Additionally, many applications blends request the use of the reinforced materials, and the development of nanocomposites has been widely used with this purpose. By this way, the usage of clay, particularly montmorillonite (MMT) as a reinforcing filler, can produce nanocomposites that

often exhibit remarkable improvement in their properties when compared to the pure polymer or the conventional composites [4,5] (M.Alexandre, and P. Dubois, 2000, M.Valášková et al 2009)

Previous studies on this binary blend include the work of Bataille et al. [6] (P.Bataille, and al. 1987) who studied tensile properties the compatibilizer was a PP–acrylic acid copolymer (PP-g-AA). The same compatibilizer was employed by Xanthos et al. [7] (*M.Xanthos and al. 1990*) who also added a transesterification catalyst. A complete characterization was carried out by A. A Postolov, et al. [8] who studied the effect of composition on transcrystallization with reorientation of polypropylene in drawn PET/PP blend. Calgagno et al.[9] (Calgagno et al, 2008) reported on the role of the MMT on the morphology and mechanical properties of the PP/PET blends

The aim of our study have been focused on the study of blends of recycled amorphous poly (ethylene terephthalate) (PET) with isotactic polypropylene (iPP). However, as with most thermoplastics, these polymers are immiscible and need to be made compatible [10] (A. J. Utracki,L, 2002) In this study, we used as a compatibilizer a styrene–ethylene/butylene–styrene block copolymer grafted with maleic anhydride (SEBS-g-MAH). In addition, we compared PET/iPP/SEBS-g-MAH blends with their corresponding composites containing 5 wt% Montmorillonite

2. METHODOLOGY

The following materials were used in this investigation: recycled material from PET bottles (melting range of 242–250C), commercial grade iPP EMB 3014C, Montell, Milan (Italy) and SEBS-MAH compatibilizer KRATON FG-1901X, Shell, The Hague (Netherlands). The organophilic clay has been prepared in our laboratory by using bentonite (a montmorillonite-type silicate) which was supplied by Bental (Maghnia)

Before blending, the PET pellets were dried in vacuo at 105°C for 24 h. The dried PET pellets were dry-mixed with iPP pellets in the following different weight ratios. The blends were prepared in a Brabender Haake Rheocord, at 270 °C and 32 rpm in two steps; first, the PET was fed into the chamber, and once the PET melted, the iPP, the compatibilizer, and the organoclay were added. From the preceding blends, films were prepared by compression molding at a pressure of 150 kg. The compression was performed at 275°C

These included the following samples

PET/iPP blends without compatibilizer

PET/iPP blends with 7, 10, and 15% compatibilizer

PET/iPP blends with 15% compatibilizer and 5% clay

The wide-angle X-ray scattering (WAXS) study was carried out with a Seifert (Ahrensburg, Germany diffractometer working in the reflection mode. The WAXS-determined crystallinity α_{WAXS} of every sample was calculated as the ratio of the area corresponding to the crystal line peaks to the total area of the diffractogram. The thermal study was performed with help of a Perkin Elmer DSC-7 The crystallinity measured by DSC (α_{DSC} was derived from the melting enthalpy obtained by DSC with the following expression

$$\alpha_{DSC} = \Delta H_m / \Delta H_m^\infty \quad (1)$$

Where ΔH_m and ΔH_m^∞ are the experimental melting enthalpy and the melting enthalpy for an infinitely thick crystal, respectively.

The hardness **H** was determined at room temperature with a Leitz (Wetzlar, Germany) microindentation tester with a square-based diamond indenter. The H value was derived from the residual projected area of indentation according to the following expression

$$H = kP/d^2 \quad (2)$$

Where **d** is the length of the impression diagonal (m), **P** is the contact load applied (N), and **k** is a geometrical factor equal to **1.854**. Loads of 0.5 and 1 N were applied. The loading cycle was 0.1 min. Eight to 10 indentations were performed on the surface of each sample, and the results were averaged.

3. RESULTS

The majority of the WAXS diagrams obtained for the different blends showed broad halos and narrow peaks corresponding to the iPP α form [see Figure 1. A Gaus-Lorentz functions are applied to describe

the amorphous background and an iterative peak –fit procedure was used to fit the crystalline reflections of WAXS profiles.

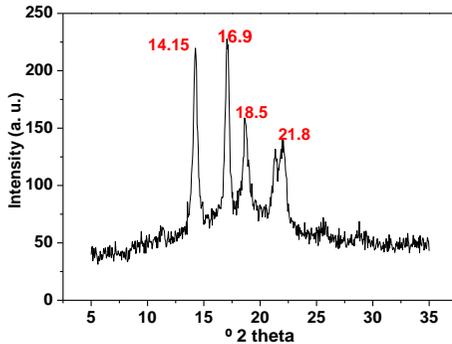


Fig.1: X-ray diffractogram of the blends PET/iPP (50/50) compatibilized with 7, 10 and 15 % SEBS-g-MA

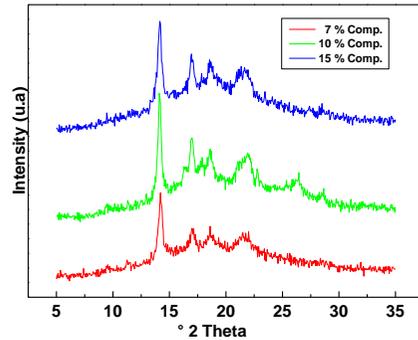


Fig.2: X-ray diffractogram of neat iPP

As expected from the WAXRD pattern for the neat iPP which exhibits four intense α -form crystal diffraction peaks at 14.1° , 16.9° , 18.5° and 21.8° corresponding to (110), (040), (130) and (111), (131) doublet respectively [11,12] (B. Lotz, 1996, S. Bouhelal, 2010) whereas the diagram obtained for PET it shows a broad halo form indicating that the PET is almost amorphous

In addition, only some compatibilized blends with a 50/50 % composition Fig. 2 exhibited, together with those of iPP, other peaks that were attributed to a certain content of crystallized PET. The DSC plots of all samples included in this study show the melting peaks of each compound clearly distinguished, indicating the immiscibility of the different mixtures investigated Fig.3. The peaks are and are peaks around $T_m = 163$ - 164°C for the iPP and $T_m = 246$ - 247°C The DSC analysis (see Fig.4) of the compatibilized blends shows that, the compatibilizer does not induce any change in the thermograms. for almost all the blends containing SEBS-g-MAH and clay.

As it can be seen from the results obtained Fig.5 and 6 the presence of the amorphous PET induces a decrease in the crystallinity of the pure iPP/PET blends, from 50 % for pure iPP down to less than 5 % for the 20/80 composition (α_{WAXS}), or from 40 % down to less than 1 % (α_{DSC}). It is noteworthy that, in all cases, the α_{DSC} values have been calculated only for the iPP component. The α_{WAXS} values are slightly higher than those obtained by DSC. By adding the SEBS-MAH compatibilizer, the crystallinity level of the blends increases again. In fact, the crystallinity α_{WAXS} values obtained for blends with 15 % of compatibilizer practically follow the additivity law as a function of composition. Blends with 7 and 10 % of SEBS-MAH, however, show α_{WAXS} values that are smaller than the predicted by this law.

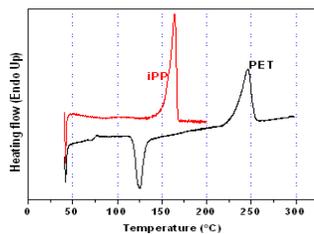


Fig.3: thermographs of the neat PET and iPP

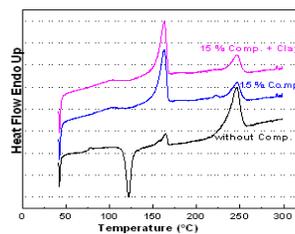


Fig.4: DSC thermographs of the blends PET/iPP (50/50) blends with 15% compatibilizer (pure and with 5% clay).

Also we have deduced that the presence of 5 wt% clay in the blends with 15% compatibilizer increased α_{WAXS} by, approximately, 5–10 %. As happened in their counter parts without clay, the α_{WAXS} values obtained for these blends obeyed the additivity law as a function of composition

The hardness \mathbf{H} of the blends without compatibilizer showed a linear behavior. \mathbf{H} rose with increasing PET content (see Fig 7) according to the additivity law of a binary blend as a function of composition:

$$H = H_1\Phi_1 + H_2(1 - \Phi_1) \quad (3)$$

where H_1 , H_2 , Φ_1 , and $(1 - \Phi_1)$ are the hardness values of the blend components and their molar fractions, respectively. However, the results obtained for the blends with compatibilizer showed a decrease in hardness with increasing PET content up to the equivolumic composition (50/50), and for larger PET content values, \mathbf{H} increased again. Also, the hardness of the blends decreased with increasing amounts of compatibilizer. On the other hand, according to the two-phase model, \mathbf{H} of a semicrystalline polymer can be described by the following expression

$$H = H_c\alpha + H_a(1 - \alpha) \quad (4)$$

where H_c and H_a are the intrinsic hardness values of the crystalline and amorphous phases, respectively, and α is the volume fraction of the crystalline material

From the foregoing, it is clear that the two main effects to be considered when the compatibilizer was added to these blends were the increase in the crystallinity and the simultaneous decrease in their hardness. Both effects could be associated with the presence of the SEBS-g-MAH compatibilizer.

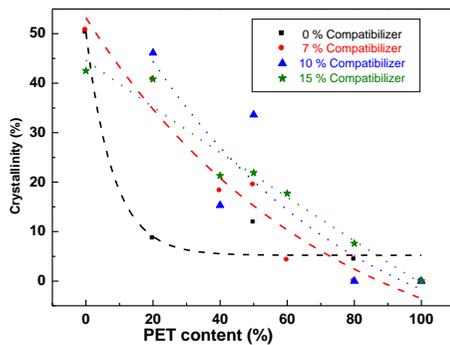


Fig.5: Plot of α_{WAXS} as a function of the PET content of PET/iPP (50/50) blends (pure and with different amounts of the compatibilizer)

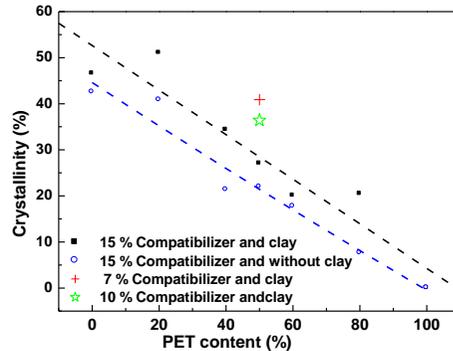


Fig.6: Plot of α_{WAXS} as a function content of PET/iPP (50/50) blends with 15% compatibilizer (pure and with 5% clay).

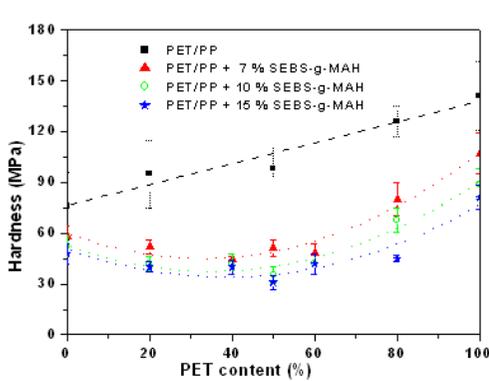


Fig.7: Dependence of the hardness on the PET content of PET/iPP blends (pure and with different amounts of the Compatibilizer)

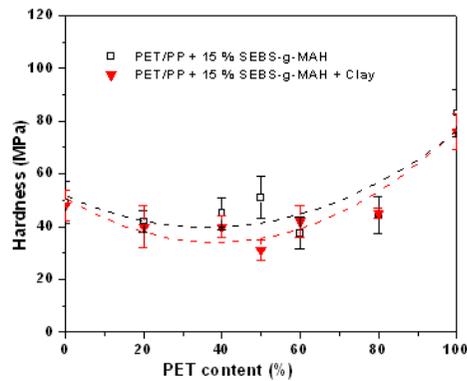


Fig.8: Dependence of the hardness on the PET content of PET/iPP blends with 15% compatibilizer (pure and with 5% clay).

On one hand, one may think that the compatibilizer contributed to an increase of the iPP chain flexibility so that they could crystallize more easily. On the other hand, the hardness diminution in the compatibilized samples could have been explained by the decrease in H_c^{iPP} . The H values of the blends containing clay were higher than their counterparts without clay. However, the hardness dependence with the PET content was similar in both sets of blends (see Fig 8). In the blends with clay, the theoretical hardness values calculated were close to the experimental ones.

4. CONCLUSION

From the preceding results, It was clear that PET was incompatible with iPP. However, the presence of SEBS-g-MAH allowed us to compatibilize these polymers. Whereas the initially amorphous PET was capable of crystallizing to a certain extent in the presence of iPP, probably as a consequence of the blending process, the crystallizability of iPP was strongly reduced by the PET component. Nevertheless, in the presence of the compatibilizer SEBS-g-MAH, the iPP chains became more flexible so that they could crystallize much more easily. However, the hardness of the blends strongly decreased as the compatibilizer content increased.

The clay seemed to have a nucleating effect on the iPP and also induced a slight hardness increase in the compatibilized blends.

REFERENCES

- [1] Robeson, L.M., 2007. *Polymer Blends. A Comprehensive Review*; Ed. Munich: Hanser
- [2] Paul, D.R. and Bucknall, C.B. 2000. *Polymer Blends*; Vols. 1 and 2. Ed. New York: Wiley
- [3] Shonaike, G.O. and Simon, G.P. 1999. *Polymer Blends and Alloys*; Ed. New York: Marcel Dekker
- [4] Alexandre, M. and Dubois, P. 2000. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials. *Materials Science and Engineering*, 28, 1-63.
- [5] Valášková, M. Simha Martynková, Matějka, G., V. Barabaszová, K. Plevová, E. Měřínská, D. 2009. Organovermiculite nanofillers in polypropylene, *Applied Clay science*, 43(1), 108-112
- [6] Bataille, P. Boissé, S. Schreiber, H. P. 1987. Mechanical properties and permeability of polypropylene and poly(ethylene terephthalate) mixtures, *Polymer Engineering & Science*, 27(9), 622-626.
- [7] Xanthos, M. Young, M. W. Biesenberger J. A. 1990. Polypropylene/polyethylene terephthalate blends compatibilized through functionalization, *Polymer Engineering & Science*, 30(6), 355-365.
- [8] Postolov, A. Evstatiev A M. Denchev Z. Friedrich K. Fakiro, S. 2007. Effect of composition on transcrystallization with reorientation of polypropylene in drawn PET/PP blend, *Journal of Materials Science*, 42 1245-1250.
- [9] Calcagno, C. I. W. Mariani, C.M. Teixeira, S.R. Mauler, R.S. 2008. *The role of the MMT on the morphology and mechanical properties of the PP/PET blends*, *Composites Science and Technology*, 68, 2193-2200.
- [10] Utracki, L. A. J. 2002. *Compatibilization of Polymer Blends*, *The Canadian Journal of Chemical Engineering* 80(6), 1008-1016.
- [11] Lotz, B. Wittmann J. C. And Lovinger, A. J. 1996. Structure and morphology of poly(propylenes): a molecular analysis, *Polymer*, 37(22), 4979-4992.
- [12] Bouhelal, S. Cagiao, M. E. Khellaf, S. Benachour, D. Balta Calleja F. J. 2010. Nanostructure and micromechanical properties of reversibly crosslinked isotactic polypropylene/clay composites, *Journal of Applied Polymer Science*, 115(5), 2654-2662.

Effect of processing on mechanical properties of polyethylene gas pipes

Talhi.F¹, Chebira.F¹

¹ Département de génie des procédés, université Ferhat Abbas, Sétif Algérie

talhifz@yahoo.fr

Abstract: The mechanical properties of a medium density polyethylene grade for gas pipes were studied after several extrusion cycles. The oxidation induction time (OIT) was measured after each cycle in order to assess the efficiency of the remaining amount of antioxidant in PE pipe to avoid oxidation. The FTIR analysis was performed to confirm the DSC results.

The results have indicated that tensile properties, resistance to internal hydrostatic pressure and slow crack growth of PE pipes were retained after several extrusion cycles and the remaining amount of antioxidant is sufficient to protect the material for further extrusion cycle and for a long service time.

Keywords: polyethylene pipes, reprocessing, mechanical properties, oxidation induction time.

Caractérisation physico chimique de l'Halloysite Algérienne nanotubulaire

Sahnoun Sousna*¹, Mokhtar Boutahala¹

¹Laboratoire de génie des procédés chimiques (LGPC), Département de Génie des procédés, Faculté de Technologie, Université FERHAT ABBAS Sétif Algérie.

sahnoun.sousna@yahoo.fr

Résumé : Dans le domaine de recherche sur les matériaux, l'élaboration de nanocomposites polymères se révèle être une activité de recherche multidisciplinaire dont les résultats pourraient élargir le champ d'application des polymères. Ces dernières années, les minéraux argileux ont été largement utilisés comme charge dans les matrices polymères. L'argile utilisée dans ce travail est une kaolinite algérienne de type Halloysite provenant du gisement de Djebel Debbagh (Guelma) en Algérie. Cette argile a été activée puis organophilisée par l'Octadecyltriméthylammonium bromide $C_{21}H_{46}NBr$ (C_{18}). Les propriétés texturales et structurales de l'halloysite brute et l'halloysite organophile ont été déterminées par : la diffraction de rayons X (DRX), la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF), la microscopie électronique à balayage (MEB) et l'analyse thermique gravimétrique (ATG) couplée à la DTG. L'objectif de cette étude est l'insertion le tensioactif dans l'espace interlamellaire de l'halloysite.

Mots clés : Kaolin, halloysite, Octadecyltriméthylammonium bromide, nanotube.

Approche par changement d'échelle des caractéristiques mécaniques du béton cellulaire

Bounouara F¹, Trouzine H¹, Asroun A¹

¹ Laboratoire de Génie Civil & Environnement, Université Djillali Liabès, Algérie.

bounouarafat@yahoo.fr

Résumé : Le béton cellulaire est un matériau moderne, léger et isotrope dont la première invention date de 1880, est attribuée à W. Michaelis. Ce matériau est constitué d'environ 80 % d'air et 20 % de matière. En fonction de la quantité de la matière et de la composition utilisée, les performances physiques et mécaniques du produit peuvent être adaptées à l'usage demandé. L'objectif de cet article est de présenter une homogénéisation analytique de ce matériau en utilisant les lois de mélange de la micromécanique.

Une programmation des principaux modèles analytique sous Scilab est proposée et les résultats sont comparés aux résultats expérimentaux de la littérature. Les résultats des modèles énergétiques semblent en très bonne concordance avec ceux de la littérature.

Mots Clés : Béton cellulaire, Air, Micromécanique, Scilab, modèles énergétiques.

1. INTRODUCTION

Le béton cellulaire est un produit à base de matières premières provenant exclusivement de matériaux minéraux. Il est né de la combinaison de deux inventions antérieures : “ l'autoclavage ” du mélange sable, ciment/chaux/eau et “ l'émulsification ” des mélanges de sable, ciment/ chaux et eau. Dont la première invention, qui date de 1880, est attribuée à W. Michaelis [1] (Jacques S, FeBeCel). Le béton cellulaire est un béton léger hétérogène, pour permettre de contourner les problèmes liés à cette hétérogénéité, il est nécessaire d'appliqué le concept d'homogénéisation [2] (Ch El Hage, 2006) qui est parfois appelée la micromécanique ou la modélisation multi-échelle. C'est une discipline relativement ancienne puisque la loi de mélange bien connue remonte à 1889 avec Voigt.

On présente dans cet article les premiers résultats d'une homogénéisation analytique du béton cellulaire, on présente en premier lieu les différentes modèles utilisés : modèle de Reuss, modèle de Voigt, modèle combiné de Reuss/Voigt, modèle combiné de Voigt/Reuss, les modèles rhéologiques biphasiques de Hirsch- Dougill, Halpin- Tsai et Popovics. Une application de ces modèles est proposés en considérons le béton cellulaire comme un composite biphasique (l'air est considéré comme seconde phase).

2. TECHNIQUE D'HOMOGÉNÉISATION

La procédure d'homogénéisation en mécanique des matériaux consiste à substituer un matériau fortement hétérogène à un matériau homogène qui répond globalement à une sollicitation donnée de la même façon. Elle se formalise mathématiquement par l'écriture d'une relation de comportement homogène à une échelle dite macroscopique en fonction des propriétés des phases du matériau à une échelle dite microscopique [3] (Yang K, 2008). La mise en œuvre des techniques d'homogénéisation nécessite deux éléments :

- Un Volume Élémentaire Représentatif (VER).
- Le respect de la condition de séparation d'échelle.

Le VER est un motif élémentaire qui permet de reconstituer le matériau, lorsqu'on le duplique dans les trois directions de l'espace. Ce VER est choisi en fonction des informations disponibles sur la microstructure du matériau. La condition de séparation d'échelle permet de vérifier que la sollicitation (grandeur macroscopique) est grande devant la taille des constituants (grandeur microscopique). Ainsi, le matériau hétérogène est vu comme un matériau homogène au niveau macroscopique [4] (Cerezo V, 2005). Dans notre cas, nous étudions un matériau hétérogène (béton cellulaire) composé de deux phases homogènes : l'air (ou l'inclusion ; phase a) de fraction volumique V_a , noyé dans la partie solide (ou matrice, phase m). Chacune de ces phases présente un comportement élastique linéaire, homogène et isotrope. Les deux phases sont supposées parfaitement collées entre elles, ce qui justifie la représentation biphasique.

3. QUELQUES MÉTHODES USUELLES D'HOMOGENÉISATION

La détermination des propriétés effectives consiste alors dans notre cas, à définir le comportement homogène équivalent du béton cellulaire à partir des caractéristiques de la matrice solide (ciment, sable, chaux) et de l'air. Les bornes élémentaires de Voigt et de Reuss découlent du choix des champs uniformes pour les champs admissibles de contrainte pour la borne de Reuss et de déformation pour la borne de Voigt. L'approximation de Voigt suppose que la déformation $v(y)$ est constante dans toutes les phases (V.E.R) et égale à la déformation macroscopique imposée (E), soit :

$$\varepsilon(y) = E, \quad \forall y \in V \quad (1)$$

$$\varepsilon^{(1)} = \varepsilon^{(2)} = E \quad (2)$$

$$C_V^* = c_1 C^{(1)} + c_2 C^{(2)} \quad (3)$$

Où
$$C_V^* \leq C^{(1)} + c_2 (C^{(2)} - C^{(1)}) \quad (4)$$

Avec :

$C^{(1)}$ et $C^{(2)}$ sont respectivement les rigidités des deux phases : phase a et matrice m.

C_V^* présente la rigidité équivalente de la borne supérieure de Voigt.

C_1 et C_2 sont des fractions volumiques tel que : $C_1 + C_2 = 1$.

L'approximation de Reuss est l'approximation duale de Voigt et consiste à construire un champ statiquement admissible pour le problème dual. Le module d'élasticité du matériau peut s'exprimer en fonction du tenseur S_R^* des souplesses homogénéisées. Le champ de contrainte τ proposé est uniforme dans le V.E.R et égale à la contrainte macroscopique imposée (Σ), soit :

$$\tau^{(1)} = \tau^{(2)} = \Sigma \quad (5)$$

$$S_R^* = c_1 S^{(1)} + c_2 S^{(2)} \quad (6)$$

Où
$$S_R^* \leq S^{(1)} + c_2 (S^{(2)} - S^{(1)}) \quad (7)$$

$S^{(1)}$ et $S^{(2)}$ sont respectivement les tenseurs de souplesses homogénéisées des deux phases : phase a et matrice m.

Voigt : le module d'élasticité de la partie parallèle [5] (Zhou *et al.* 1995) [6] (Kurugöl *et al.* 2008) :

$$E_{c_Voigt} = E_m + V_a (E_a - E_m) \quad (8)$$

Reuss : le module d'élasticité de la partie en série [5] (Zhou *et al.* 1995) [6] (Kurugöl *et al.* 2008) :

$$E_{c_Reuss} = \frac{1}{\frac{1}{E_m} + V_a \left(\frac{1}{E_a} - \frac{1}{E_m} \right)} \quad (9)$$

avec :

E_a et E_m sont respectivement les modules d'élasticité des deux phases : air et matrice (béton).

V_a : fraction volumique de l'air.

Comme les deux lois de mélange de Voigt et Reuss sont simples et incapables de déterminer avec précision acceptable le module d'élasticité du composite parce qu'elles ne tiennent nullement compte de la morphologie du matériau, de la discontinuité du renfort, ni de son orientation et de la véritable nature d'interface matrice/renfort, ces deux bornes sont enrichies en les combinant entre elles. Deux combinaisons proposées par De Larrard [7] (De Larrard, 1995), désignées par le modèle combiné de Voigt-Reuss (VR) et Reuss-Voigt (RV) présentant respectivement la borne supérieure et inférieure du comportement effectif. Le module d'élasticité effectif est donné pour les deux modèles par les expressions (10) et (11) :

Modèle combiné de Voigt-Reuss [7] (De Larrard, 1995):

$$E_{c_VR} = \frac{(E_m \beta)}{\gamma} \quad (10)$$

$$\text{Avec : } \beta = (E_m) + (V_a^{2/3})(E_a - E_m)$$

$$\gamma = \beta \left(1 - V_a^{1/3} \right) + (E_m V_a^{1/3})$$

$$\text{Modèle combiné de Reuss -Voigt [7] (De Larrard, 1995): } E_{c_{RV}} = E_m + V_a^{\frac{1}{3}}(\xi - E_m) \quad (11)$$

$$\text{Avec : } \xi = E_m E_a / \theta$$

$$\theta = E_a + V_a^{\frac{2}{3}}(E_m - E_a)$$

4. MÉTHODOLOGIE

Le béton cellulaire est modélisé comme un composite biphasique, la phase matrice c'est le béton, la seconde phase c'est l'air occlus. L'air est modélisé comme une phase dont le module de Young tend vers zéro. Les lois de mélange sont programmées sous Scilab (ver 5.2.1), pour chaque composite et selon chaque modèles, le module de Young effective du composite correspond à la limite de $E_{\text{homogénéisé}}$ lorsque E_a tend vers zéro et sont donné par les équations suivantes :

$$\text{Modèle de Voigt : } E_{c_{Voigt}} = E_m(1 - V_a) \quad (12)$$

$$\text{Modèle de Reuss : } E_{c_{Reuss}} = 0 \quad (13)$$

$$\text{Modèle combiné de Voigt-Reuss : } E_{c_{VR}} = \frac{E_m(1-V_a^{\frac{1}{3}})}{\left(1-V_a^{\frac{2}{3}}\right)\left(1-V_a^{\frac{1}{3}}\right)+V_a^{\frac{1}{3}}} \quad (14)$$

$$\text{Modèle combine de Reuss-Voigt: } E_{c_{RV}} = E_m\left(1 - V_a^{\frac{1}{3}}\right) \quad (15)$$

5. RÉSULTATS ET APPROCHES PRÉDICTIVES

Les données bibliographiques pour différents béton cellulaire testés expérimentalement sont présentées par le tableau 1. A partir des relations explicites des différents modèles analytiques cités ci-dessus, les modules d'Young (GPa) sont calculés. Afin de tirer le modèle le plus proche pour calculer le module d'Young effectif, on a calculé les écarts (%) et pour une représentation plus lisible, on regroupe les résultats obtenus dans le tableau 1.

Tableau 1: Modules d'élasticité effectifs (GPa), les écarts (%) et les donnés bibliographiques des bétons cellulaires testés par différents auteurs obtenus par les différents modèles analytiques.

Références	Masse volumique sèche (kg/m ³)	Module d'élasticité (GPa)	Fraction Volumique de l'air (V _a)	Modèle de Voigt		Modèle de Reuss-Voigt		Modèle de Voigt -Reuss	
				E (GPa)	Écart (%)	E (GPa)	Écart (%)	E (GPa)	Écart (%)
Samri D, 2008.	421	1.350	0.84	3.36	148.88	1.176	12.88	1.239	8.20
Ytong, 2007	383	1.165	0.8	3.2	174.67	1.145	1.71	1.214	4.27
	431	1.405	0.8	4.2	198.93	1.503	7.97	1.594	13.45
	518	1.840	0.8	4.4	133.69	1.575	14.40	1.670	9.23
	604	2.270	0.8	4.5	98.23	1.611	29.03	1.708	24.75

A partir des données expérimentales de la littérature, on remarque que pour les bétons cellulaires, la fraction volumique de l'air est de l'ordre de 80%, 84% pour les travaux de Samri (2008).

En figure 1 nous présentons en un graphe en double y, la variation de la masse volumique sèche ainsi que le module d'élasticité du béton cellulaire en fonction de la fraction volumique de l'air.

La masse volumique sèche du béton cellulaire varie de 383 à 604 kg/m³. Le module d'élasticité varie de 1.165 à 2.270 GPa.

La figure 2 présente la variation des modules d'élasticité déterminés expérimentalement par Samri (2008) et Ytong (2007) et les modules d'élasticité estimé analytiquement par les modèles de Voigt, Voigt-Reuss et Reuss-Voigt.

D'après les résultats trouvés (tableau 1), on remarque que le modèle de Voigt surestime le module d'élasticité, le modèle combiné de Voigt-Reuss présente une gamme des écarts qui varie de 4.27% à 24.75% avec une valeur moyenne de 11.98%. Pour le modèle combiné de Reuss-Voigt, les écarts varient de 1.71% à 29.03% avec une valeur moyenne de 13.20%.

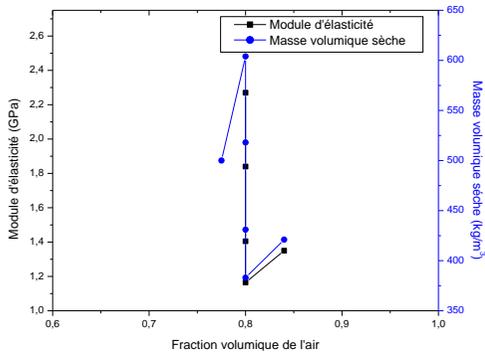


Figure 1 : Variation de la masse volumique sèche et du module d'élasticité en fonction du volume d'air d'après les travaux de Ytong (2007) et Samri (2008).

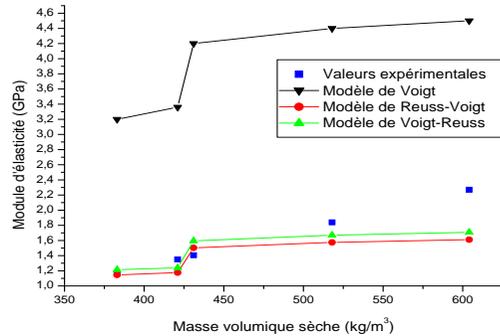


Figure 2 : Variation du module d'élasticité en fonction de la masse volumique sèche (valeurs expérimentales et prédictives).

D'après les résultats trouvés (tableau 1), on remarque que le modèle de Voigt surestime le module d'élasticité, le modèle combiné de Voigt-Reuss présente une gamme des écarts qui varie de 4.27% à 24.75% avec une valeur moyenne de 11.98%. Pour le modèle combiné de Reuss-Voigt, les écarts varient de 1.71% à 29.03% avec une valeur moyenne de 13.20%. La figure 3 présente les écarts moyens pour les modèles étudiés (Voigt, Reuss-Voigt et Voigt-Reuss).

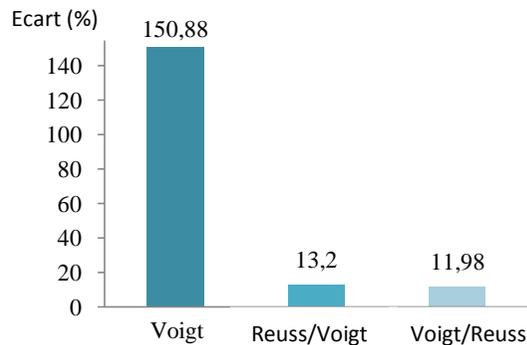


Figure 3: Écarts sur les modules d'Young entre la borne supérieure et inférieure en fonction du contraste des différents types des bétons cellulaires.

6. CONCLUSION

Le béton cellulaire est un béton léger qui peut être modélisé comme un composite biphasique (solide et air). L'air est généralement modélisé comme un matériau sans rigidité. La fraction volumique du béton cellulaire est de l'ordre de 85%. Le modèle de Voigt surestime la valeur du module d'élasticité du béton cellulaire. Pour le modèle de Reuss, la valeur du module d'élasticité homogénéisée tend vers zéro (la valeur du module d'élasticité de l'air). Les modèles combinées Voigt-Reuss et Reuss-Voigt estiment le mieux le module d'élasticité du béton cellulaire avec une précision sensiblement meilleure pour le modèle de Voigt-Reuss. Il semble aussi que le modèle de Voigt-Reuss est plus précis lorsque la valeur du module d'élasticité de la matrice est faible.

7. RÉFÉRENCE

- [1] Sizaïre J. Le Béton Cellulaire (Matériau d'Avenir), Jacques Sizaïre, Avenue des Creneaux 18 bte 1200 Bruxelles.
- [2] El hage C, 2006. Modélisation du comportement élastique endommageable de matériaux composites à renfort tridimensionnel. Thèse, Université De Technologie De Compiègne.
- [3] Yang K, 2008. Caractérisation du comportement mécanique des bétons de granulats légers : expérience et modélisation. Thèse, Université de Cergy-Pontoise, France.

- [4] Cerezo V, 2005. Propriétés mécanique, thermique et acoustique d'un matériau à base de particules végétales : approche expérimentale et modélisation théorique. Thèse, Institut National Des Sciences Appliquées De Lyon, France.
- [5] Zhou, F.P., Lydon, F.D. and Barr, B.I.G. 1995. Effect of coarse aggregate on elastic modulus and compressive strength of high performance concrete, *Cement and Concrete Research*, 25(1), 177-186.
- [6] Kurugöl, S., Tanaçan, L. And Ersoy, H. S. 2008. Young's modulus of fiber-reinforced and polymer-modified lightweight concrete composites, *Construction and Building Materials* 22, 1019–1028.
- [7] De Larrard, F., 1995. Une approche de la formulation des bétons légers de structure, *Bulletin De Liaison Des Laboratoires Des Ponts et Chaussées*, janv.-fév., pp. 39-47.
- [8] Nielsen, H. G., and Chen, E. L., 1968. Young's modulus of composites filled with randomly oriented short fibers, *Journal of Materials*, Vol. 3, No 2, pp. 352-358.
- [9] Samri D, 2008. Analyse physique et caractérisation hygrothermique des matériaux de construction: approche expérimentale et modélisation. Thèse, Lyon, France.
- [10] Ytong, 2007. Informations générales, BE nv/sa - Service Blocs Kruibeeksesteenweg 24 - B-2070 Burcht version V02.

Greffage par copolymérisation de l'acrylamide et du xanthane sous micro onde : Application à la récupération assistée du pétrole.

Chami .S¹, Aliouche .D²

*¹Laboratoire Traitement et Mise en Forme des Polymères, Université M'Hamed Bougara,
Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Algérie.
Chamis2007@yahoo.fr*

Résumé : Les polymères hydrosolubles sont largement utilisés dans l'industrie pétrolière comme additifs et agents de contrôle de mobilité, notamment pour les opérations de forage, cimentage, récupération assistée...etc. Leur utilisation résulte de leur aptitude à augmenter la viscosité du fluide, pour des concentrations relativement faibles. L'efficacité de divers types de polymère envisageables est liée en particulier au maintien de leur pouvoir viscosifiant dans les conditions d'utilisation imposées par la nature des gisements : stabilité dans le temps, à la température, au Ph, à la concentration et à la nature des ions présents. Ces polymères peuvent être d'origine très variée (polymères naturels, semi-synthétiques et synthétiques). Parmi les quels nous citons la gomme xanthane, les dérivés de cellulose (hydroxyéthylcellulose HEC, carboxyméthylcellulose CMC...), la gomme guar.

Notre travail est basé sur l'amélioration des propriétés rhéologiques de ces polymères, par préparation des mélanges (blend) à base de ces polysaccharides. Afin d'étudier la miscibilité de chaque mélange nous avons utilisé la méthode de viscosimétrie. Les mélanges de biopolymères sont préparés pour différentes proportions (100/0, 70/30, 50/50, 30/70) pour chaque couple (xanthane/CMC, xanthane/agar, HEC/CMC) ; la détermination de blend (le mélange) le plus stable, peut être étudié par des mesures de viscosité à l'aide d'un viscosimètre capillaire. Les résultats sont confirmés par le calcul des paramètres d'interactions.

Dans la dernière partie le comportement rhéologique des mélanges les plus stables est étudié dans trois milieux différents : eau distillée, eau d'injection, et eau de formation de gisement de TFT ; en fonction de la concentration de polymère et la température, les essais de rhéologie sont réalisés à l'aide d'un viscosimètre rotatif avec une géométrie de type couette.

Mots clés : xanthane, carboxyméthylcellulose, mélanges de biopolymères, industrie pétrolière, rhéologie.

Effet de la concentration massique sur le comportement rhéologique des argiles utilisées dans la fabrication de la céramique

Hammadi L.^{1,2}, Boudjenane N.¹, Mekkaoui M.¹, Belhadri M.¹, Bouhacina M.³

¹Laboratoire de Rhéologie, Transport et Traitement des Fluides Complexes (LRTTFC), Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, Algérie

² Faculté des Sciences et de la Technologie, Université de Mascara, Algérie

³ Société nouvelle de carreaux céramique (CERAMIR), Algérie

Résumé : Dans cet article, nous avons étudié et présenté l'effet de la concentration massique sur le comportement rhéologique des argiles utilisées dans la fabrication de la céramique se trouvant dans l'Ouest Algérien. Le modèle de bingham a été choisi pour ajuster la dépendance de la contrainte de cisaillement en fonction du taux de cisaillement pour des concentrations variant entre 30 % et 55 % en particules solides. L'augmentation de la concentration entre 30% à 55%, montre une augmentation du seuil d'écoulement et de la viscosité plastique des argiles.

Mots clés : Argile, céramique, viscosité plastique, seuil d'écoulement

Nouveau matériau composite a matrice organique : béton-polymère. (Formulation et comportement mécaniques).

Mirouzi G.¹, Redjel B.², Jaubertie R.³

^{1,2} Laboratoire de Génie Civil, Université Annaba, Algérie, mirasseg@gmail.com

³ LGCM, INSA de Rennes, France.

Résumé : La recherche d'une formulation du béton consiste à définir le mélange optimal des différents composants de cette nouvelle génération de béton-Polymère. Ces micro bétons composés de résine polyester comme liant et de deux types de sables, l'un fin et l'autre moyen ont été formulés et étudiés. Une méthode empirique se basant sur le principe du point de saturation des sables avec la résine a été adopté afin d'obtenir des Bétons-Polymère plus compacts, durable et résistant mieux à la traction. Il en ressort pour cette étude qu'une fraction massique de résine de 27% constitue un optimum pour obtenir un nouveau Béton-Polymère. Les essais de traction par flexion sur des éprouvettes de 4x4x16 cm et ceux de compression sur les demis éprouvettes récupérés après la rupture ont par la suite été utilisés pour caractériser les propriétés mécaniques de ces matériaux. L'étude de l'influence du taux de sable expérimenté sur 3 mélanges de mortier de résine a permis de mettre en évidence le mélange optimal constitué de 60% de sable fin et de 40% de sable moyen. Ce taux qui améliore le squelette granulaire sera pris comme référence dans la formulation des bétons de résine de cette étude.

Les rapports G/S (0,5 – 1 – 1,5 – 2) ont par la suite été utilisés pour formuler les Bétons-Polymère et mettre en évidence le rapport optimal qui est égal à 1. Ces Bétons-Polymère adoptent la résistance maximale à 24 heures de durcissement. L'ordre de grandeur des résistances mesurées atteint avec la formulation optimale adoptée des valeurs de 28 Mpa en flexion et 118 MPa en compression ce qui constitue des valeurs comparatives à celles des bétons de haute performance.

Les mécanismes de déformation et de rupture en flexion et en compression de ces Bétons-Polymère diffèrent de ceux des bétons traditionnels. Les essais de conservation ont montrés que le Béton-Polymère est un matériau composite imperméable et résiste bien à la chaleur.

Mot clés : Béton-polymère, composites, saturation, formulation, comportement mécaniques.

Auscultation dynamique du Béton à Haute Performance fibré par des essais non destructifs

Makhelouf A.¹, Berradia M.¹, Rouhyem M.¹

¹ Département de Génie Civil Université de Chlef
mkachlef@yahoo.fr

Résumé : Le béton à Haute Performance, Par ses nombreuses qualités, se prête à de multiples conceptions nouvelles, vu son excellente résistance à la compression. Deux caractéristiques ont néanmoins limitent son utilisation : fragilité et faible résistance à la traction.

Les fils métalliques incorporés dans la masse du béton se sont avérés indispensables pour réduire certains défauts du matériau béton.

L'objectif de cette étude est de voir l'influence de l'introduction des fibres métalliques sur la résistance mécanique du béton à haute performance (BHP) soumis aux essais non destructifs. Des expériences au laboratoire avec l'appareil de scléromètre et d'ultrason sont réalisées sur des éprouvettes en béton à haute performance renforcé par des fibres. Une corrélation existe entre le pourcentage des fibres et l'évolution de Vitesse de propagation du son et l'indice sclérométrique du BHP fibré. Les résultats des essais montrent que le rôle principal des fibres d'acier est d'éviter les fissurations et de réduire les ouvertures provoquées par les chargements ultimes. L'utilisation des fibres améliore les caractéristiques intrinsèques du matériau et confère à la structure une meilleure ductilité. Les fibres évitent l'éclatement du béton et freinent la propagation des fissures.

Mots clés: Béton à Haute Performance, fibres, résistance, essais non destructifs

Influence of mineral fillers on the thermal properties of resins STR

Irekti A.¹, Hami B.¹, Aribi C.¹, Bezzazi B.¹

Unité de Recherché Matériaux, Procédés et Environnement, Université M'Hamed Bougara Boumerdès Algérie.
a.irekti@umbb.dz

Abstract: In this work, we are interested in studying the thermal properties of STR resins loaded with mineral rich in silica. Loads entering in the volume and mass of the samples, they coat the resin and they scream thermal barriers protective. Measurements of weight gain are studied in a first part on disks of different compositions to observe the degradation of the resin and the contribution of charges on these properties, in a second time on the thermogravimetric analysis TGA and DTA.

The loss taken by weight of the matrix as a function of temperature show a decrease in mass, which begins on $T \hat{A}^{\circ} C = 70 \hat{A}^{\circ} C$, and the fall becomes more important from the $T \hat{A}^{\circ} C = 150 \hat{A}^{\circ} C$ and this temperature is marked with a loss of 0.2 grams or 1.4% of the initial mass, the rate increases with increasing temperature up to 12.28% at $360 \hat{A}^{\circ} C$.

The thermogravimetric analyzes of different samples give us a comparison between filled and unfilled samples, to infer the contribution of minerals fillers on the thermal behavior of the resin and their influence on the thermal durability of these composites, They show that the temperature of first degradation of the resin in the internal volume is similar to that of filled composites, to a temperature of $400 \hat{A}^{\circ} C$, the degradation accelerates for the resin and only slow down for the loaded samples . The gradient of degradation increases with temperature up to the total sample decarbonation. Furthermore, these analyze show that the charge is a barrier to temperature.

The results show that the degradation of the resin may explain the reduction of properties of the compositions. The importance of these analyzes gives us a major understanding of the sustainability of our materials for allow their wide use in environmental conditions wholes.

Key words: STR resin, mineral fillers, DTA, TGA, weight loss

Creep and shrinkage effect study of lateral displacement and frequencies modes in RC shear walls strengthened with composite plates having variable fibers spacing

Yeghne R.^{1,2}, Meftah S. A.², Benyoucef S.², Tounsi A.² and Adda Bedia E. A.²

¹University Dr. Tahar Moulay, department of Civil engineering and hydraulics, Saida, Algeria.

²Laboratory of materials and hydrology, University Djillali Liabès, Sidi Bel Abbès, Algeria.

yeghneR2000@yahoo.fr

Abstract: In this paper, the effect of creep and shrinkage of reinforced concrete (RC) shear walls structures strengthened with composite plates having variable fibers spacing on static and free vibration analysis has been studied. A finite element model for lateral stiffness and vibration characteristics is presented. In the numerical formulation, the adherents and the adhesives are all modelled as shear wall elements, using the mixed finite element method. Several test problems are examined to demonstrate the accuracy and effectiveness of the proposed method. Numerical results are obtained for four non uniform distributions of graphite and boron fibers in epoxy matrices. The influence of creep and shrinkage effect relative to the time of the casting, and the time of the loading of the shear walls is taken into account. Numerical results from the present analysis are presented to illustrate the significance of time-dependent of the lateral displacements and the frequencies modes.

Key words: RC shear walls strengthened, Composite plates, Creep, Shrinkage, Finite element method.

Effet des conditions expérimentales, sur le renforcement du verre par la technique du double échange ionique

Malou Z.^{1,2}, Doudou F.^{1,2}, Hamidouche M.^{2,3}

¹ Laboratoire des matériaux non métalliques,

² Institut d'optique et mécanique de précision, université de Sétif 1

³ Unité de recherche matériaux émergents (URMES), université de Sétif 1

zmalou@yahoo.fr

Résumé : Dans ce travail, nous avons utilisé le traitement par double échange ionique pour améliorer les caractéristiques d'un verre silico-sodo-calcique. Nous avons étudié l'influence du temps de maintien et la température de trempe, sur les propriétés mécaniques et optiques du verre traité.

Les résultats ont montré que la microdureté augmente à mesure que le temps de maintien est plus long et la température de traitement est plus élevée. La ténacité la plus importante est obtenue pour la température de traitement de 400°C. Cette propriété diminue si la trempe est réalisée à des températures plus hautes. Le même comportement est observé pour la résistance mécanique qui décroît quand la température de trempe dépasse la dite valeur. Contrairement à la contrainte à la rupture, le module élastique décroît en fonction de la température de trempe. Ce comportement est dû à la diffusion en surface des ions alcalins.

Le renforcement par la double trempe chimique n'a pas d'effet notable sur la transmission optique. Par contre, nous avons constaté une augmentation de l'indice de réfraction par rapport au verre non trempé (présence de l'ion de potassium en surface). Il semble qu'un traitement d'une heure à une température de 400°C est le plus optimal.

Mots clés: verre, double échange ionique, microdureté, transmission optique, indice de réfraction

Analyse microdensitométrique par tomographe des bois de chêne Algérien.

Kennouche S.¹, Mothe F.², Zerizer A.¹, Aknouche A.³

¹⁻³EMMF (Equipe Mécanique des Matériaux Fibreux), FSI, département génie des matériaux, Université de Boumerdès, Avenue de l'indépendance 35000 Boumerdès, Algérie.

² LERFOB (Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt Bois), INRA 54280 Champenoux, Nancy, France.

kennouchesalim@yahoo.fr

Résumé : La microdensitométrie permet l'appréciation des variations de densité du bois à l'échelle du cerne. Elle est basée sur l'absorption du rayonnement X par le matériau. Cette méthode a été mise au point par (Hubert Polge en 1966). Le but de ce travail est de déterminer la distribution densitométrique de deux espèces de bois de chêne Algérien, le chêne Zeen (*Quercus canariensis*) et le chêne Afrès (*Quercus Afarès*) issus du massif forestier, zézaie de Yakouren (Tizi Ouzou). 32 éprouvettes ont été découpées en barrette de 2mm d'épaisseur dans la direction longitudinale tangentielle, puis exposées à une source de rayonnement X. Une fois développées, les images obtenues seront traitées à l'aide de logiciels spécifiques d'analyse ; CRAD, CERD, CESD. Après analyse on obtient la distribution de la densité des échantillons de bois analysés, ainsi la répartition densitométrique du bois initial et final dans chaque cerne de croissance.

Mot clés : microdensitométrie, tomographie, densité, bois.

I-Introduction :

La tomographie par absorption de rayons X est une technique non destructive, Née dans les années 1966, qui permet la reconstruction d'images « en coupe » d'un objet⁽¹⁾ (Christian THIERY, Jean Louis GERSTENMAYER, Commissariat à l'énergie atomique, P 950 technique de l'ingénieur).

Dans les travaux de Polge (1966)⁽²⁾, ou il met en évidence la nécessité d'un prélèvement radial des éprouvettes et perpendiculaire au bois, afin d'éviter des erreurs d'estimation aussi bien en ce qui concerne la largeur des cernes que la texture, ainsi que la teneur en eau doit être métriser c'est-à-dire sécher les éprouvettes pour que les molécules d'eau ne se surajoutent à ceux de la matière ligneuse et d'autres paramètres cités dans ses travaux telle que la distance de rayonnement à l'éprouvette exposée.

La radiographie d'une éprouvette d'épaisseur uniforme permet de visualiser les variations locales de densité⁽³⁾ (Mothe et al 1998). La microdensitométrie ou analyse d'image est appliquée au matériau bois depuis les travaux de Cameron⁽⁴⁾ (Cameron et al 1959) et Polge⁽⁵⁾. Depuis plusieurs travaux ont été effectués sur la caractérisation densitométrique des bois, et plusieurs techniques d'analyses ont été publiées récemment à savoir les travaux de Moth et al (1998) sur les étapes d'analyse des radiographies, et la détermination des limites du bois initial et final dans le cas du bois de chêne, en résumé cette méthode nous renseigne sur la distribution de la densité en chaque cerne de l'arbre, ainsi que la densité du bois final et initial dans les éprouvettes de bois analysées.

Vu le manque de travaux de caractérisation par la technique microdensitométrique des bois de chêne Algérien, ce travail donne des résultats d'analyse par microdensitométrie des bois de chêne Zeen (*Quercus canariensis*) et Afarès (*quercus Afarès*) qui seront présentés dans la suite de l'article.

II-Matériels et méthodes :

L'échantillonnage s'est effectué dans le massif forestier d'IAKOURANE (Tizi Ouzou, Algérie). Constitué de 54 cernes provenant d'arbres de chêne Zeen (*Quercus canariensis*), et de 154 cernes de chêne Afarès (*quercus Afarès*). Dans chaque arbre, un barreau radial a été prélevé.

Une barrette de 2 mm d'épaisseur longitudinale, découpée à l'aide de scies fraises jumelées (Perrin, 1983) a été radiographiée pour permettre l'analyse microdensitométrique. Les éprouvettes ont été séchées jusqu'à stabilisation de la masse, pour éviter l'effet de l'humidité sur le rayonnement.

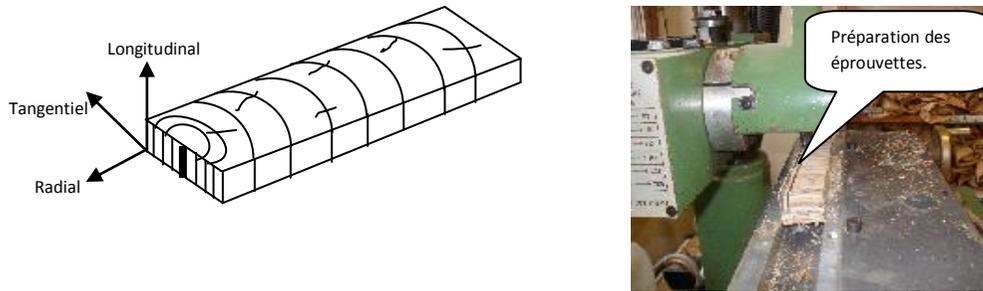


Figure 1 : Découpe d'une barrette de 2 mm dans un barreau radial à l'aide de scies fraises jumelées

II-1- Analyse des éprouvettes au tomographe X :

Après découpe des échantillons en barrette de 2mm d'épaisseur dans la direction longitudinale tangentielle, les barrettes sont placées sur un film radio, puis exposées à une source de rayonnement X. Les rayons X sont émis par un générateur XRG 3000 INEL. La distance source/barrettes est de 2.50m, ceci pour limiter au maximum l'hétérogénéité du rayonnement. Les caractéristiques de ce rayonnement sont de 7.5 kv et de 12 mA.



Figure 2: Collage des éprouvettes.

Une cale étalon usinée dans un matériau polymère de composition atomique proche du bois (kémétal ou acétate de cellulose) est radiographiée en même temps que les éprouvettes. Cette cale a été fraisée de façon à comprendre 3 niveaux d'épaisseur constante et une rampe d'épaisseur linéairement croissante. Pour chaque radio, les niveaux de gris moyens mesurés sur les zones d'épaisseur constante et en 20 points de la rampe, sont utilisés pour estimer par régression polynomiale, une fonction reliant le produit épaisseur et masse volumique du matériau irradié au niveau de gris mesuré en chaque pixel. La carte de densité de chaque éprouvette peut alors être obtenue en divisant les valeurs prédites par l'épaisseur moyenne de l'éprouvette mesurée au pied à coulisse.



Figure 3: Emplacement de la tablette à échantillons.

II-2- Acquisition, modes opératoires :

Une fois développé, les images obtenues seront traitées à l'aide de logiciels spécifiques CRAD (Calibrage-Radiographie-Densité), CERD (CERne Densité), CESD (CERne Synthétique en Densité), développés à l'ERQB (LERFOB) par [Frédéric Mothe](#). Une fois ce traitement appliqué à l'image, nous disposons de la carte de densité pixel par pixel de l'échantillon. Il serait bien sûr déraisonnable d'exploiter cette information brute, c'est pourquoi nous avons décidé d'effectuer des moyennes par zone et ainsi créé à l'aide du logiciel CERD un cerne synthétique. Les images sont traitées comme suit, traitement avec CRAD, puis avec CERD et CESD.

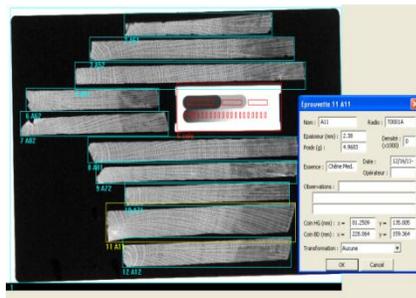
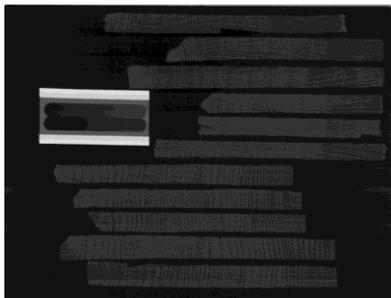


Figure 4: Image obtenue après analyse au tomographe. Figure 5 : Traitement des images sous CRAD.

Après détection, chaque éprouvette est délimitée par un cadre vert portant un n° d'objet, de même que la cale 3 paliers. Dans le cas d'éprouvettes proches l'une de l'autre, la détection détermine un seul cadre pour les deux éprouvettes. Il faut donc supprimer ce cadre puis délimiter deux nouveaux cadres pour chacune de ces éprouvettes.

Remplir le cartouche, apporter une attention toute particulière à l'encodage de l'épaisseur ainsi que le poids, ils conditionnent en effet les mesures ultérieures. A noter que la densité de contrôle n'est pas connue à ce stade de la manip. Par la suite, le travail sous CRAD est terminé

La surface de l'éprouvette est alors calculée, connaissant son épaisseur précédemment indiquée dans CRAD, CERD peut calculer la densité gravimétrique, plus communément appelée « densité de contrôle », cette densité de contrôle sera utilisée par CESD pour une éventuelle correction des valeurs de densité obtenues à partir des niveaux de gris.

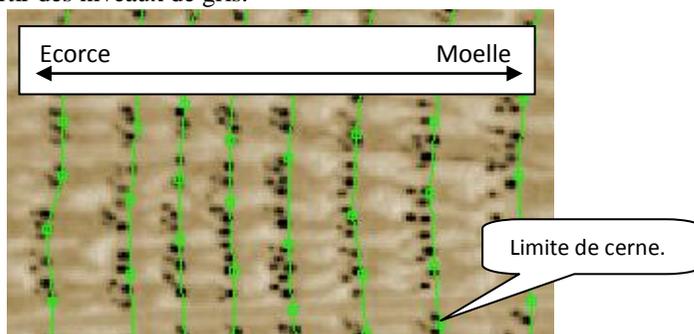


Figure 6 : Délimitation des cernes avec le logiciel « CRED ».

II-3- Traitement avec le logiciel CESD, CERne Synthétique en Densité :

Logiciel de statistiques utilisable sous MS-DOS. Calcule les moyennes par cerne des données issues de CERD « CRD » sur les 10 zones de mesures. Crée un fichier « CSD » dont chaque ligne représente un cerne. Il donne également la densité corrigée par la densité gravimétrique.

Cet outil nous permet d'avoir les valeurs sous forme Excel, (Densité moyenne, densité minimale, densité minimal à 5%, densité du bois initial, densité maximale, densité maximale à 5%, densité du bois final, largeur de cerne).

III-Résultats :

Les courbes suivantes représentent la distribution de la densité moyenne des bois de chêne Zeen (*Quercus canariensis*), et Afarès (*quercus Afarès*), densité du bois initial et final en fonction de la largeur des cernes.

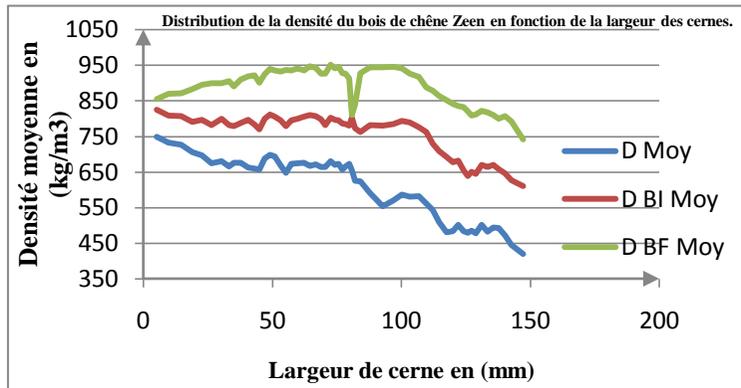


Figure 7 : Distribution de la densité du bois de chêne Zeen (*Quercus canariensis*) en fonction de la largeur des cernes.

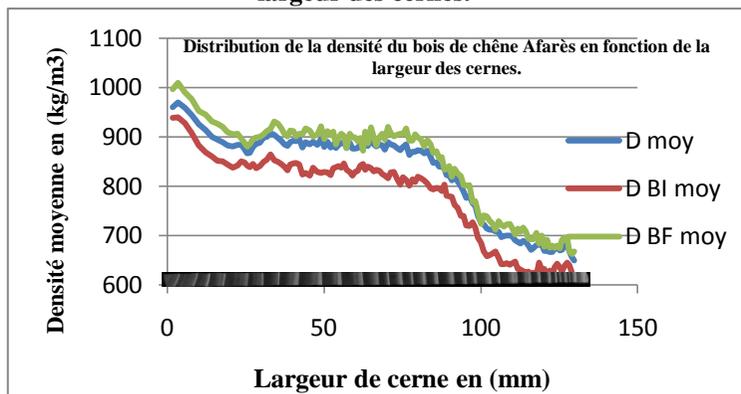


Figure 8 : Distribution de la densité du bois de chêne Afarès (*Quercus Afares*) en fonction de la largeur des cernes.

Les résultats densitométriques sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Résumé des résultats densitométriques.

	D_{Moy} (Kg/m ³)	D_{minMoy} (Kg/m ³)	$D_{max Moy}$ (Kg/m ³)	$D_{BI moy}$ (Kg/m ³)	$D_{BF Moy}$ (Kg/m ³)	L_{GCMoy} (mm)
Bois de chêne Zeen (<i>Quercus canariensis</i>)						
Moyenne	862.73	610.04	985.24	756.03	889.18	2.52
Ecart type	54.26	88.73	57.35	60.88	53.10	1.00
Bois de chêne Afarès (<i>Quercus afares</i>)						
Moyenne	820.82	679.50	923.69	772.46	839.23	1.014
Ecart type	90.94	92.92	105.59	90.91	94.24	0.30

Où :

D_{Moy} : densité moyenne des cernes, D_{minMoy} : densité minimale moyenne des cernes, $D_{max Moy}$: densité maximale des cernes, $D_{BI moy}$: densité du bois initial moyenne des cernes, $D_{BF moy}$: densité de bois final moyenne des cernes, L_{GCMoy} : largeur moyenne des cernes.

III-1- Discussion des résultats :

Les essais densitométrique sur les bois de chêne Zeen (*quercus canariensis*) et chêne Afrès (*quercus Afrès*), nous on permis le détermination de l'âge de l'arbre de chêne Zeen (*quercus canariensis*), qu'est de 57 ans, et du chêne Afares (*quercus afares*) 128 ans, par la méthode de localisation des cerne sur les images récupérer après analyse au tomographe x.

Les densités moyennes du bois de chêne zeen (*quercus canariensis*) et du chêne Afrès (*quercus afares*) sont comprises entre 649,26 et 970,31 Kg/m³, ce qui permet de classer les bois de chêne Zeen et Afrès (*quercus afares*) par les bois comme des bois mis lourds à lourds.

L'analyse par tomographe x, nous donne un profil de distribution de la densité des bois chêne Zeen et Afrès de la moelle du bois jusqu'à l'écorce de l'arbre.

Conclusion :

Les analyses densitométrique effectuer sur les échantillons de bois de chêne Zeen (*quercus canariensis*) et chêne Afrès (*quercus afares*) par la méthode de traitement utilisée à LERMAB (Laboratoire d'Etudes et de Recherche sur le Matériau Bois) par l'utilisation Cerd (MOTHE et all, 1998), nous a permis d'avoir une caractérisation supplémentaire sur les bois de chêne Algérien de la région d'AKEFADOU, entre autre le profil moyen densitométrique du bois initial et final, ainsi que les largeurs de cernes.

Les résultats de densité obtenu sur les bois de chêne Zeen (*quercus canariensis*) et Afrès (*quercus afares*), s'avère élevé, ce qui permet d'avoir une information sur la qualité du bois de chêne analysé, ce qu'est confirmer dans la littérature par KELLER (1995), qu'indique que la densité constitue un bon indicateur des propriétés du bois pour sa rétractibilité, ses propriétés mécaniques et son comportement à l'usinage : plus la densité est élevée, plus les propriétés mécaniques du bois de chêne sont fortes (POLGE et KELLER, 1973 ; COURTOISIER, 1976).

Références bibliographiques :

- [1] Polge. H, 1966 : (Établissement des courbes de variation de la densité du bois par exploration densitométrique de radiographies d'échantillons prélevés à la tarière sur des arbres vivants - Applications dans les domaines technologique et physiologique). Thèse de Doctorat ès-Sciences Appliquées, Université de Nancy I , Station de Recherches sur la Qualité des Bois, INRA-CRF, Nancy – Champenoux.
- [1] Mothe F., Duchanois G., Zannier B., Leban J.M., 1998. Analyse microdensitométrique appliquée au bois : une méthode de traitement des données aboutissant à la description synthétique et homogène des profils de cernes (programme CERD). Ann. Sci. For. 53 (3): 301-313.
- [2] Mothe.F, Sciamia.D, Leban.J.M, Nepveu G., 1998. Localisation de la transition bois initial - bois final dans un cerne de chêne par analyse microdensitométrique. Ann. Sci. For. 55: 437-449.
- [3] Leban.J.M, Pizzi.A, Wieland.S, Zanetti.M, Properzi.M, Pichelin.F. 2004. X-Ray Microdensitometry Analysis of Vibration-welded Wood. J.Adhesion Sci. Technol. Volume 18(6): 673-685.
- [4] G. NEPVEU, TRAN NGOC, 1984. Relations entre les composantes densitométriques et l'état de surface de planches rabotées chez *Pseudotsuga menziesii*, Ann. Sci. For 41(2) 171-194.
- [5] Charline Freyburger, Fleur Longuetaud, Frédéric Mothe, Thiéry Constant, Jean-Michel Leban, 2009, Measuring wood density by means of X-ray computer tomography, Ann. For. Sci. 66 (2009) 804.
- [6] M Messaoudène L Tessier, 1997, Relations cerne-climat dans des peuplements de *Quercus afares* Willd et *Quercus canariensis* Pomel en Algérie. Ann. For. Sci.54 347. 358.

Revêtement du béton des réseaux d'assainissement par un géo-polymère : Diagnostic et durabilité.

Oualit. M*¹, Brossault. J-Y², Abadlia. M^{ed} T¹, Jauberthie. R²

¹ Unité de Recherche Matériaux, Procédés et Environnement (URMPE), 35000 Boumerdès. Algérie.

² Laboratoire de Génie Civil, Génie Mécanique (Matériaux) - INSA de Rennes, France.

oualitmehenna@hotmail.com

Résumé : L'objectif de ce travail consiste à effectuer une étude sur le mode de dégradation du béton des conduites des réseaux d'égouts et proposer des méthodes d'investigations pour pouvoir analyser l'intensité et la profondeur des pathologies dans de tels environnements en prélevant des éprouvettes dans différentes parties (radier, le medium et le toit) du tuyau.

En effet, à l'aide de moyens d'analyse, nous avons pu mettre en évidence l'anisotropie de l'altération interne et externe ainsi que les modifications chimiques et minéralogiques ont été détectées.

En guise de protection, des éprouvettes carottées du béton employé pour la réalisation de ces canalisations sont renforcées par un **géopolymère** et l'évolution de l'altération dans différents milieux agressifs est suivie.

Enfin, identifier les causes de la dégradation des réseaux d'égouts et distinguer l'effet de revêtement en géopolymère et son influence sur les propriétés physicomécaniques ainsi que sur la durabilité du béton, des recommandations seront proposées en adéquation avec l'environnement et une approche d'évaluation de la durabilité est prononcée.

Mots Clés : Géo-polymère, Réseau d'assainissement, Attaques Biochimiques, Revêtement.

1. INTRODUCTION

Le maintien des ouvrages du génie civil est nécessaire au bon fonctionnement de la société moderne puisqu'ils sont des points de liaison indispensables à la connexion des réseaux. De plus, certains d'entre eux, de par leurs valeurs architecturales, constituent une richesse historique et culturelle.

Le béton est le matériau de construction le plus largement utilisé pour les structures d'égout. Toutefois, l'environnement dans certaines structures d'égout peut devenir très acide due à la formation de l'acide sulfurique H_2SO_4 converti à partir du sulfure d'hydrogène H_2S par l'action des bactéries. Des détériorations significatives du béton dans de pareils environnements ont été rapportées à travers le monde, à titre d'exemple, au Japon [6] (T. Mori et al 1992), pays arabes du Golfe [9] (H. Saricimen et M. Maslehuddin 1987), Allemagne [8] (W. Sand et E. Bock 1984), l'Afrique du Sud [2] (J.L. Barnard 1967).

Des coûts très élevés sont impliqués dans la réparation de la détérioration des structures d'égout. Aux Etats-Unis, l'attaque à l'acide sulfurique est responsable de milliards de dollars de dommages aux conduites en béton des eaux usées et les systèmes de traitement [4] (M.S. McGovern 1999).

Dans l'état d'Australie du Sud à lui seul, un budget prévisionnel pour l'entretien des infrastructures des eaux usées existante est de 48 millions de dollars par an [10] (W.F. Stewart 1999).

A Los Angeles, environ 10% des canalisations d'égouts sont soumises à une importante corrosion, et les coûts pour la réhabilitation de ces conduites sont à peu près estimé à 400 million € [11] (Sydney et al. 1996). La restauration de l'ensemble des systèmes d'égouts endommagés en Allemagne est estimée à environ 100 millions de dollars par an [3] (Kaempfer et Berndt, 1998).

C'est dans ce contexte et en collaboration avec la ville de Rennes et dans le cadre du management intégré des réseaux d'assainissement, des outils de gestion patrimoniale des réseaux, de suivi de leur fonctionnement et d'aide à la décision en matière d'entretien, de réhabilitation ou de renouvellement sont développés. Ces outils permettront à terme d'évaluer les performances de réseaux par types et, par exemple, de juger l'aptitude à l'emploi des produits en fonction des matériaux constitutifs des canalisations.

L'objectif de cette étude qui a été réalisée au laboratoire de génie civil, génie mécanique (matériaux) de l'INSA de Rennes est uniquement consacré à l'échelle de matériau constitutif (béton) et nous ciblons les pathologies d'ordre chimique et abrasive dans le but d'identifier l'état actuel et les facteurs responsables de la dégradation et de mettre en évidence les désordres du réseau d'assainissement à base

cimentaire du tronçon la rue 'BINQUENAI' afin de juger l'intensité de l'endommagement de la face interne et externe de ladite conduite. En guise de protection, des éprouvettes de béton carottées sont renforcées par un **géo-polymère** et l'évolution de l'altération est suivie. Enfin, formuler des recommandations vis-à-vis des futures inspections et analyser les modèles d'évaluation de la durabilité et la rénovation de ce tronçon.

2. MATERIAUX ET METHODES

Pour cette étude, on a adopté le même Protocole expérimental que celui de la référence [5] (Meling et al 2009).

Le carottage des échantillons a été réalisé suivant les trois directions, longitudinale (L), transversale (T) et radiale (R), comme le montre la figure 2 et dans les trois zones : Radier, ~~medium~~ ^{Toit} et le toit comme illustré dans la figure 1.

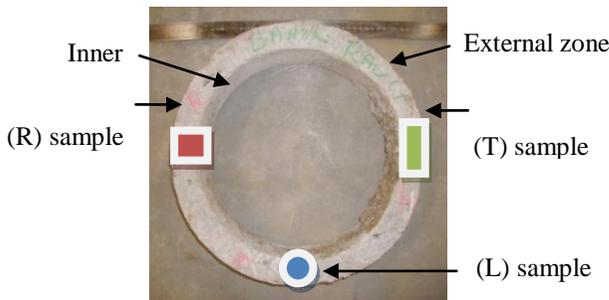


Figure 2. Les trois directions de découpage.

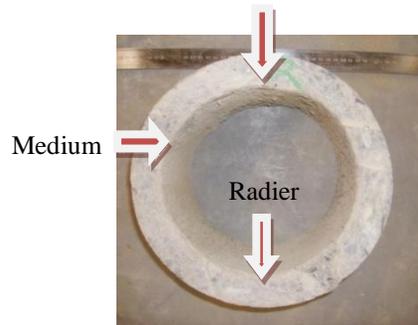


Figure 1. Les trois zones de carottage.

Ce choix nous permet de mettre en évidence la dégradation causée par le milieu extérieur (sol), la dégradation due au fluide (effluents) et l'altération de la composition du béton lié aux granulats ainsi que la passivation des armatures ainsi que la profondeur des pathologies.

Les éprouvettes obtenues possèdent un diamètre $D = 28 \text{ mm}$ et une longueur $L = 42 \text{ mm}$ ($L.D^{-1} = 1,5$), exception faite pour les éprouvettes découpées en position radiales (limité par l'épaisseur de la conduite). Les éprouvettes sont ensuite conservées dans une salle sèche avec une température de 25°C et 50% d'humidité relative jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX

3.1. Masse volumique apparente

Le tableau 1 présente les résultats des valeurs moyennes de la masse volumique apparentes des éprouvettes carottées dans les trois zones de la conduite (radier, medium et toit) et suivant la direction radiale (R), longitudinale (L) et transversale (T).

Tableau 1. Valeurs moyennes de la masse volumique apparente en (Kg/m^3).

Conduite	Zone	Echantillon (R)	Echantillon (L)	Echantillon (T)
Rue BINQUENAI	Radier	2170	2185	2172
	Mi-hauteur	2095	2096	2193
	Toit	2056	2124	2186

On remarque d'après ces résultats que les éprouvettes carottées dans la direction radiale de la conduites (face interne et externe incluses) notamment en medium et en toit présentent les plus faibles valeurs de masse volumique à cause de l'endommagement chimique et l'abrasion causé sur les deux faces exception faite aux échantillons du radier ce qui signifie que ce dernier n'a pas subit d'altération.

On note également que l'échantillon longitudinal du medium possède une valeur faible ce qui nous laisse supposer que l'altération a pris de l'ampleur en profondeur en cette zone (marnage).

D'une façon globale, ces masses volumiques sont faibles par rapport même aux bétons ordinaires ce qui signifie que le béton est poreux et non compact.

3.2. Caractérisation mécanique

3.2.1. Traction indirecte (essai brésilien)

L'essai consiste à appliquer une charge de compression centrée selon deux génératrices de l'éprouvette. Les contraintes induites provoquent la rupture suivant un plan diamétral de l'éprouvette. Le tableau 2 donne les valeurs trouvées pour chaque zone ainsi que la direction correspondante dont laquelle est prélevé l'échantillon. Les essais de traction indirecte ont été réalisés selon la norme NF P 94-422 à l'aide d'une presse INSTRON 4507.

Tableau 2. Valeurs des essais en traction indirecte (essai brésilien).

Zone	Direction	Contrainte (MPa)	Valeurs Moy (MPa)
Radier	Echantillon (R)	3,58	2,91
	Echantillon (L)	2,06	
	Echantillon (T)	3,10	
Medium	Echantillon (R)	2,68	3,12
	Echantillon (L)	2,25	
	Echantillon (T)	4,44	
Toit	Echantillon (R)	2,78	2,5
	Echantillon (L)	2,12	
	Echantillon (T)	2,62	

On remarque que la résistance à la traction indirecte présente des valeurs trop faible. Ici l'effet des extrémités est exclu ce qui nous laisse supposer que la contrainte limite moyenne obtenue représente juste le cœur de la conduite. Ces résultats ne montrent pas une anisotropie par rapport à la direction ou la zone de prélèvement vue les valeurs trop faibles.

3.3. Mise en évidence de la zone à pH réduit

Après avoir subi la traction par fendage, et pour illustrer l'ampleur et l'anisotropie de l'endommagement, on a appliqué de la phénolphtaléine sur les demi-morceaux des échantillons radiaux des trois zones (radier, medium et toit). Les résultats sont présentés dans la figure 3 et le tableau 4.

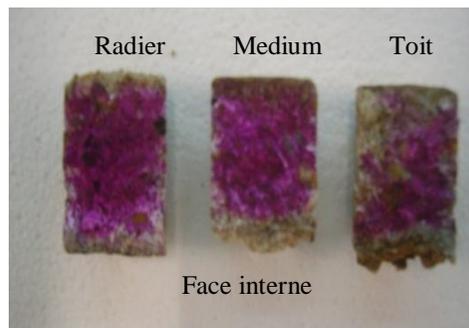


Figure 3. Evolution du pH des échantillons radiaux dans les zones: Radier, medium et le Toit.

D'après la photographie, on remarque une différence remarquable et notable de la diminution de niveau de pH entre la partie interne et externe ainsi que depuis le radier vers le toit de la conduite. Les résultats montrent une altération superficielle (perte de matière) et endommagement intense en face interne maximum en zone de marnage de la conduite (D/2). Ainsi, ces résultats montrent logiquement que le couplage des deux effets, chimique et érosif, s'organise différemment sur le pourtour de la conduite, la contribution de ces deux effets atteints son paroxysme en mi-hauteur à cause des cycles éersion/immersion.

La dégradation interne peut être attribuée à la production du sulfure d'hydrogène H₂S, [7] (Parker, 1945a). Au niveau du toit, l'attaque est souvent sous forme gazeuse et le remplissage total (section pleine) de la conduite peut expliquer l'érosion de la pâte cimentaire (apparition des granulats).

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) libéré se combine en présence d'humidité sur les surfaces non-immersées de la conduite, est biologiquement oxydé en acide sulfurique H₂SO₄.

Progressivement les espèces résistantes à l'acide, des bactéries aérobies vont successivement coloniser les surfaces supplémentaires dont l'acide sulfurique est produit et le pH diminue. Par conséquent, les nouveaux bétons ont un pH de surface alcalin d'environ 6, et le béton ce qui va engendrer la corrosion (pH de 1 à 3) ce qui confirme les résultats de la phénolphthaléine (Figure 3).

En revanche, le pH réduit de coté extérieur est attribué à la carbonatation notamment dans le haut de la conduite ainsi qu'à l'agressivité éventuelle des sols [1] (Aziz et Al).

4. REVETEMENT PAR UN GEO-POLYMERE

4.1. Synthèse du géo-polymère

Les échantillons du géo-polymère (GP) ont été synthétisés par l'ajout d'un metakaolin à une solution alcaline d'activateurs. Cette solution alcaline a été préparée par la dissolution de l'hydroxyde de potassium pellets dans une solution de metasilicate de potassium pour obtenir un rapport molaire d'oxyde K₂O/SiO₂ égal à 0,68.

Les éprouvettes ont été renforcées par une épaisseur (enrobage) de géopolymère estimée à 3 mm.

4.2. Tenue à l'acide sulfurique (H₂SO₄)

Les éprouvettes renforcées ont été testées sous une solution d'acide sulfurique à 3% (H₂SO₄) ainsi que dans des eaux usées (in situ) pendant trois mois, les variations de la masse sont enregistrées dans le tableau 3.

Tableau 3. Tenue des éprouvettes à l'acide sulfurique (H₂SO₄)

	Masse initiale (g)	Masse en gramme (g) après trois (3) mois dans l'acide sulfurique à 3%	Masse in situ, eau usée après trois mois (g).
Eprouvettes Non renforcées	56,59	52,12	53,34
	53,61	47,3	48,2
	58,50	52,78	53, 56
Eprouvettes renforcées	70,02	70,01	70,02
	72,56	71,98	72,49
	69,6	69,45	69,5

On remarque que les échantillons non renforcés subissent une altération importante (perte de mass) que ce soit vis-à-vis de l'acide sulfurique ou bien in situ, ceci est due à l'attaque acide qui a réagit avec les aluminates de calcium du ciment ce qui a provoqué la dégradation des échantillons.

En revanche, les éprouvettes revêtues par le géo-polymère ont bien résisté à l'attaque des acides grâce à son imperméabilité élevée et sa grande compacité ce qui a empêché les agents agressifs de pénétrer dedans.

5. CONCLUSION

Cette étude permet de mettre en évidence l'état de la dégradation interne et externe ainsi que l'anisotropie de la détérioration de la conduite en béton du tronçon de la rue « **BINQUENAIS** » de la ville de Rennes.

D'après les résultats obtenus, nous pouvons tirer les conclusions et les recommandations suivantes :

➤ Le béton employé dans ce tronçon a des caractéristiques physiques et mécaniques très médiocres, ce qui a facilité la pénétration des agents agressifs à l'intérieur de matériaux ce qui a compromis la durée de vie de ce réseau, cela est due éventuellement à la mauvaise formulation du béton avec un rapport E/C élevé.

- Une forte altération ainsi qu'un endommagement important sur la face interne de la conduite qui s'intensifie en zone de marnage (mi-hauteur).
- Le radier et la zone la moins touchée par la dégradation sur l'ensemble de la conduite que ce soit de l'intérieur ou de l'extérieur ce qui met en évidence l'anisotropie des dégradations dans ce type d'ouvrage.
- Le revêtement par le géopolymère a permis d'améliorer les caractéristiques de la conduite notamment sa résistance chimique vis-à-vis de l'acide sulfurique et augmente considérablement sa compacité et par conséquent sa durabilité.
- Comme recommandation, vu l'état de la conduite et l'intensité de la détérioration ainsi que la qualité actuelle du béton, on suggère une réhabilitation ou bien un renforcement immédiat qui rentre dans un cadre préventif.
- Ces outils permettront à terme d'évaluer les performances de réseaux par types et, par exemple, de juger l'aptitude à l'emploi des produits en fonction des matériaux constitutifs des canalisations.

REFERENCES

- [1] Aziz MA., Koe LCC 1990., « Durability of concrete sewers in aggressive sub-soils and groundwater conditions, Geotechnical aspects of restoration works », ed. Balasubraman et al, Rotterdam, p. 299 - 310.
- [2] Barnard JL 1967. Corrosion of sewers, Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) Research Report 250, South Africa.
- [3] Kaempfer W., Berndt M., 1998. Polymer modified mortar with high resistance to acid to corrosion by biogenic sulfuric acid. In: Pro- ceedings of the IXth ICPIG Congress, Bologna, Italy, pp. 681–687.
- [4] M^c Govern MS., 1999. Can coatings protect wastewater treatment systems, Aberdeen's Concrete Construction 44 (4) 53– 57.
- [5] Melinge Y., Jauberthie R., Daiguebonne C., Guillou O., Lahogue R., Gueguen B., 2009, étude de l'altération du réseau d'assainissement de la ville de Rennes, 27eme rencontres annuelles de l'AUGC, réf. AUGC_02-53, St Malo 3-5 juin.
- [6] Mori T, Nonaka T., Tazaki M., Koga Y., Hikosaka S 1992. Interactions of nutrients, moisture and pH on microbial corrosion of concrete sewer pipes, Water Research 26 (1) 29– 37.
- NF P 94-422 : Détermination de la résistance à la traction indirecte- essai brésilien- janvier 2001.
- [7] Parker CD 1947. Species of sulphur bacteria associated with the corrosion of concrete. Nature; 159 (4039) :439–40.
- [8] Sand W., Bock E 1984. Concrete corrosion in the Hamburg sewer system, Environmental Technology Letters 5 517 – 528.
- [9] Saricimen H., Maslehuddin M 1987., Case study of deterioration of concrete in sewerage environment in an Arabian Gulf Country, Durability of Building Materials 5 145– 154.
- [10] Stewart WF 1999. Disaggregation of environmental factors affecting sewer pipe failures, Journal of infrastructure Systems 5 (4) 150– 158.
- [11] Sydney R., Esfandi E., Surapaneni S., 1996. Control concrete sewer corrosion via the crown spray process. Water Environ. Res. 68 (3), 338–347.

Caractérisation et valorisation des sous-produits siliceux du kaolin de Tamazert.

Brahmi D. ¹, Belkacemi H. ¹, Merabet D. ¹

¹Laboratoire de Technologie des Matériaux et Génie des Procédés. Département de Génie des Procédés, Faculté de la Technologie, Université A. Mira-Béjaia. Algérie

Dadraa12@yahoo.fr

Résumé : le présent travail vise à atteindre la valorisation des sous produits siliceux de kaolin de Tamazert pour la préparation de silicates de sodium qui sont couramment utilisés en tant que précurseur pour préparer un gel de silice. Un échantillon de sous produits siliceux a été mélangé avec le carbonate de sodium, chauffé à une température élevée (1000°C) pour préparer le silicate de sodium. Les silicates de sodium ont été dissous dans de l'eau distillée pour obtenir une solution de silicate de sodium de haute qualité. Acide hydrochlorique a été lentement ajouté aux silicates de sodium hydratés pour obtenir un gel de silice. La caractérisation de sous produits (GOO), ainsi que le gel de silice a été faite par plusieurs techniques : l'infrarouge FTIR, la diffraction X de poudre (DRX), la fluorescence X (XRF), la microscopie électronique à balayage (MEB) couplé à l'EDX, le BET et l'ATG/ATD. Le gel synthétisé caractérisé par une grande microporosité, une surface spécifique élevée et une structure amorphe. la XRF montre que le sous produits contient une quantité très élevée de la silice.

Mots clés : valorisation, sous-produits, kaolin, sol-gel

Etude comparative entre les différents enduits de chaux utilisés dans les monuments historiques (Cas de la citadelle d'Alger)

Belaidi M. ¹, Hamiane M. ¹, Zeroual R. ¹, Guebboub L. S. ², Zekagh W. ³, Benacer B. ⁴

¹ Département de Génie des Matériaux Université M'Hamed Bougara Boumerdes, Algérie

² Institut d'archéologie, Université d'Alger 2, Algérie

³ Office Nationale de protection et d'exploitation des biens culturel (OGBEC), Alger, Algérie

⁴ Entreprise de restauration de bâtiments ancien, Artisan, Ghardaia, Algérie

mouradbd@yahoo.fr

Résumé : Les enduits de chaux sont parmi les matériaux de construction les plus utilisés dans les monuments historiques. Ils renforcent les structures de l'édifice, les protègent contre les altérations et l'humidité et donnent de l'esthétique aux bâtiments.

L'essor technique et technologie a permis l'amélioration des caractéristiques et performances des matériaux utilisés dans la restauration des monuments. C'est dans cet objectif et perspective que s'inscrit notre travail de recherche et qui consiste à comparer l'évolution des caractéristiques physiques et mécaniques des enduits de chaux de la citadelle d'Alger, des enduits élaborés par la méthode traditionnelle in-situ et autres enduits formulés au niveau des laboratoires (CETIM, LMMC et DGM de Boumerdes). Les résultats ont montré que l'enduit élaboré au niveau de laboratoire a des caractéristiques performantes et qui est compatible avec l'ancien bâti, ce qui lui confère une utilisation dans la restauration.

Mots clés : enduits de chaux, citadelle d'Alger, caractéristiques, élaboration, Restauration.

Résistance de mortiers a base des sédiments portuaires aux attaques acides

Marouf H.¹, Semcha A.¹, Kazi Aoual – Benslafa F.¹

¹Département de Génie Civil, ENSET ORAN.

hafidamaarouf@yahoo.fr

Résumé : Les opérations de curage des estuaires envasés, fluviaux et marins, génèrent des quantités considérables de matières solides. Mis en dépôt ou relargués dans la nature, ils sont à l'origine de grands déséquilibres dans les écosystèmes réceptifs de ces « déchets ». Le devenir de ces sédiments, en particuliers les fractions solides intéresse de nombreux chercheurs.

Au port d'Oran, pour maintenir les fonds nécessaires à la navigation et l'accostage des cargos, des opérations de dragage sont régulièrement programmées. Malheureusement les résidus obtenus sont simplement relâchés à quelques milles des côtes.

Notre étude s'inscrit dans une approche qui consiste à faire subir aux sédiments dragués un traitement chimique dans le but de piéger des métaux lourds et un traitement thermique qui tend à détruire la matière organique. Nous déterminerons ensuite le pourcentage efficace de sédiments traités à substituer au ciment dans la confection de mortiers.

Nous avons confectionné des mortiers avec différents pourcentages de sédiments traités (5%, 10%, 15% et 20%). Les résistances mécaniques et celles aux attaques chimiques ont été déterminées et comparées à celles d'un mortier témoin. Les résultats montrent que l'ajout de 5% et 10% de sédiments traités dans les mortiers a permis d'approcher la résistance mécanique du mortier témoin et d'améliorer leurs résistances aux attaques chimiques.

Mots clés: Sédiments de dragage – Ajout – Mortier – Résistance mécanique – Attaque acides

Préparation et évaluation des propriétés de libération in vitro d'un principe actif à partir d'une matrice PLA de faible poids moléculaire

L'Hachemi Azouz¹, Farouk Rezgui², Touffik Baouz²

¹ Département de Chimie, Université A/Mira-Bejaïa, Algérie

² Département de génie des procédés, Université A/Mira-Bejaïa, Algérie

Azouz.Chimie@gmail.com

Résumé : Le poly (acide lactique) (PLA) est un polymère biodégradable, biocompatible et biorésorbable très utilisé dans le domaine pharmaceutique comme vecteur de médicaments. L'ibuprofène (IBF) a été utilisé comme principe actif modèle dans cette étude. L'objectif de cette étude est de préparer et de caractériser une matrice polymère à base de PLA contenant l'ibuprofène. L'IBF et le PLA ont été mélangés en utilisant deux méthodes de préparations à savoir méthode physique simple et la méthode par évaporation du solvant. L'état physique a été étudié ainsi que les interactions possibles entre le polymère et le principe actif en utilisant les techniques de caractérisation, la diffraction des rayons X (DRX) et la spectroscopie infrarouge à transformée de fourrier (IRTF), respectivement. Un test de dissolution a été aussi utilisé pour déterminer l'influence du polymère et la méthode de préparation sur la vitesse de dissolution de l'IBF.

Les particules d'IBF piégées dans la matrice PLA ont conservé leur état cristallin. Les résultats DRX et IRTF ont révélé qu'il existe des interactions au moyenne des liaisons par pont hydrogène entre l'IBF et le PLA. La vitesse de libération de l'ibuprofène varie en fonction de la concentration du polymère dans la formulation et de la méthode de préparation. Cette étude démontre l'intérêt des interactions entre polymère et principe actif pour obtenir des formes à libération prolongée dans le temps.

Mots clés : Polymère biocompatible ; libération de principe actif ; ibuprofène ; mélange physique ; mélange par évaporation du solvant

Preparation and Characterization of Poly (ethylene terephthalate)/Maghnite Clay Hybrid Materials by Melt Blending Using Stable Surfactant

Fayçal Benhacine*, Assia Siham Hadj Hamou

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Algérie
Laboratoire des Matériaux Polymères, Faculté de Chimie, Algérie
faycal.benha@gmail.com

Abstract: Poly (ethylene terephthalate) is one of the versatile engineering plastics which is used to manufacture films and bottles for packaging. The incorporation of clay into PET can result in outstanding property improvement in terms of decreasing oxygen permeability in food packaging, increasing flame resistance in textiles, and increasing the modulus in injection molded parts.

The present study focuses on the preparation and properties of PET-maghnite clay nanocomposites, using phosphonium surfactant modified clays, via the melt-mixing method. Montmorillonite clay is modified with 1.25 meq of tetraphenyl phosphonium surfactant. The X-ray diffraction (XRD) patterns and transmission electron microscopic (TEM) images reveal the formation of intercalated nanocomposites. The effect of the incorporation of organoclay on the stability and the thermal properties of PET are studied.

Keywords: Poly (ethylene terephthalate), montmorillonite, melt blending, X-Ray diffraction, DSC, Crystallization, nanocomposites.

Préparation et caractérisation des oxydes mixtes $\text{BaNi}_x\text{Al}_{12-x}\text{O}_{19-y}$ dans l'oxydation partielle du méthane.

Touahri N.B¹, Benadda A.¹, P.Ruiz P.², Barama A.¹

¹ Laboratoire de Matériaux Catalytiques et Catalyse en Chimie Organique, Faculté de chimie USTHB Algérie

² Unité de catalyse et de chimie des matériaux divisés CATA - Belgique

n_touahri@yahoo.fr

Résumé : Les hexa-aluminates modifiés au nickel et au rhodium notés $\text{M}_x\text{BaAl}_{12-x}\text{O}_y$ (M=Rh, Ni ; x=0.15), ont été préparés par la méthode citrate, calcinés à différentes températures $T_c = 1000, 1300$ et 1400°C et testés dans l'oxydation partielle du méthane par l'air dans le domaine de températures de réaction $T_r = 400-800^\circ\text{C}$ en utilisant un rapport $\text{CH}_4/\text{O}_2 = 2$. Les catalyseurs ont été caractérisés par DRX, BET, et TPR. Les catalyseurs testés dans l'oxydation partielle du méthane ont montré divers comportements. Pour les solides à base de rhodium, la conversion du CH_4 ainsi que la sélectivité en gaz de synthèse ne semblent pas dépendre de la température de calcination : en effet des conversions autour de 95% et des sélectivités en CO de 95% sont obtenues à 800°C . Dans le cas des solides à base de nickel, la conversion du méthane atteint un maximum de 72% pour le solide calciné à 1400°C avec une sélectivité en CO 93%. Les catalyseurs $\text{BaNi}_{0.15}\text{Al}_{11.85}\text{O}_y$ et $\text{BaRh}_{0.15}\text{Al}_{11.85}\text{O}_y$ montrent une stabilité remarquable de leur activité catalytique après 100 heures de réaction à 800°C .

Mots clés : gaz de synthèse, hexa aluminates, Ni, méthode citrate

Preparation and Mechanical properties of LDPE/PLA blends/Wood Flour Composites

Boubekeur B.^{1,2}, Belhaneche-Bensemra N.², Massardier V.³

¹*Faculté des hydrocarbures et de la chimie, Département de Génie des Procédés Pharmaceutiques Université M'Hamed Bougara, Boumerdès*

²*Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Environnement
Ecole Nationale Polytechnique Alger, Algérie*

³*Université de Lyon, CNRS, UMR 5223, Ingénierie des Matériaux Polymères, INSA Lyon, France
b875o@yahoo.fr*

Abstract: The interest for biodegradable polymers and natural fiber-reinforced polymers or the polymer blends has recently grown because of increasing environmental consciousness. Thus, the recent research and development efforts have led to new products based on natural resources. Natural fibers have many advantages compared to synthetic fibers, low density, recyclability, and biodegradability. Adding organic fillers to the polymer matrix to form composites improves its properties. Wood is a renewable material of low density and cost, recyclable and biodegradable. For this reason wood-reinforced composites are increasingly being used in various applications.

In this work, biocomposites based on low density polyethylene (LDPE), a current thermoplastic, and polylactic acid (PLA), a biodegradable thermoplastic, blends were prepared in presence of various amounts of wood flour (0 to 40 wt%). For that purpose, the following LDPE/PLA/wood flour composites were considered: 20/80/0, 20/80/5, 20/80/10, 20/80/20, 20/80/30, 20/80/40). The evolution of strength at break, elongation at break and young's modulus was followed as a function of the wood flour concentration.

The results showed that the young's modulus and the strength of the LDPE/PLA/wood flour composite increased with the addition the percentage of wood flour, the composite contain 10% wood flour present the higher value, but percentage elongation at break reduced in function of percentage wood flour added, we observe a reduction major in elongation after addition of 5% of Wood-flour.

Word clé: polyethylene, poly lactic acid, wood, mechanical propertie

Analysis study of the toughness characterization and J-Integral Computation in polymer pipes: Numerical Modelling

Ould chikh El Bahri¹, Meddah Hadj Miloud¹, Benhamena Ali¹, Khelafi Habib¹, Benaissa Ali¹

¹ LSTE Laboratory, Faculty of Science and Technology, University of Mascara, BP. 763, Route de Mamounia, Mascara, Algeria.
chikhb@yahoo.com

Abstract: Fracture mechanics concepts are used to characterize the toughness of poly-venylidene fluoride pipe materials (PVDF). In order to achieve this objective, the propagation of semi-elliptical cracks under internal pressure is analyzed using numerical modelling methods in order to study the degree of damage in the equipment under internal pressure during the crack propagation. Different locations of semi-elliptical cracks are considered in the pipe. The finite element method based on the computation of the J integral was used to analyze the fracture behaviour of these structures.

Keywords: Polymers; Fracture mechanics; Finite Element Method; semi-elliptical cracks

1. INTRODUCTION

Pressurized plastics pipes have been used successfully for several decades and, especially, pipe systems made of polymer are widely used in fuel gas and water supply as well as in sewage systems [1,2] (Lang and al., 1997; Janson, 1999). These structures (polymer pipes) offer several advantages in comparison to metallic pipes: they have good resistance to wear and corrosion, low density, low cost, easy of installation, production of complex shape. But the mechanical properties by polymers materials are very sensitive to some parameters such as strain rate and temperature. In addition, physical–chemical and mechanical changes can occur in service, especially, when they are subjected to cyclic loading (crack growth). Consequently, the compensation of this entire factor leads to the nucleation and risk of crack propagation in various positions with different shapes. The development of the new materials (PVDF pipe) has supported new technologies which it had not previously been able to employ in laying new pipes and sanitation systems [3] (Hessel and al., 2001). [4] (Frontini and al. 2011) propose a load Separation and Normalization methods in order to predict the non linear fracture mechanics for various polymers materials. [5] (Garcia et al. 1999) propose a modified normalization method based on experimentation of specimens in three bending points in arc shape (arc-shaped specimen) obtained from a polyethylene pipe in order to calibrate the resistance curve J–R. [6] (Frioui and al. 2010) demonstrated from an experimental analysis the temperature and the frequency of solicitation effect on the mechanical properties of PVDF. [7] (Besson 2009) present a micromechanical model in order to investigate the ductile failure of polymer based on Gurson–Tvergaard–Needleman (GTN) model. The mechanical behaviour of PVDF and the effect of various parameters such as: temperature, strain rate, loading mode have been studied by many authors [8-11] (Szu-Hui and al., 2010; Shailesh and al., 2009; Martinez and al., 2009; Cédric and al., 2009). These facts lead the authors to the focus of the current study on experimental analysis to investigate the mechanical behaviour of the PVDF polymer and numerical studies were carried out in order to analyze the effect of surface crack and to identify the crack growth on the PVDF pipe subjected to internal pressure.

2. THEORETICAL PRINCIPLE OF POLYMERS DEFORMATION

The modelling of polymers is based primarily on Voigt and Maxwell's rheological models. Such models may describe viscoelastic and viscoplastic behaviours identified in polymers. In semi-crystalline polymers, crystalline and amorphous phases have different behaviours. Models based on Eyring's equation [12] (Eyring, 1936) can response rubber elasticity of the amorphous phase as far as deformation of the crystalline phase [13] (G'Sell and al., 1981). Other models have chosen to consider solely on the modelling of crystalline texture [14,15] (Dahoum, 1992; G'Sell and al. 2002). The polymer is then considered as a cluster comprised of polycrystalline crystallites randomly assigned. The crystalline phase is assumed to have viscoplastic behaviour.

2.1 Basic formulation of constitutive equations

In this part, a continuum mechanics formulation is used [16,17] (Germain, 1973; Lemaitre and chaboche, 1990). Assumptions of elastic behaviour linearity of the material impose on the potential $\rho\psi$ to be a quadratic invariant tensor of the strain eq.(2.1). ψ is then a linear combination of the first invariant:

$$\begin{aligned} (\underline{\varepsilon}_I^e)^2 &= (\underline{\underline{\varepsilon}}^e)^2 ; \text{ and } \varepsilon_{II}^e = \frac{1}{2} (\underline{\underline{\varepsilon}}^e)^2 \\ \rho\psi &= \frac{1}{2} (\lambda (\underline{\varepsilon}_I^e)^2 + 4\mu \varepsilon_{II}^e) \end{aligned} \quad (2.1)$$

λ and μ are the Lamé coefficients. The property of the elastic strain introduces the shear elastic modulus G , the elastic modulus E and elastic modulus of hydrostatic compression K . The expression of potential free energy is: eq.(2. 2):

$$\begin{aligned} \rho\psi &= \frac{1}{2} \left(\frac{3K-2G}{3} (\underline{\varepsilon}_I^e)^2 + 4G\varepsilon_{II}^e \right) \\ \rho\psi &= \frac{1}{2} \left(K (\underline{\underline{\varepsilon}}^e)^2 + 4G\underline{\underline{\varepsilon}}^e \right) \end{aligned} \quad (2.2)$$

Where $\underline{\underline{\varepsilon}}^e$ represents the deviatory elastic strain. While making intervened the young's modulus E and the Poisson's ratio ν , the thermodynamic potential takes the expression given in eq. (2.3).

$$\rho\psi = \frac{1}{2} \left(\frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)} (\underline{\varepsilon}_I^e)^2 + 2 \frac{E}{(1+\nu)} \varepsilon_{II}^e \right) \quad (2.3)$$

The elastic law is given by:

$$\underline{\underline{\sigma}}^e = \rho \frac{\partial \psi}{\partial \underline{\underline{\varepsilon}}^e} = K (\underline{\underline{\varepsilon}}^e) \mathbb{1} + 2G \underline{\underline{\varepsilon}}^e \quad (2.4)$$

The constitutive law, during the plastic deformation, rises particularization of the potential free energy and the potential of dissipation, and thus that choice of the criterion of plasticity. The obtained results regarding to large deformations show that a phenomenon of the work is proclamation by a hardening. Indeed, hardening can utilize slips on the level of the chains, contrary to the elastic strain. These considerations depend on the elastic strain ψ^e and hardening energy ψ^r eq.(2.5).

$$\rho\psi = \rho\psi^e(\underline{\underline{\varepsilon}}^e) + \rho\psi^r(r) \quad (2.5)$$

3. EXPERIMENTAL ANALYSIS

In this section, the experimental investigation concerns the non linear behaviour of PVDF pipes and the potential effects of polymer behaviour. The material used in the study is a commercial polyvinylidene fluoride PVDF with following characteristics: $M_n=22\text{Kg/mol}$ and $M_w=166\text{Kg/mol}$. Where M_n and M_w are, respectively, the number and the average molecular weight. The crystal content is around 45%. The glass transition temperature is about -25°C and the melting temperature is almost 150°C . Since the glass transition temperature of the amorphous phase is lower than ambient temperature, it is in the rubbery state.

3.1. Behaviour law in tensile test

The PVDF has been initially investigated by tensile tests. Uniaxial tests were conducted to determine the material constitutive law. True axial stress - strain were locally measured using a video-extensometer connected to the electromechanical machine operating system to work for a wide range of speed 0.001; 0.005 and 0.01 mm/s. The mechanical properties obtained from the tests are: $E= 2000$ MPa; $\sigma_0= 40$ MPa; and $\nu = 0.38$. The Young modulus is obtained graphically. It can be then considered as apparent because it takes into account the viscosity of the material, full details of the test setup are given elsewhere [18] (Meddah and al., 2009). The stress σ_0 represents the limit between the perfectly elastic and the beginning of plastic domain. The determination of this limit i.e. σ_0 is difficult to obtain because of the viscosity presence. Different elastic-plastic properties are determined from Fig. 1.

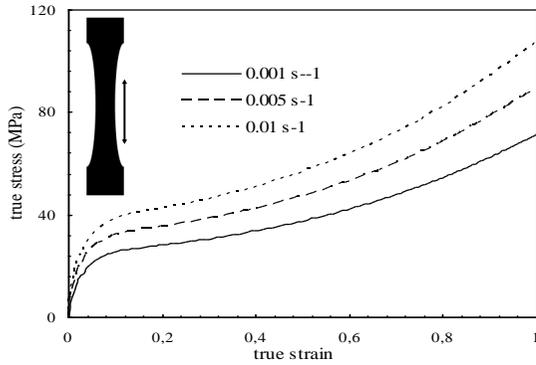


Fig. 1 tensile true stress - strain curves of PVDF

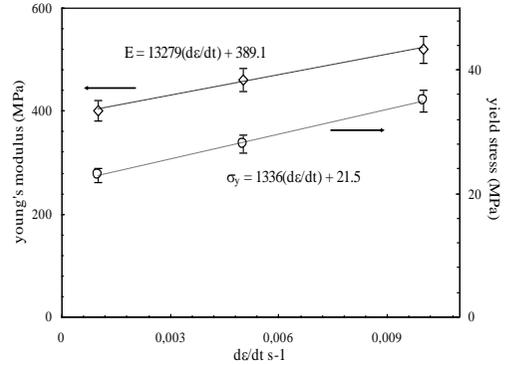


Fig. 2 young's modulus and yield stress versus strain rate for tensile experiments

fig.1 illustrates the behaviour of semi-crystalline polymer at room temperature under uniaxial stress results. Young's modulus is determined from the linear part of the curve. The end of this limit represents the yield stress which is located before the stress σ_y (2% offset of axial strain). The same behaviour is observed when the strain rate increases. The modulus of elasticity and stress are important fig.2.

4. NUMERICAL ANALYSIS

In this section, the semi-elliptical crack propagation at different positions in the wall of PVDF pipe was follow, this crack sizes are characterised by a/t ratio (crack depth/thickness pipe) and a/c ratio (crack depth/half-length). The geometrical parameters of the pipe are characterised by the ration, $R_c/L = 0.2$ and $t/R_c = 0.15$. Fracture mechanics aims to determine the effect of any cracks on the mechanical behaviour of structures. Surface crack (semi-elliptical crack) problems are more complicated than other crack problems. Because, the stress field and crack growth behaviours of semi-elliptical cracks greatly depend on the shape, the locations, the orientations, the size of crack, as well as parametrical angle (angle ϕ) on integration contour in the crack front. The present study employs the domain-integral approach, as originally developed by [19] (Shih and al. 1986) to compute the energy release rate along the curved front of the surface crack in three dimensions (Fig. 7). The local value of the mechanical energy release rate, denoted $J(s)$, at each point s on a planar, non-growing crack front under general dynamic loading is given by:

$$J(s) = \lim_{\Gamma \rightarrow 0} \int_{\Gamma} \left[(W + T)n_1 - P_{ji} \frac{\partial u_i}{\partial X_1} n_j \right] d\Gamma \quad (4.1)$$

Where W and T are the stress-work density and the kinetic energy density per unit volume at $t = 0$; Γ is a vanishingly small contour which lies in the principal normal plane at s , and n_j is the unit vector normal to Γ (Fig. 7). P_{ji} denotes the non-symmetric 1st Piola-Kirchhoff (1st PK) stress tensor which is work conjugate to the displacement gradient expressed on the $t = 0$ configuration, $\partial u_i / \partial X_j$, i.e., the stress-work rate is simply $P_{ij} \partial u_i / \partial X_j$ per unit volume at $t = 0$. All field quantities are expressed in the local orthogonal coordinate system, X_1 - X_2 - X_3 , at location s on the crack front.

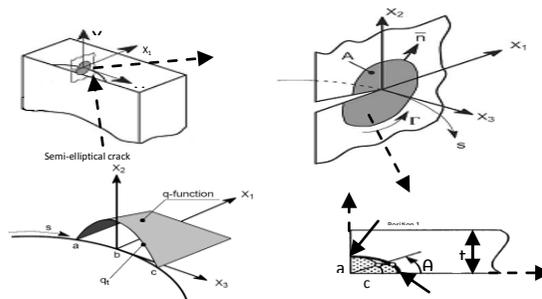


Fig. 7. J-integral in three dimensions (3-D)

We analysed the behaviour of semi-elliptical cracks in PVDF pipe subjected to internal pressure by the computation of J integral at the crack front. Four cracks configurations located in various positions in the wall of pipe were analysed: internal longitudinal crack (ILC), external longitudinal crack (ELC), internal circumferential crack (ICC) and external circumferential crack (ECC). Fig. 8 shows the finite element mesh in three-dimensional. Taken into account the symmetry of loading and geometry, only the half of the model is studied in order to reduce the calculation time.

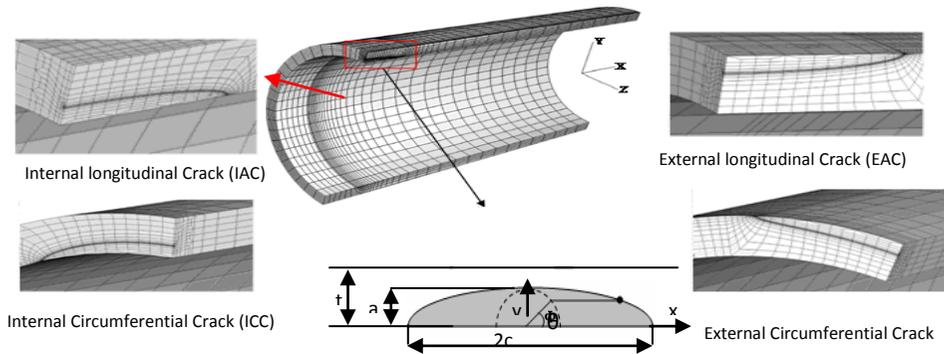


Fig. 8. Meshing model of the pipe for the four positions.

4.1. Results and discussions

The polymer pipes offer several advantages in comparison to metallic pipes: they have good resistance to wear and corrosion, low density, low cost, easy of installation, production of complex shape. But the mechanical properties by polymers materials are very sensitive to some parameters such as strain rate, load and temperature services. In addition, physical-chemical and mechanical changes can occur in service, especially, when they are subjected to cyclic loading (crack growth).

4.1.1 Crack position effect

Fig. 9 illustrates the evolution of J-integral as a function of a normalised position along the crack front for both loading levels (the normalised position is characterised by angle crack front, angle ϕ).

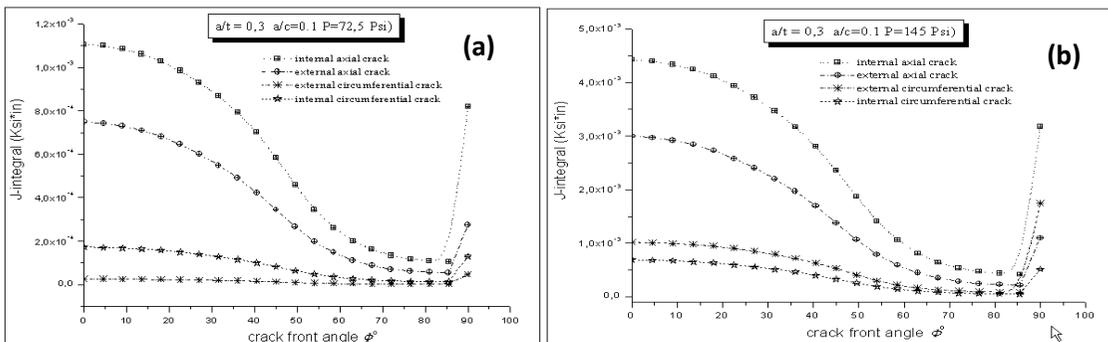


Fig. 9. Effect of normalised position along the crack front on J integral for: a) P=72.5 Psi, b) P=145 Psi.

From fig. 9, we note that whatever the loading level, the variation of the J integral along the crack front is almost identical with respect the cracks position and orientation. This variation of J integral can be divided in three zones (I, II and III). The first zone ($0^\circ < \phi < 60^\circ$), it can be seen in present work, that whatever the angle on the crack front (angle ϕ), the evolution of J-integral on the crack front is logarithmic especially for the case of internal longitudinal crack (ILC). The second zone ($60^\circ < \phi < 80^\circ$) the J-integral is almost linear as function of angle ϕ with respect the crack position. The third zone ($80^\circ < \phi < 90^\circ$), in this zone the increasing rate of J integral has an exponential form versus angle ϕ with respect to the crack position. One can also note that for circumferential crack the differences in the integral values between internal and externals cracks are negligible. Inversely, for longitudinal cracks, the internal cracks present higher values of J integral compared to the external cracks. It means that for

this case the crack propagation rate is more important for internal cracks. These results show that the values of J integral depend on the current point of the crack front characterized by the angle ϕ . Sense, for this configuration of the crack, the value of the J integral remains insensible with respect to crack front position, except for the extreme positions, i.e. on the ligament of the crack ($\phi = 0^\circ$) and perpendicular position to this last (position 1, $\phi = 0^\circ$) where the J integral presents the maximum values with respect to the ratio $a/c < 1$.

4.1.2 Load effect

In this part, the analysis was limited to two particulars points in the crack front: it is the point where the J integral presents the maximum values, (position 1: angle $\phi = 0^\circ$ and position 2: angle $\phi = 90^\circ$, see Fig. 7). Fig. 10 shows the variation of the J integral as a function of the internal pressure for the two positions (position 1 and position 2) in the crack front. Indeed, for a value of internal pressure lower or equal to 0.2 Ksi, the value of the J integral is much more significant as function of the level of loading with respect the crack position. However, this integral increases proportionally with the magnitude of loading (internal pressure). It can be conclude that, the crack position and the loading mode has a very significant effect on the crack growth and the failure of PVDF pipe.

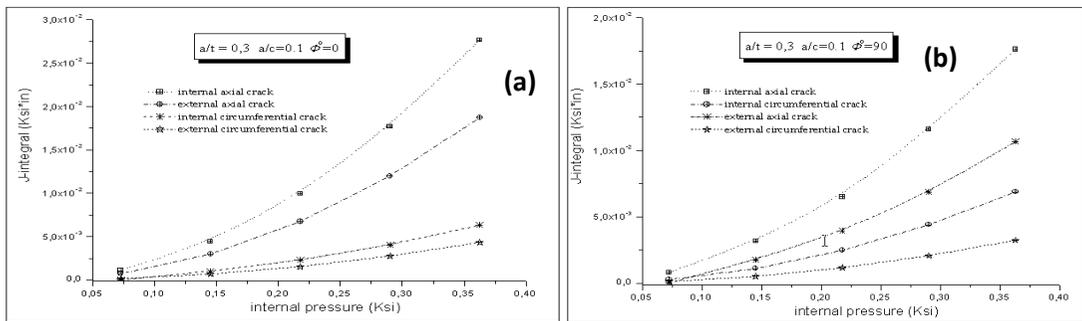


Fig. 10. J-integral versus applied load P: (a) position 1: angle $\phi = 0^\circ$, (b) position 2: angle $\phi = 90^\circ$

4.1.3 Crack shape effect

In order to focus only on the geometrical parameters effect on fracture mechanics (J-integral) for semi-elliptical crack in PVDF pipe, the J-integral can be analysed along crack front where the J-integral presents the maximum values, (position 1: angle $\phi = 0^\circ$ and position 2: angle $\phi = 90^\circ$) as function of the crack shape characterised by the ratios a/t and a/c , the thickness of pipe t , the small half axis a (depth of semi-elliptical crack) and the large half axis c (length of semi-elliptical crack). Fig. 11 illustrates the evolution of J integral as a function of a crack shape (a/c) for crack depth ($a/t = 0.1$) and different value of internal pressure. According to this figure (Fig. 11) it can be observed that whatever the position in the crack front ($\phi = 0^\circ$ or $\phi = 90^\circ$), the J-integral decreased when the ratio (a/c) increased, i.e. when the crack configuration tends towards an elliptical shape (ratios a/c higher and a/t lower, for present study $a/t = 0.1$). By comparing, the values of J integral in Fig. 5a and b, it can be noted that whatever the level of loading, the magnitude of J integral is more higher in position at the crack front characterised by the angle ($\phi = 0^\circ$) than other position in the same crack front characterised by the angle ($\phi = 90^\circ$). This effect may be explained by the fact that the level of local stress near crack tip at the position $\phi = 0^\circ$ is greater than at $\phi = 90^\circ$. This behaviour is probably related to the non-homogeneous distribution of the local stress field near to the crack due to the change of crack geometry.

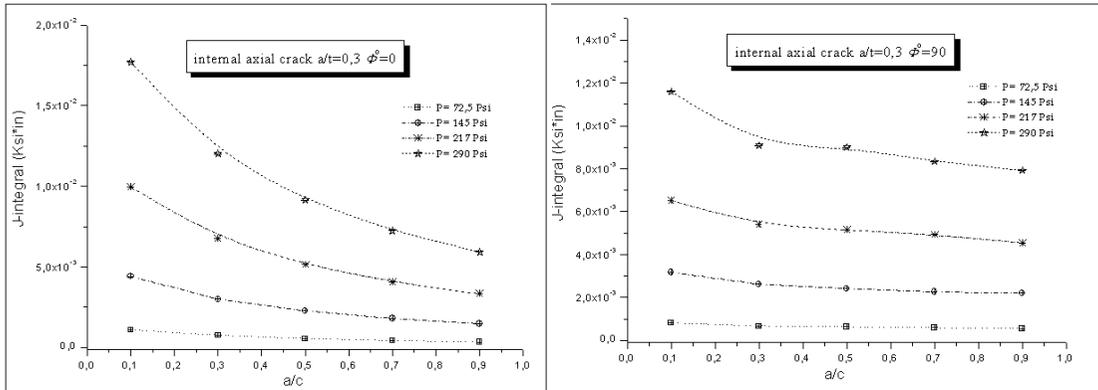


Fig. 11. Variation of J integral versus cracks shape (a/c) for various level of internal pressure.

5. CONCLUSIONS

Based on the experimental analysis and the finite element simulations, the following conclusions can be drawn:

- The crack orientation (axial or circumferential) relative to the axis of the pipe and its location (internal or external) in the wall of pipe has a very significant effect on the crack growth and the failure of PVDF pipe.
- The J integral values at the crack front (position 1: angle $\phi = 0^\circ$ and position 2: angle $\phi = 90^\circ$) depend on the magnitude of the internal pressure.
- The levels of the values of J integral at the crack front depend strongly on the shape of the crack.

REFERENCE

- [1] Lang R.W, Stern A., Doerner G., 1997, Applicability and limitations of current lifetime prediction models for thermoplastics pipes under internal pressure, *Die Angewandte Makromolekulare Chemie*, **247**, 131-137.
- [2] Janson L.E., 1990, *Plastics pipes for water supply and sewage disposal*, Borealis, Sweden
- [3] Hessel J., 2001, Mindesbensdauer von erdverlegten Rohren aus Polyethylen ohne Sandeinbettung, *3R international* **4**, 178-84.
- [4] Frontini P. M., Fasce L. A., Rueda F., 2011, Non linear fracture mechanics of polymers: Load Separation and Normalization methods, *Engineering Fracture Mechanics*, doi:10.1016/j.engfracmech.2011.11.020
- [5] Garcia B.V., Bernal C., Frontini P., 1999, Calibration of fracture mechanics parameters and J-R curve determination in polyethylene side-grooved arc-shaped specimens, *Polymer Engineering and Science*, **62**, 231-248.
- [6] Frioui N., Bezazi A., Remillat C., Scarpa F., Gomez J.P., 2010, Viscoelastic and compression fatigue properties of closed cell PVDF foam, *Mechanics of Materials*, **42**, 189-195.
- [7] Besson J., 2009, Damage of ductile materials deforming under multiple plastic or viscoplastic mechanisms, *International Journal of Plasticity*, **25**, 2204-2221
- [8] Szu-Hui Lim, Zhong-Zhen Yu, Yiu-Wing Mai, 2010, Effects of loading rate and temperature on tensile yielding and deformation mechanisms of nylon 6-based nanocomposites, *Composites Science and Technology*, **70**, 1994-2002
- [9] Shailesh V., Jaycee C., Vijay V., Nandika D., 1773, Time dependent piezoresistive behavior of polyvinylidene fluoride/carbon nanotube conductive composite, *Materials Letters*, **63**, 1771-1773
- [10] Martinez A.B., Gamez-Perez J., Sanchez-Soto M., Velasco J.I., Santana O.O., Maspoch M. L., 2009, The Essential Work of Fracture (EWF) method – Analyzing the Post-Yielding Fracture Mechanics of polymers, *Engineering Failure Analysis*, **16**, 2604-2617
- [11] Cédric R., Lucien L., Sophie T., 2009, Experimental and numerical study of creep and creep rupture behaviour of PA6, *Engineering Fracture Mechanics*, **76**, 2656-2665.
- [12] Eyring H., 1936, Viscosity, plasticity and diffusion as examples of absolute reaction rates, *Journal of chemical physics*, **4**, 283-291

- [13] G'Sell C., Jonas J.J., 1981, Yield and transient effects during the plastic deformation of solid polymers", *Journal of materials science*, **16**, 1956-1974
- [14] Dahoun A., 1992, Comportement plastique et textures de déformation des polymères semi-cristallins en traction uniaxiale et en cisaillement simple. *Thèse*, INPL,
- [15] G'sell C., Hiver J.M., Dahoun A., 2002, Experimental characterization of deformation damage in solid polymers under tension and its interrelation with necking, *Int. J. Solid. Struct.*, **39**, 3857-3872
- [16] Germain P., 1973, Cours de mécanique des milieux continus. Paris: Masson
- [17] Lemaitre J, Chaboche J-L., 1990, *Mech Solid Mater*, New York: Cambridge Univ. Press
- [18] Meddah H.M., Selini N., Benguediab M., Bouziane Mohamed M., Belhamiani M., 2009, Analysis of the polypropylene mechanical behaviour response: Experiments and numerical modelling, *Materials and Design*, **30**, 4192-4199
- [19] Shih C.F., Moran B., Nakamura T., 1986, Energy release rate along a three dimensional crack front in a thermally stressed body, *International Journal of Fracture*, **30**, 79-102.

Détermination des caractéristiques mécaniques d'une structure Sandwich multicouche renforcé par des fibres de verres.

Hami B¹, Irekti A¹, Aribi C¹, Bezzazi B¹

¹ Unité de recherche Matériaux, Procédés et Environnement (URMPE) cité Frantz fanon, 35000 Boumerdès, Algérie
brahim22011980@hotmail.fr

Résumé : Ce manuscrit présente une étude expérimentale qui consiste à déterminer les caractéristiques mécaniques, d'un matériau composite de type sandwich multicouche élaboré au laboratoire de mécanique des matériaux et composites, de l'Unité de recherche matériaux, procédés et environnement. Ce type de sandwich est composé de quatre couches stratifiées à base d'une résine époxyde renforcée par des fibres de verre tissée et mât ; entre lesquelles se trouvent trois plaques de liège aggloméré empilées alternativement avec les couches stratifiées.

Des éprouvettes pour des essais de flexion trois points et quatre points ont été découpé à partir des panneaux sandwichs multicouches. Une première campagne d'essais de flexion trois points en statique, montre une nette différence du comportement à la rupture pour les deux matériaux, stratifié et liège. Par contre ces matériaux ont subi une grande déformation plastique sans atteindre la rupture complète de sandwich, avec apparition d'un délaminage entre les couches stratifiées et le matériau liège. Afin de déterminer les modules de rigidité en flexion D, le module de cisaillement en flexion N et le module de cisaillement de l'âme Ga, nous avons réalisé une deuxième campagne d'essais de flexion quatre Points.

Les résultats de cette étude, nous a permis de valoriser une variété de liège aggloméré blanc produit en Algérie, dans le but de l'utiliser dans la construction et l'industrie automobile.

Mots clés : sandwich, flexion trois points et quatre points, liège, fibres de verre.

1. INTRODUCTION

En raison de leurs propriétés de légèreté, de rigidité et de résistance spécifique, les matériaux composites sont utilisés de nos jours dans un nombre croissant d'applications, dans des domaines de plus en plus étendus, allant de la recherche aérospatiale aux articles de sport grand public [1] (B. HAMI 2010).

Les composites ne cessent d'évoluer vers des produits qui sont, soit le moins coûteux possible, soit le plus performant ou bien les deux à la fois. De plus, dans un souci de protection de l'environnement et de santé publique, les composites tendent à intégrer un caractère écologique. L'utilisation des matériaux naturels disponibles en Algérie pour le développement de l'industrie des composites est un élément clef, notamment pour répondre aux besoins de l'habitat. [2] (A. MIR, 2010).

Généralement les matériaux utilisés pour le noyau des matériaux sandwichs sont des nids d'abeilles, des mousses, et le bois de balsa, mais les développements récents a abouti à de nouvelles solutions, telles que les matériaux naturels avec une morphologie cellulaire. [3] (Castro O, Silva JM, Devezas T, Silva A, Gil L. 2010). Le liège aggloméré peut être considéré comme alternative pour l'âme du matériau sandwich, puisque le liège est un matériau cellulaire naturel avec quelques propriétés remarquables,

telles que la tolérance élevée de dommages aux charges d'impact et une bonne isolation thermique et acoustique. En outre, le liège, est un matériau naturel, renouvelable et facilement réutilisable [4] (S.Sanchez-Saez, E.Barbero, J.Cirne, 2011).

Des essais de flexion trois-points et quatre points sont souvent exécutés pour trouver les rigidités en flexion et en cisaillement des panneaux sandwichs. [5] (Frosting Y, Brauch M. 1990), [6] (Lingaiah K, Suryanarayana BG1989). [7] (Soares B, Reis L, Silva A. 2008).

Notre travail consiste à élaborer des structures sandwichs multicouche, qui se compose de quatre couches stratifiées à base d'une résine époxyde renforcée par des fibres de verre tissée et mât ; entre lesquelles se trouvent trois plaques de liège aggloméré empilées alternativement avec les couches stratifiées. Des éprouvettes sont découpées à partir des panneaux sandwichs élaborés, sur lesquelles nous avons effectué des essais de type mécanique (flexion trois et quatre points), dans le but de déterminer les caractéristiques intrinsèques du sandwich.

2. ETUDE EXPERIMENTALE

Dans le cadre de cette étude nous avons élaboré des structures sandwichs multicouches, elles sont constituées de quatre couches stratifiées à base d'une résine époxyde renforcée par des fibres de verre (1 plis tissé + 1 plis mat) ; entre lesquelles se trouvent trois plaques de liège aggloméré empilées alternativement avec les couches stratifiées (fig.1). La réalisation des structures sandwich est faite avec une pression de 50 Kg/cm² à l'aide d'une presse hydraulique de type SIMI. Une fois les plaques durcies et polymérisés dans une étuve de séchage à 40°C pendant 16 heures, elles sont découpées en éprouvettes normalisées (fig.2) à l'aide d'une scie circulaire diamantée.

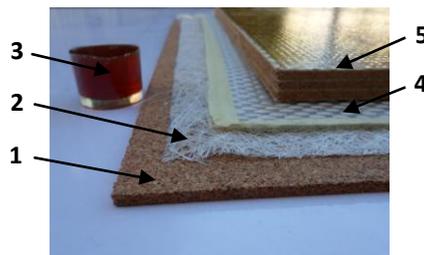


Fig.1. Matériau Sandwich Multicouche : 1- Liège aggloméré (moyenne densité) ; 2- Fibres de verre Mat ; 3- Résine époxy (STR) ; 4- Fibres de verre tissé ; 5- Structure sandwich.

2.1. Présentation du liège aggloméré

Le liège est un matériau naturel de structure cellulaire possédant des propriétés très intéressantes : faible densité, grande compressibilité dimensionnelle, d'après les travaux de H. Pereira [8] (H. Pereira 2007). Le liège est un bon isolant thermique, acoustique et vibratoire et stable chimiquement. D'après les travaux de Li Y., Mai Y.W, Ye L. [9] (Li Y., Mai Y.W, Ye L. 2000), les cellules de liège se composent principalement de la subérine et de la lignine (40% et 22%, respectivement), et de la cellulose (9%). Plusieurs études scientifiques ont porté sur le chêne-liège (croissance et production du liège), le liège naturel (biologie, chimie, propriétés et qualités du liège), le liège aggloméré (élaboration et caractérisation mécaniques et hygrothermiques). [2] (A. MIR, 2010) et [10] (Ali Sen, António Velez Marques, Jorge Gominho, Helena Pereira, 2012).

La transformation du liège naturel se fait dans l'Entreprise Nationale des lièges dénommée « Taleza Lièges » située à l'Est de l'Algérie. Cette entreprise produit des panneaux de liège aggloméré blanc de moyenne densité (granulés utilisés : 1 à 2 mm, 2 à 3 mm, 3 à 5 mm) et de basse densité (granulés 4 à 16 mm), et ceci, pour différentes épaisseurs allant de 2 mm jusqu'à 30 mm en fonction de leurs applications industrielles, dans cette étude, nous avons utilisé le liège aggloméré de moyenne densité avec des granulés de 1 à 2 mm (fig.1).

2.2. Caractérisation mécanique du sandwich

Des essais de flexion trois et quatre points sont effectués sur une machine universelle de type Zwik, pilotée par un ordinateur, équipée d'un logiciel testXpert V9.0, munie d'un capteur de force de 250KN et elle est reliée à une chaîne d'acquisition qui permet l'enregistrement simultané de la force et du

déplacement. Suivant la norme AFNOR NF T 54 – 606 (1987), dans le but de déterminer la rigidité en flexion et en cisaillement ainsi que le module de cisaillement de l'âme du sandwich, les éprouvettes normalisées pour les essais de flexion sont représentées dans la figure 2.



Fig.2.Eprouvettes pour les essais de flexion ; longueur (L=300mm), largeur (l=40mm) et épaisseur (e=20mm).

2.2.1. Essai de flexion trois points

Le principe de cet essai est de mesurer un déplacement (flèche « y ») à partir d'un effort (F), appliqué au milieu d'une éprouvette normalisée et placée entre deux appuis. Des relations issues de la résistance des matériaux permettent de faire le lien entre ces deux grandeurs (y et F), la géométrie de la pièce (L, h et b) et les caractéristiques du matériau (σ , ε et E). L'éprouvette parallélépipédique, supportée comme une poutre, est soumise à une flexion, au milieu de la portée (flexion 3 trois points), à une vitesse constante de 2 mm/mn, jusqu'à la rupture de l'éprouvette (fig.3).

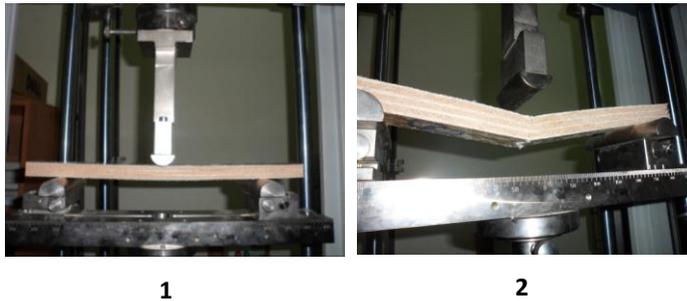


Fig. 3. Dispositif pour l'essai de flexion 3 pts ; 1- avant essai ; 2- après essai.

2.2.1.1. Contrainte de flexion 3 points

La contrainte normale en flexion σ exprimée en N/mm² ou MPa, est appelée aussi résistance en traction ou en compression des semelles (NF T 54-606). Si l'on obtient une rupture des semelles en traction ou en compression, le calcul de la résistance des semelles se fait par l'équation (1).

$$\sigma = \frac{P_1 d_1}{2es(h + ea)b} \quad (1)$$

Avec :

σ : Contrainte en flexion 3 pts (MPa);

P_1 : Effort maxi en flexion 3 pts (N);

d_1 : Distance entre appuis (mm);

es : Epaisseurs des stratifiés (mm);

ea : Epaisseur de liège (mm);

h : Hauteur totale de sandwich (mm);

b : Largeur de sandwich (mm).

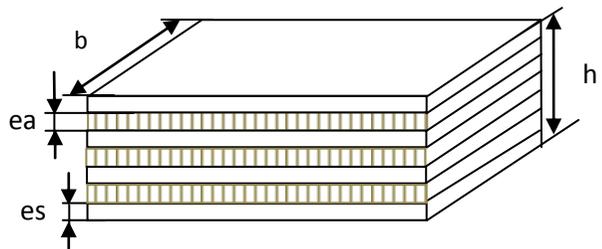


Fig.4. Représentation d'un sandwich multicouche.

2.2.2. Essai de flexion quatre points

Les mêmes conditions d'essais sont utilisées. Un montage pour flexion 4 points est adapté pour les mêmes types de sandwichs (fig.5).

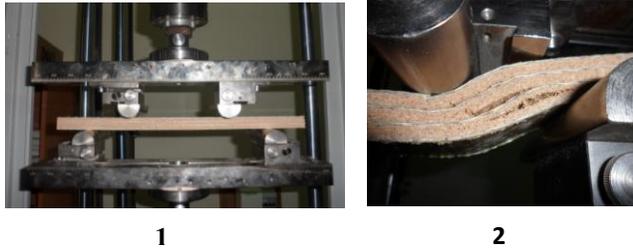


Fig.5. Dispositif pour l'essai de flexion 4 pts ; 1- avant essai ; 2- après essai.

2.2.2.1. Contrainte de flexion 4 points

La contrainte normale en flexion 4 points σ (MPa), appelée aussi résistance en traction ou en compression des semelles (NF T 54-606). Elle est calculée par l'équation (2).

$$\sigma = \frac{P_2 d_2}{4es(h + ea)b} \quad (2)$$

Avec :

σ : contrainte en flexion 4 pts (MPa);
 P_2 : Effort maxi en flexion 4 pts (N);
 d_2 : distance entre appuis (mm);
 es : épaisseurs des stratifiés (mm);
 ea : épaisseur de liège (mm);
 h : hauteur totale de sandwich (mm);
 b : largeur de sandwich (mm).

2.2.3. Calcul des modules de flexion et de cisaillement

Nous avons calculé le module de rigidité en flexion D , le module de cisaillement en flexion N et le module de cisaillement de l'âme G_a , à partir des résultats obtenus des essais mécaniques de flexion trois et quatre points sur des éprouvettes normalisées sandwichs. En utilisant les équations (3), (4) et (5) :

$$D = \frac{P_1 d_1 \left[1 - \left(\frac{11d_1^2}{8d_2^2} \right) \right]}{48w_1 \left[1 - \left(\frac{2P_1 d_1 w_2}{P_2 d_2 w_1} \right) \right]} \quad (3)$$

$$N = \frac{P_1 d_1 \left[\left(\frac{8d_1^2}{11d_2^2} \right) - 1 \right]}{4w_1 \left[\left(\frac{16P_1 d_1^3 w_2}{11P_2 d_2^3 w_1} \right) - 1 \right]} \quad (4)$$

Avec :

w_1 : flèche flexion 3 points;
 w_2 : flèche flexion 4 points ;

$$G_a = N \frac{4e_a}{(h + e_a)^2 b} \quad (5)$$

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Nous avons déterminé les caractéristiques mécaniques de la structure sandwich multicouche, les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Les résultats de calcul des contraintes et des modules.

	σ 3 Points (MPa)	σ 4 Points (MPa)	Module « D » (N/mm ²)	Module « N » (N)	Module « Ga » (N)
valeurs	30,22	26,04	3396,51	5488,67	6,77

3.1. Essai de flexion trois points

La figure (6) montre l'évolution de la force en fonction de la flèche d'une structure sandwich multicouche durant l'essai de flexion 3 pts. On note que la semelle supérieure du sandwich travail en compression, par contre la semelle inférieure travail en traction [2]. Dans un premier temps la structure sandwich présente un comportement élastique jusqu'à une force de (600 à 780 N), puis y a une chute de la force de (40 à 80 N) Fig.6, qui est due à la rupture de quelques fibres de verre de la semelle inférieure du sandwich, dans la troisième phase on remarque une augmentation de la force jusqu'à (600 à 780N), qui est due principalement a la résistance des fibres de verre ; qui reste intact (sans rupture) dans la semelle inférieure, dans un dernier lieu on remarque une chute rapide de la force, on note une flèche de 20mm, qui est due à la rupture totale des semelles inférieures des spécimens (Fig.3-2).

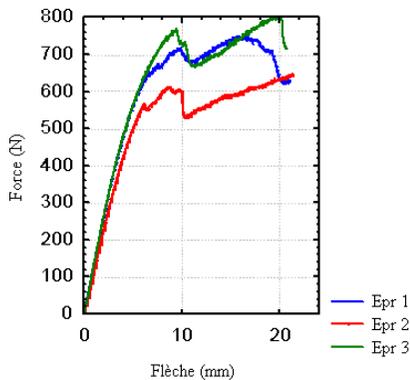


Figure 5. Évolution de la force en fonction de la flèche pour l'essai de flexion 3 pts.

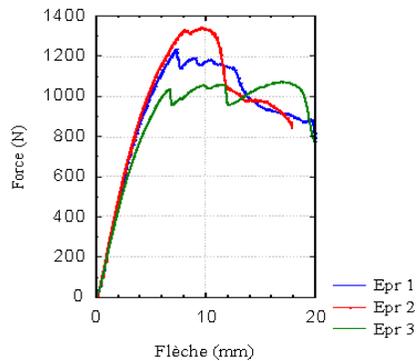


Figure 5. Évolution de la force en fonction de la flèche pour l'essai de flexion 4 pts.

3.2. Essai de flexion quatre points

On remarque un comportement presque identique que celui de la flexion 3 pts, par contre on remarque que la force à la rupture est plus grande dans le cas de la flexion 4 pts, ça s'explique par la répartition de la force sur toute la surface de l'éprouvette (Fig.5-1). On observe un délaminage entre l'âme (liège) et stratifié (résine époxy + fibres de verre), D'après l'étude de [11] (Bezzazi A. 2003), ce mode de dégradation du sandwich est du à une perte de la liaison adhésive faute de processus de fabrication. On remarque aussi une rupture du liège qui peut être expliqué par la faible résistance au cisaillement du liège, par rapport au stratifié (Fig.5-2).

4. Conclusion

Dans le cadre ce travail, le comportement mécanique en flexion trois et quatre points d'une structure sandwich multicouche a été étudié. Ce nouveau matériau présente de bonnes caractéristiques mécaniques, le module de cisaillement du sandwich multicouche est quatre fois plus élevé, comparé avec d'autres matériaux. [2] (A. MIR, 2010).

On remarque que, le comportement en flexion trois et quatre points est presque identique pour la structure sandwich multicouche (Fig.6 et Fig.7).

La rupture de la structure sandwich multicouche se fait soit par délaminage entre le stratifié et le liège, soit par rupture du liège.

Les résultats de cette étude, nous a permet de valoriser une variété de liège aggloméré blanc produit en Algérie, dans le but de l'utiliser dans la construction et l'industrie automobile.

Bibliographie

- [1] B. HAMI 2010. Elaboration et caractérisation d'un matériau composite à base de fibres de verre et de résine polyester et étude de son comportement au choc. Thèse de Magister.
- [2] A. MIR, 2010. Etude mécanique, thermomécanique et hygrothermique d'un matériau composite sandwich à âme en liège et peaux en jute/époxy. Thèse de doctorat.
- [3] Castro O, Silva JM, Devezas T, Silva A, Gil L. Cork agglomerates as an ideal core material in lightweight structures. *Mater Design* 2010; 31: 425–32.
- [4] S. Sanchez-Saez, E. Barbero, J. Cirne, 2011. Experimental study of agglomerated-cork-cored structures subjected to ballistic impacts. *Journal of Materials Letters* 65; 2152–2154.
- [5] Frosting Y, Brauch M. Bending of sandwich beams with transversely flexible core. *AIAA J* 1990; 28(3):523–31.
- [6] Lingaiah K, Suryanarayana BG. Strength and stiffness of sandwich beams in bending. *Exp Mech* 1989:1–9.
- [7] Soares B, Reis L, Silva A. Testing of sandwich structures with cork agglomerate cores. In: Eighth international conference on sandwich structures (ICSS 8), Porto; 2008. p. 447–58.
- [8] H. Pereira (2007). Cork: Biology, production and uses. Book 336 pages. Elsevier, Amsterdam.
- [9] Li Y., Mai Y.W, Ye L. (2000) Sisal fibre and its composites: a review of recent developments. *Composites Science and Technology*, vol.60 issue 11, p.2037-2055.
- [10] Ali Sen, António Velez Marques, Jorge Gominho, Helena Pereira, (2012) « Study of thermochemical treatments of cork in the 150÷400°C range using colour analysis and FTIR spectroscopy », *Journal of Industrial Crops and Products*.
- [11] Bezzazi A. (2003) étude théorique et expérimentale du comportement mécanique en statique et en fatigue des matériaux composites stratifiés et sandwichs en flexion 3points. Thèse. université d'Annaba.

IV. SNMPE (No. I-2-218) 2012

Adsorption des polluants organiques sur des polymères cellulosiques modifiés par greffage de la cyclodextrine

Ghemati D*¹, Aliouche D¹

¹ *Laboratoire de Traitement et Mise en Forme des Polymères, F.S.I., Université M. Bougara, Boumerdès, Algérie.*
ghemati_d@yahoo.fr

Résumé : Les procédés actuels de traitement des eaux polluées par les composés organiques sont nombreux mais dans la plupart des cas très onéreux, les recherches sont alors orientées vers les procédés de traitement à faible coût tels que l'adsorption sur des matériaux naturels modifiés. La capacité des cyclodextrines à faciliter l'inclusion de molécules chimiques peut être exploitée pour obtenir de nouveaux matériaux greffés avec des performances particulières. Pour cela une nouvelle approche est proposée pour clarifier l'avantage de la cyclodextrine, et la cellulose a été modifiée chimiquement par greffage de la β -cyclodextrine, puis l'étude de l'adsorption des colorants synthétiques (basique, acide, réactif) a été étudiée. Le greffage est initié par les ions cériques et confirmé par analyse infrarouge (FTIR) et MEB. Les expériences d'adsorption d'équilibre ont été réalisées dans des solutions aqueuses avec un temps d'équilibre de 24 heures. Nos résultats indiquent la formation d'une liaison chimique permanente entre la β -cyclodextrine et le matériau fibreux. Les polymères cellulosiques peuvent être efficacement modifiés sans changement significatif dans les propriétés structurales. Les résultats d'adsorption montrent l'aptitude des échantillons traités à fixer les polluants organiques; pour être des matériaux de choix pour la décoloration des effluents industriels.

Mots clés: modification; cellulose; cyclodextrine; polluants organiques; adsorption

1. INTRODUCTION

A l'heure actuelle, il est important de modifier les propriétés d'un polymère selon des caractéristiques sur mesure conçues pour des applications cibles. L'essentiel des efforts de recherche a été réservé à des tentatives pour transformer les polymères en produits biocides et en matériaux doués d'une grande capacité d'absorption et d'adsorption, la plupart de ces travaux ont impliqué l'usage de l'enduction, le greffage, l'imprégnation, ou la technologie des mélanges.

L'augmentation des coûts et les considérations environnementales liées à l'utilisation des matériaux commerciaux, a induit des travaux de recherches significatifs visant à développer des biomatériaux de faible coût, dérivés des ressources renouvelables. Dans ce contexte, les avantages d'utiliser la cellulose

comme base pour la conception de nouveaux matériaux adsorbants sont liés principalement à sa large abondance, son faible coût et à la facilité relative avec laquelle elle peut être modifiée [1].

L'utilité des complexes CD-polymères a été reconnue pour beaucoup d'applications, telles les industries alimentaires, pharmaceutiques, le traitement des effluents industriels. Ces opérations utilisent la propriété des cyclodextrines de former des complexes d'inclusion avec divers composés, particulièrement les composés aromatiques [2].

Parmi les différentes techniques, c'est certainement le greffage qui permet le mieux de fonctionnaliser la cellulose. La méthode de greffage par copolymérisation a gagné une grande importance dans la modification des propriétés physiques et chimiques de la cellulose [3,4]. Le greffage est rendu possible suite à la croissance d'une chaîne de polymère sur les sites actifs de la chaîne de la cellulose.

Dans ce travail la cellulose fibreuse a été modifiée chimiquement par greffage de la β -cyclodextrine traitée auparavant par le N-méthylol acrylamide puis utilisée en adsorption des colorants (réactif, acide, basique). La cellulose fonctionnalisée a été caractérisée par analyse infrarouge (FTIR), et le MEB, elle a donné des résultats intéressants en adsorption des colorants synthétiques.

2. PROCEDURE EXPERIMENTALE

2.1. Matériels

- La pulpe de cellulose employée est du type BIOFLUFF TD: pâte Kraft traitée à base d'un mélange de rondins de pin maritime et de déchets de scierie. Aspect physique: fibres courtes blanches et brillantes, population: 4.10^6 fibres /g. Longueur des fibres: 2,2mm, Masse linéique: 30mg/100m Taux d'humidité conventionnel: 7%, teneur en α - cellulose: >85%. Densité (cellulose): $1,50\text{g}/\text{cm}^3$.

- La β -Cyclodextrine hydratée $\text{C}_{42}\text{H}_{72}\text{O}_{36}\cdot\text{H}_2\text{O}$ (Aldrich), l'acide formique (Merck), le carbonate de sodium (Merck), l'acétone (Panreac) et le Nitrate d'ammonium cérique (Aldrich). Le N-méthylol acrylamide (Aldrich) - Bleu de méthylène, Méthyle Orange, colorant réactif (Aldrich).

2.2. Procédure de synthèse

Le greffage est réalisé en deux étapes: d'abord la synthèse de la cyclodextrine acrylamidométhylée (CD-NMA), ensuite greffage du complexe obtenu sur la cellulose:

2.2.1. Synthèse du CD-NMA

Une quantité connue de β -cyclodextrine est mélangée à une solution aqueuse de N-Méthylol Acrylamide dans un ballon Bicol équipé d'un réfrigérant et un thermomètre. Ensuite on ajoute une quantité d'acide formique comme catalyseur et la réaction est conduite à une température constante pendant 30 mn sous agitation. La réaction est stoppée par addition d'acétone et le mélange est stocké à 5°C pendant 24 h pour une précipitation complète du CD-NMA.

2.2.2. Greffage du CD-NMA sur la cellulose

Le greffage du CD-NMA sur le support cellulosique est réalisé sous atmosphère inerte dans un ballon Bicol équipé d'un réfrigérant. L'échantillon cellulosique est mélangé à une solution de nitrate d'ammonium cérique dans HNO_3 , puis on barbote N_2 pendant 20 min sous agitation magnétique. Ensuite une quantité connue de CD-NMA est additionnée et le mélange est agité sous atmosphère inerte pendant une heure à une température constante. Finalement l'échantillon est lavé soigneusement avec de l'eau distillée pour éliminer les produits non réagis, neutralisé avec une solution aqueuse de Na_2CO_3 , lavé une seconde fois à l'eau, et enfin dans l'eau bouillante pendant 30min, et séché à 110°C pendant une heure. Le taux de greffage est mesuré gravi métriquement à partir de la relation suivante:

$$\% \text{ Greffage} = (\text{W}_g - \text{W}_0) \times 100/\text{W}_0 \quad (1)$$

Où W_0 et W_g représentent respectivement le poids de l'échantillon avant et après greffage.

2.3. Mesure de l'adsorption des colorants

Pour les expériences d'adsorption d'équilibre, une quantité connue de cellulose est immergée dans la solution aqueuse du colorant pendant 24 heures dans un flacon fermé et régulièrement agité à une température de 23°C . La concentration du colorant est mesurée sur un spectrophotomètre UV/visible Shimadzu U-1202. Chaque essai est répété trois fois dans des conditions identiques. La quantité adsorbée à l'équilibre q_e (g/kg) est déterminée comme suit:

$$q_e = (\text{C}_0 - \text{C}_e)\text{V}/\text{W} \text{ (g/kg)} \quad (2)$$

Où C_0 et C_e sont les concentrations initiale et à l'équilibre de la phase liquide (g/m^3), V le volume de la solution (m^3) et W le poids de cellulose (kg).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Le taux de greffage obtenu est $39,2 \pm 2$ % pour la cellulose-g-CDNMA, le résultat a été corroborés par analyse infrarouge.

3.1. Caractérisation par FTIR

Le greffage est confirmé à travers l'apparition de nouvelles bandes caractéristiques des complexes monomères sur les spectres de la cellulose greffée (Figure.1).

Les bandes à $1028-1033 \text{ cm}^{-1}$ et $1157,2 \text{ cm}^{-1}$ représentées sur la Figure.1(a) sont caractéristiques de la cyclodextrine (C-O-C), ces mêmes bandes sont observées sur le spectre de la cellulose-g-CD-NMA/IC (c), ce qui confirme le greffage. Ces bandes ont été observées également par B. George et al [5] et J-T. Zhang et al. [6]. La bande à 1647 cm^{-1} illustrée sur la Figure.1(a) caractéristique des groupements carbonyles (C=O), confirme la fixation du N-méthylolacrylamide sur la cyclodextrine. L'apparition de la bande à 945 cm^{-1} ; caractéristique des groupements alcènes monosubstitués (trans) indique la formation du complexe CDNMA dans le spectre (a), et sa disparition dans le spectre (c) confirme le greffage du CDNMA sur le support cellulosique.

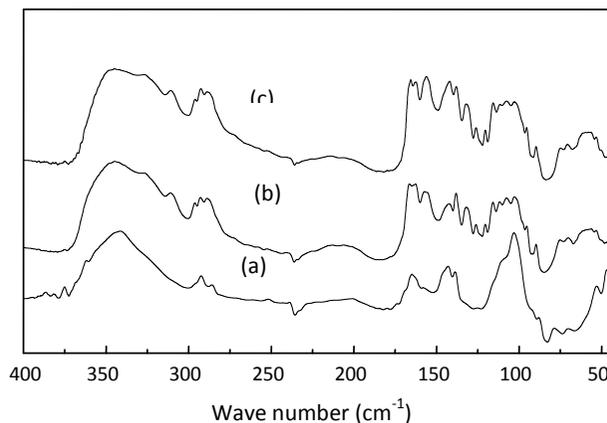


Fig.1. Spectre FTIR de CDNMA (a), cellulose (b) et CDNMA/IC greffe cellulose(c)

3.2. Caractérisation par le MEB

Nous avons observé les changements induits par le processus de greffage sur la morphologie des fibres. Les fibres non traitées représentées sur la Figure.2 montrent une surface composée de fibrilles, Les fibres sont typiquement aplaties, en forme de ruban, avec une structure fibrillaire irrégulière. Les fibrilles externes sont probablement les éléments de surplus de la couche primaire de la cellulose. Dans la Figure.3, on peut observer un enduit de couche de polymère sur les fibres greffées, ces fibres deviennent plus épaisses et plus rondes.

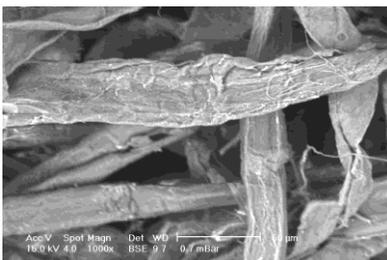


Fig.2. Micrographie des fibres de cellulose écuées

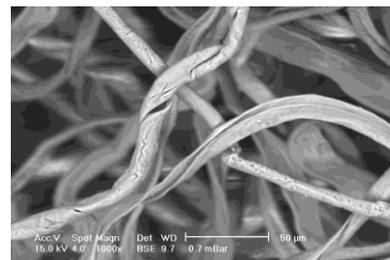


Fig.3. Micrographie des fibres de la cellulose-g-CDNMA

3.3. Adsorption des colorants

La forme des isothermes indique un comportement de type L2 selon la classification de C. Giles et D. Smith. Dans les isothermes de type L₂, l'adsorption du corps dissout à la surface de l'adsorbant se prolonge jusqu'à l'établissement d'une couche monomoléculaire; et la formation d'une multicouche n'étant pas possible [7]. La forme de l'isotherme présentée dans la Figure.4 est indicative d'une affinité

élevée entre la surface de l'adsorbant (cellulose-g-CDNMA) et les molécules du colorant réactif. La plupart des isothermes d'adsorption des colorants réactifs reportés dans la littérature sont des isothermes de type L2 [8-10].

Les molécules anioniques du colorant réactif sont favorablement adsorbées à la surface du polymère préférentiellement aux molécules du solvant; le processus d'adsorption se prolonge jusqu'à ce que la concentration superficielle atteigne une valeur maximum. En outre, la formation de multicouches de l'adsorbant n'est pas possible à cause de la répulsion électrostatique entre les molécules adsorbées et ceux en solution.

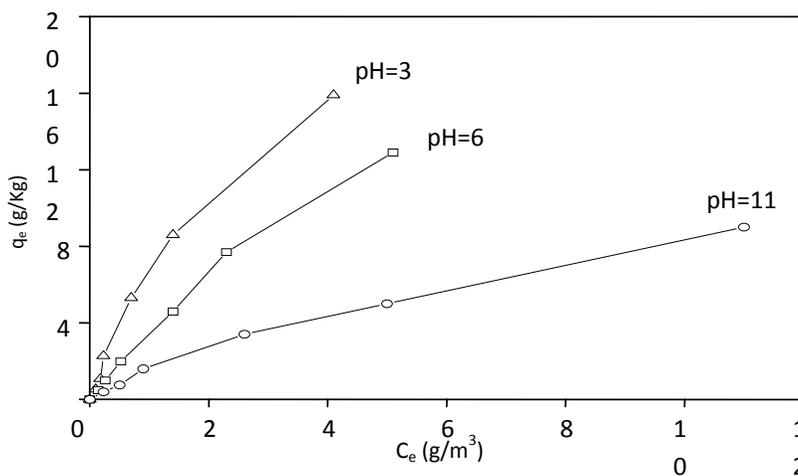


Figure 4: Equilibre d'adsorption du colorant réactif sur les fibres de cellulose-g-CDNMA

Les données expérimentales ont été corrélées aux modèles bien connus de Langmuir et Freundlich dont les équations des transformées linéaires sont présentées ci-dessous:

Langmuir

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L} + \frac{a_L}{K_L} C_e \quad (3)$$

Freundlich

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n_F} \ln C_e \quad (4)$$

Où C_e (g/m³) et q_e (g/Kg) représentent respectivement la concentration de la phase liquide et la concentration de la phase solide de l'adsorbant à l'équilibre; K_L (g/m³) et a_L (g/m³) sont les constantes de l'isotherme de Langmuir; K_L représente la constante d'adsorption à l'équilibre, des valeurs plus élevées de K_L sont indicatives d'un processus d'adsorption favorable [11]:

Dans la relation (4) K_F est la constante de Freundlich (g/m³) et $1/n_F$ est le facteur d'hétérogénéité de la surface. $1/n_F$ mesure la déviation de l'adsorption par rapport à la linéarité, une valeur entre 0 et 1 indique le degré de non linéarité entre la concentration de la solution et l'adsorption. Plus la surface est hétérogène et plus la valeur de $1/n_F$ proche de 0 [12-13].

L'examen des résultats des régressions suggère que le modèle de Freundlich (avec $R > 0.97$) montre une corrélation bien meilleure que le modèle de Langmuir.

En solution aqueuse, les colorants réactifs anioniques portent une nette charge négative due à la présence des groupements sulfonate (SO_3^-), leur adsorption se réduit lorsque le pH augmente. Une large diminution de la capacité d'adsorption est donc observée pour notre colorant dans les conditions d'un milieu fortement basique. Ceci est confirmé par la diminution de la valeur de la constante K_L qui indique un processus d'adsorption moins favorable lorsque le pH augmente. Cette large réduction de l'adsorption du colorant réactif dans des conditions fortement basiques peut être attribuée à la répulsion électrostatique entre la cellulose chargée négativement et les molécules de colorant déprotonées. Un comportement similaire de l'adsorption des colorants en fonction du pH a été rapporté dans la littérature [14, 15].

Par rapport au colorant réactif l'adsorption du méthyle orange est réduite à 30 % sur la cellulose écrue et à 60 % sur la cellulose greffée. Bien que le méthyle orange présente moins d'affinité pour la cellulose greffée, les paramètres de corrélation de Langmuir indiquent un processus favorable. Le méthyle orange est un colorant anionique il présente un même comportement que le colorant réactif, ainsi à un pH>3 la capacité d'adsorption diminue de manière drastique (de plus de 30% à pH 11), ceci est également confirmé par la diminution de la valeur de la constante K_L qui indique un processus d'adsorption moins favorable lorsque le pH augmente.

Tableau.1. Paramètres de l'isotherme de Langmuir pour l'adsorption du colorant réactif par la cellulose-g-CDNMA

pH	K_L	a_L/K_L	Capacité de monocouche q_{max}	Coeff. corrélation R	Déviati on standard SD	Facteur de séparation R_L	Energie d'adsorption $\square G_{ads}$ (KJ)
3	3,813	0,0246	40,650	0,9470	0,0176	0,977	-3,32
6	7,204	0,0268	37,313	0,7705	0,0382	0,954	-4,89
11	1,684	0,0610	16,393	0,9671	0,0743	0,975	-1,29

Tableau.2. Paramètres de l'isotherme de Freundlich pour l'adsorption du colorant réactif par la cellulose-g-CDNMA

pH	K_F	$1/n_F$	n_F	Coefficient de corrélation R	Déviati on standard SD
3	3,289	0,9155	1,092	0,9970	0,1079
6	5,771	0,9004	1,111	0,9754	0,3194
11	1,422	0,8060	1,241	0,9945	0,1384

Le Bleu de méthylène est un colorant cationique de nature basique, il montre une capacité d'adsorption proche de celle du colorant réactif. Comparativement, l'adsorption du méthyle orange est faible par rapport au bleu de méthylène; cela est dû de prime abord au type de colorant. Comme colorant cationique le bleu de méthylène porte une charge positive dans sa structure et il est apolaire, ce qui favorise les interactions avec la cavité interne de la cyclodextrine, en plus le poids moléculaire le plus faible du bleu de méthylène confirme probablement la sélectivité de la cyclodextrine pour les molécules hôtes.

4. CONCLUSION

Les fibres cellulosiques traitées dans le but d'augmenter leur capacité d'adsorption peuvent être des matériaux efficaces dans l'adsorption des colorants de l'eau, elles doivent être régénérées après un cycle d'usage. L'apport de la CDNMA améliore la capacité d'adsorption des fibres par inclusion des molécules du colorant dans la cavité de la β -CD. La cellulose écrue sans β -cyclodextrine exhibe de plus faibles capacités de sorption. Dans ce cas, l'adsorption est basée seulement sur la présence d'une adsorption physique dans le réseau du polymère et sur la formation de liaisons hydrogène entre les groupes hydroxyalkyles du polymère et le colorant. Pour la cellulose-g-CDNMA, qui renferme les molécules de cyclodextrine, une nette augmentation de la capacité de sorption est observée. Ceci montre que les molécules de cyclodextrine contribuent largement au mécanisme d'adsorption par la formation de complexes d'inclusion. En particulier, le procédé d'inclusion est influencé par la forme, la taille et la polarité des molécules hôtes.

L'adsorption sur des polymères modifiés est un procédé de choix pour l'élimination des composés organiques de l'eau, et donc utile pour la protection de l'environnement, en particulier, l'adsorption est un processus efficace pour éliminer les colorants de l'eau.

5. REFERENCES

- [1] Rebenfeld, L. 1985. Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, vol. 6, H.F. Mark, C.G. Overberger, G. Menges and J.J. Kroschwitz Eds, J. Wiley, New York.
[2] Crini, G.2006. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review. Biores. Techn., vol. 97, 1061-1085.

- [3] Gürdag, G, Yasar ,M,Gürnayak, M.A. 1997.Graft copolymerization of acrylic acid on cellulose. Reaction kinetics of copolymerization, J. Appl. Polym. Sci., 66, 929-934.
- [4]. Lokhande, H.T, Gotmare, V.D. 1999. Utilization of textile loom waste as a highly absorbent polymer through graft copolymerization, Bioresource Techn., 68, 283-286.
- [5] George,B, Govindaraj,M, Ujie,H, Freeman, H and Hudson, S. 2004. Integration of Fabric Formation and Coloration Processes, National Textile Center Research Briefs, Chemistry Competency, USA.
- [6] Zhang J-T and Huang, S-W, Xizhuo, R. 2004. Preparation and Characterization of Novel temperature Sensitive Poly(N-isopropylacrylamide-Co-acryloyl -Cyclodextrin) Hydrogels with Fast Shrinking Kinetics, Macromol. Chem. Phys., vol. 205, 107-113.
- [7] Giles, C, Smith, D. 1974. General treatment and classification of the solute sorption isotherms. J. Coll. Inter. Sci., vol. 47, 755-765.
- [8] Al-Degs, Y. S, El-Barghouthi, M. I, Khraisheh, M. A, Ahmad, M. N, Allen, S. J. 2004. Effect of surface area, micropores, secondary micropores and mesopores volumes of activated carbons on reactive dyes adsorption from solution, Sep. Sci. Techn., vol.39, 97-111.
- [9] Wang, S, Boyjoo,Y, Choueib, A, Zhu, H. 2005. Removal of dyes from solution using fly ash and red mud. Water Res., vol.39, 129-138.
- [10] Faria, P, Orfao, J, Pereira, M.2004. Adsorption of anionic and cationic dyes on activated carbons with different surface chemistries, Water Res., vol.38, 2043-2052.
- [11] Hall, K. R, Eagleton, L.C, Acrivos, A, Vermeulen, T. 1966. Pore and solid diffusion kinetics in fixed-bed adsorption under constant-pattern conditions. Indus. & Eng. Chem. Fund., vol.5, 212-223.
- [12]Weber, T. W, Chakravorti, R. K.1974. Pore and solid diffusion models for fixed bed adsorbers, Am. Inst. Chem. Eng. J., vol.20, 228-238.
- [13] Al-Duri, B. 1995 Adsorption modelling and mass transfer, In: Use of adsorbents for the removal of pollutants from waste waters, G. McKay Editor, 133-173, CRC Press Inc., Florida.
- [14] Netpradit, S, Thiravetyan, P, Towprayoon, S, 2004. Adsorption of three azo reactive dyes by metal hydroxide sludge: effect of temperature, pH, and electrolytes, J. Coll. Inter. Sci., vol.270, 255-261.
- [15] Namasivayam, C, Kavitha, D. 2002. Removal of Congo Red from water by adsorption onto activated carbon prepared from coir pith, an agricultural solid waste, Dyes & Pigments, vol.54, 47-58.

Caractérisation des plaques par le contrôle non destructif (ondes de Lambs).

Belkhalifa.H¹, Badidi Bouda.A¹,Doukhan.D², Halimi.R¹

¹Centre de Recherche en Soudage et contrôle CSC, Route de Dely Ibrahim, BP64, Chéraga Alger

²Unité de Recherche en Matériaux Procédés et Environnement université de Boumerdes

kbelkalfa@yahoo.fr

Résumé : Ce travail s'intéresse aux ondes guidées en général et aux ondes de plaques (ondes de Lamb) en particulier. C'est en observant les premiers modes de Lamb et en particulier le mode antisymétrique A0 que l'idée d'utiliser des ondes guidées pour essayer de mesurer une faible épaisseur s'est imposée. En effet, en observant la courbe de dispersion du mode de flexion A0, lorsque l'épaisseur et/ou la fréquence diminue (aux bas produits fréquence-épaisseur), nous remarquons que la dépendance de la vitesse de groupe de ce mode en fonction du produit fréquence-épaisseur devient linéaire [1]. Il était donc logique de penser que la relation de proportionnalité entre la vitesse de groupe et l'épaisseur pouvait être exploitée pour évaluer l'épaisseur du guide en mesurant la vitesse de groupe du mode de flexion A0. C'est dans ce contexte que s'est déroulé ce travail dont l'objectif double était d'analyser théoriquement la propagation des ondes guidées dans une plaque mince élastique, pour mettre en évidence, analytiquement, la relation de proportionnalité entre la vitesse de groupe et l'épaisseur aux bas produits fréquence-épaisseur. Et, de valider nos résultats en mettant au point une série d'expériences sur des plaques de différentes épaisseurs

Mots clés : ultrasons, ondes de Lamb, plaques minces

Transfert de masse et de chaleur dans les milieux poreux. Application Au béton.

Hanichet.A¹, Mahi.A¹, Hadj Haçane.B¹

¹ Département de Génie Civil USTO. Oran, Algérie
anella_3@yahoo.fr

Résumé : Le béton est un matériau poreux et composite, subit des évolutions en fonction du temps et de la température qui modifient alors sa composition, sa microstructure et évidemment son comportement vis-à-vis des phénomènes de transfert thermique et hydrique.

Ce matériau hétérogène à un comportement assez complexe à expliquer lors d'un traitement thermique suite à la complexité déjà rencontrée sans traitement thermique ceci est dû aux différents comportements de ses constituants (pâte de ciment-granulat).

L'objectif de ce travail est la mesure quantifiée du transfert de chaleur et de masse en fonction de deux montées en température, l'étude comparative entre un béton témoin (sans ajout) et un béton pouzzolanique nous permettra de mettre en évidence un pourcentage de pouzzolane bien précis qui nous conduira vers la réduction des transferts dans le béton. Pour réaliser cet objectif nous avons suivi le procédé expérimental qui consiste à confectionner des éprouvettes de béton avec et sans ajouts de pouzzolane, ces éprouvettes ont subi un traitement thermique avec deux montées en température de 5°C/min et de 10°C/min afin d'étudier l'effet de la vitesse de chauffage sur les propriétés du béton. Les températures choisies sont : 20°C, 150°C, 250°C, 350°C et 450°C. Ces températures correspondent au départ de chaque type d'eau du béton et comme conséquence aux évolutions physico chimiques qui affectent le béton. Nous présentons comme résultats :

- La résistance à la compression en caractérisant le caractère endommageable du matériau.
- La perte en masse, la porosité ouverte et la perméabilité à l'eau des bétons.
- Les caractéristiques thermiques des bétons.

Les résultats de la résistance à la compression et la perte de masse sont donnés aux âges de 7, 14, 28, 120 jour, alors que ceux de la porosité ouverte, la perméabilité à eau ainsi que les caractéristiques thermiques des bétons : la conductivité thermique, la diffusivité thermique et la capacité calorifique ont été effectués à l'âge de 120 jour.

Mots clés : perméabilité à l'eau – porosité ouverte - conductivité thermique - diffusivité thermique - capacité calorifique.

Caractérisation d'Un Enrobe Bitumineux Modifié

Harizi I.¹, Morsli M.², Bensaïbi M.¹

¹ Département de Génie Civil, Université Saad Dahlab, Blida, Algérie.
² Département de Génie Civil, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, Algérie
harizi_imate@yahoo.fr

Résumé : Les structures de chaussées routières sont soumises, en service, à des sollicitations très complexes dues aux conditions d'exploitation de la route, trafic poids lourds de plus en plus intense et de plus en plus agressif associé, dans certains cas, à des conditions climatiques extrêmes. Ces sollicitations engendrent des déformations permanentes qui induisent un orniérage à la surface de la chaussée. L'orniérage est un des principaux modes de dégradation des matériaux bitumineux. Une technique innovante a permis, par l'ajout d'additifs particuliers, de fabriquer des enrobés spécifiques éprouvés, agréés et mis en œuvre dans de nombreux pays. Les additifs sont choisis en fonction des effets attendus. Cette technique a été récemment appliquée en Algérie sur certains tronçons de l'autoroute Est-Ouest. Le présent travail porte sur un béton bitumineux modifié par l'ajout de l'additif PR PLAST SAHAHA. Cet additif est un anti-orniérant, destiné spécifiquement aux régions désertiques à température élevée. Plusieurs formulations ont été réalisées afin d'identifier la teneur optimale à utiliser. Cette identification a été réalisée par les essais Marshall.

Mot clés : Béton bitumineux, enrobé, additifs, orniérage, essai Marshall.

La méthode des plans de mélanges pour la formulation des pâtes destinées aux bétons autoplaçants

Guellil M.K.¹, Ghomari F.¹, Boukli Hacene S.M. A¹, Taleb O.¹

¹ Université Aboubekr Belkaïd- Tlemcen, Algérie

mustaphaguellil@yahoo.fr

Résumé : Plusieurs travaux ont montrés que le comportement rhéologique d'un béton autoplaçant (BAP) est régit par celui de la pâte qui le compose. Par conséquent, la pâte est privilégiée par rapport aux gravillons dans les BAP.

Dans ce contexte, nous avons confectionné plusieurs pâtes à base de ciment et de fillers calcaires afin de déduire un domaine expérimental dans lequel ces mélanges répondent au mieux aux critères recherchés vis à vis de la fluidité et de la stabilité d'une pâte autoplaçante. L'aspect visuel a permis tout d'abord de vérifier la consistance du mélange. L'ouvrabilité et la fluidité ont ensuite été estimées respectivement à partir de l'essai d'étalement au mini cône et de l'essai d'écoulement au cône de marsh. Ces pâtes ont fait l'objet d'un plan de mélange basé sur un modèle polynomial garantissant un maximum d'informations tout en réduisant le nombre d'essais au laboratoire.

Les résultats trouvés et traités par le logiciel "STATISTICA" sont représentés par des diagrammes ternaires reliant les constituants de la pâte autoplaçante, à savoir le ciment, les fillers, l'eau et les adjuvants, avec les réponses des étalements et des temps d'écoulements et qui ont fait ressortir le constituant prépondérant de la pâte autoplaçante. Les mêmes diagrammes nous ont permis aussi d'optimiser la composition de la pâte autoplaçante nécessaire à la formulation des BAP.

Mots clés : Pâte autoplaçante, étalement, stabilité, plan de mélange, optimisation, modèle.

1. INTRODUCTION

Les expériences de mélange représentent une classe particulière d'expériences de surface de réponse dans lesquelles le produit analysé est constitué de plusieurs composantes ou éléments. Les plans de telles expériences s'avèrent utiles car, pour diverses industries, les activités de conception et de développement nécessitent des formulations ou des mélanges. Dans de tels cas, la réponse est fonction des proportions des différents ingrédients constitutifs du mélange.

Nous utiliserons ce type d'expériences dans l'élaboration de la pâte de ciment aux caractéristiques autoplaçantes. Cette méthode ayant obtenu des résultats concluant au Laboratoire des Matériaux et Durabilité des Construction (L.M.D.C – INSA - UPS) de Toulouse (France), elle sera appliquée sur les matériaux locaux de notre région, en utilisant un matériel simple à la portée des laboratoires à moyens modestes.

2. MATERIAUX UTILISES

Le choix des matériaux utilisés s'est fait en fonction de sa disponibilité dans le marché local.

Le ciment utilisé est de type CEM II/A 42.5 (85 % de Clinker ; 3 % de Gypse ; 10 % de Pouzzolane et 2 % de Calcaire sableux). Il provient de la cimenterie de Béni-Saf (Wilaya d'Aïn Temouchent).

Les fillers calcaires proviennent de la carrière de Sidi Abdelli situé à 12 Km de Tlemcen. La roche est de nature calcaire dolomitique.

Tableau 1. Caractéristiques physiques du ciment et du filler calcaire

	Masse volumique absolue (kg/m ³)	Surface spécifique (cm ² /g)
Ciment	3,071	3598
Filler calcaire	2720	2900

L'adjuvant utilisé est un Plastifiant/Réducteur d'eau de nouvelle génération à base de polycarboxylates modifiés, désigné sous l'appellation « PLASTOCRETE TECHNO 7 ». Il contient 30% d'extrait sec, une densité égale à 1,120 et un pH de 4,7.

3. MATERIELS ET METHODES D'ESSAIS

3.1. Essais d'étalement au mini-cône

Un test d'ouvrabilité a été mis en œuvre par le programme LMDC de Toulouse, il s'agit du mini-cône. Ce matériel (figure 1.) dispose des dimensions proportionnelles à celles du cône d'Abrams [1] (D.L. Kantro, 1980). Il permet de mesurer le diamètre d'étalement d'un volume de pâte de ciment sur une plaque horizontale.

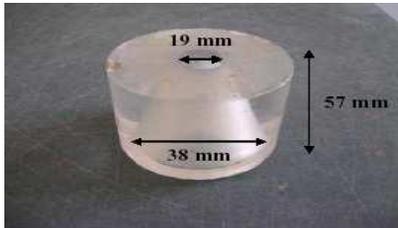


Figure 1. : mini-cône pour la mesure d'étalement.



Figure 2. Essai au cône de Marsh.

3.2. Essai au cône de Marsh

Le principe de l'essai consiste à enregistrer le temps requis pour faire couler un volume donné de pâte à travers une buse. Le volume initial de la pâte versé dans le cône est de 150 ml (NF P 18-358) (figure 2.). Le temps d'écoulement est lié à la fluidité de la pâte. Plus le temps d'écoulement est long, plus la fluidité est faible.

4. COMPOSITION ET PREPARATION DES PATES DE CIMENT

Pour les différents mélanges, une large gamme de valeurs des constituants a été considérée. Le liant (L) sera constitué de ciment et de filler (C+F) avec une substitution du ciment qui va jusqu'à 40%. Le dosage du plastifiant (P) est compris dans la plage du dosage recommandé par le fabricant (0,4 à 0,6%). La pâte de ciment est élaborée en passant successivement du mélange liquide composé de deux constituants (E+P) au mélange complet à quatre constituants (E+P+C+F) comme indiqué sur la figure 3.

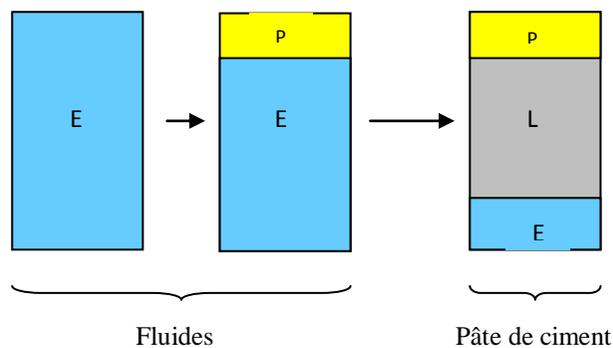


Figure 3. : Confection de la pâte cimentaire.

Les compositions des différentes pâtes de ciment sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2. : Compositions des pâtes testées.

Ciment (%)	90	80	70	60
Filler (%)	10	20	30	40
E/L	0,30 – 0,35 – 0,40 – 0,43 – 0,48			
Plastifiant (%)	0,3 – 0,4 – 0,45 – 0,5 – 0,6 – 0,7			

Le rôle de l'expérimentateur ainsi que la démarche expérimentale utilisée dans l'élaboration de la pâte de ciment sont deux éléments importants, compte tenu de la sensibilité du comportement de cette

dernière. La pâte de ciment est confectionnée à partir des quatre composantes (ciment, filler, plastifiant, eau) selon la méthode décrite dans le tableau 3.

Tableau 3. : Procédure de malaxage des pâtes de ciment [2] (P.C. Aitcin, 2001).

Instant	Etape	Durée du malaxage
-	Ajout E et P	
T ₀	Ajout du C + F	150 s
T ₀ + 150	Arrêt et raclage du bol	15 s
T ₀ + 165	Reprise du malaxage	60 s
T ₀ + 225	Fin du malaxage	

5. RESULTATS ET DISCUSSION

5.1. Consistance et aspect visuels



Figure 4. : Aspects visuels des pâtes confectionnées.

Parmi les différentes compositions de pâte de ciment, il y a celles qui ont présentées un aspect plastique où l'étalement au mini-cône ainsi que l'écoulement au cône de Marsh n'ont pas pu être mesurés, c'est l'exemple de la pâte de ciment de rapport E/L=0,35, un taux de filler substitué de 10% et un dosage en plastifiant P = 0,5% (figure 4a.).

En revanche, la pâte de ciment composée avec un rapport E/L= 0,43, un taux de filler substitué de 40% et un dosage en P= 0,7% s'écoulait mais on pouvait observer une ségrégation sur le pourtour de la galette (figure 4b.).

Enfin, la figure 4.c montre une pâte homogène et parfaitement formée, retenue pour les mesures d'étalement et d'écoulement au cône de Marsh (F=30%, E/L= 0,45, P= 0,5%).

Nous avons pu constater l'augmentation du diamètre d'étalement (diminution du seuil de cisaillement) ainsi que la diminution du temps d'écoulement (diminution de la viscosité) de la pâte de ciment par effet du plastifiant. Aussi, le dosage du filler a une influence sur ces deux réponses. A dosage constant en plastifiant P et en eau E, nous avons constaté une augmentation du diamètre d'étalement et une diminution de la viscosité suivant une augmentation du dosage en filler. Ce qui montre que, le filler calcaire utilisé a une faible demande en plastifiant (surface spécifique plus faible que celle du ciment substitué).

6. ANALYSE PAR PLAN DE MELANGES

6.1. Domaine expérimental

Notre programme expérimental a permis de comprendre le rôle joué par les différents paramètres séparément (dosages en filler, plastifiant et dosage en eau) sur les propriétés de la pâte de ciment ; il a permis aussi de déterminer un domaine expérimental où les mélanges sans réponses sont évités garantissant ainsi dans ses limites inférieure et supérieure, un ensemble de mélanges homogènes et stables, aux propriétés d'écoulement mesurables. Notre domaine expérimental se présente comme suit :

$$\begin{cases} 10 \% \leq F \leq 40 \% \\ 0,4 \% \leq P \leq 0,6 \% \\ 0,43 \leq \frac{E}{L} \leq 0,48 \\ 0,41 \leq \Gamma \leq 0,43 \end{cases} \quad (1)$$

Nous définirons un plan de mélange vue que le programme expérimental réalisé n'offre pas la possibilité de juger l'importance d'un paramètre par rapport à un autre paramètre, ou plutôt de classer les paramètres par niveau d'influence sur une réponse donnée.

Nous prendrons en compte un autre paramètre qui est la concentration volumique en solides (Γ) du mélange pâte de ciment. Elle prend en considération les suspensions solides issues du ciment, du filler et du plastifiant.

Ainsi, nous aurons à traiter un plan de mélange à 4 facteurs (C, F, E et P) pris en proportions volumiques, dont la somme est égale à l'unité. Ce qui veut dire qu'ils sont dépendants les uns des autres. Le domaine expérimental est contraint par la relation suivante:

$$C + F + P + E = 1 \quad (2)$$

6.2. Construction de la matrice d'expérience

En travaillant sur les mélanges, nous utilisons des modèles mathématiques empiriques de forme polynomiale qui relie la variation des propriétés des mélanges à la variation du dosage des constituants. Le degré du polynôme doit être choisi par un compromis entre la précision désirée et le nombre maximum d'expériences que l'on peut tolérer. En général, ce degré est au moins égal à 2 pour tenir compte des courbures ainsi que des synergismes et antagonismes entre les constituants.

Dans le cas de notre étude, nous avons un modèle mathématique de degré 2, reliant une réponse Y (Y1 pour le diamètre d'étalement et Y2 pour le temps d'écoulement) aux proportions des constituants X_i (les facteurs), qui s'écrit sous la forme générale suivante :

$$Y = \sum_{i=1}^k \beta_i \cdot X_i + \sum_{i < j}^k \sum_j^k \beta_{ij} \cdot X_i \cdot X_j \quad (3)$$

Les coefficients du polynôme β_i et β_{ij} sont à déterminer pour chaque réponse.

Les paramètres X_i et X_j correspondent aux proportions volumiques des constituants.

La forme matricielle de l'équation (3) peut alors s'écrire sous la forme suivante :

$$[Y] = [X] \cdot [B] + [\varepsilon] \quad (4)$$

[Y] étant le vecteur colonne des réponses expérimentales, [X] la matrice d'expériences, [B] le vecteur colonne des coefficients du modèle et $[\varepsilon]$ le vecteur colonne des erreurs expérimentales.

Pour le traitement d'un plan de mélanges, nous transformons les contraintes relationnelles que nous avons définies, en équations arithmétiques. C, F, P et E sont respectivement les proportions volumiques des constituants : ciment, filler, plastifiant et eau.

$$\begin{aligned} C + F + P + E &= 1 \\ -0,1129 C + F &\geq 0 \\ 0,4516 C - F &\geq 0 \\ -0,01096 C - 0,0097 F + P &\geq 0 \\ 0,0164 C + 0,0145 F - P &\geq 0 \\ 0,59 C + 0,59 F - 0,11 P - 0,41 E &\geq 0 \\ -0,57 C - 0,57 F + 0,13 P + 0,43 E &\geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

La résolution de ce système engendre des solutions illustrées sous forme de contraintes inférieures et contraintes supérieures qui délimitent le domaine expérimental.

Tableau 4: Contraintes implicites des facteurs.

Constituant	Notation	Contrainte inférieure implicite	Contrainte supérieure implicite
Ciment	C	0,2811	0,3851
Filler	F	0,041	0,1346
Plastifiant	P	0,0043	0,007
Eau	E	0,5653	0,5869

Pour un plan de mélanges à 4 facteurs, le domaine d'étude constitué est un espace à 4 dimensions. Les points candidats pour le calcul du modèle et la détermination de la matrice d'expériences forment ce qu'on appelle un hyper polyèdre. Ces points sont situés sur les sommets, aux milieux des arêtes, aux milieux des faces et au centre de gravité [3] (A.Mebrouki, 2010).

Compte tenu de la complexité de la résolution du problème, une résolution classique serait quasiment impossible. On utilisera pour le résoudre, le logiciel de traitement de plan de mélanges "STATISTICA", développé par la société (StatSoft).

Le Tableau 5. donne les informations nécessaires à la construction de la matrice d'expériences, générées par le logiciel de traitement.

Tableau 5. : Points de construction de la matrice d'expériences.

Points	Nombre de points
de sommets	8
d'arêtes	12
Nombre de faces de dimension 2	6
Centre de Gravité	1
Points tests internes	11
Total	38

La matrice d'expérience générée par le logiciel est présentée dans le tableau 6.

Tableau 6. : Matrice d'expériences de l'étude et valeurs expérimentales des réponses.

N° Expériences	C (Ciment)	F (Filler)	P (Plastifiant)	E (Eau)	Etalement (cm)	Temps d'écoulement (s)
1	0,295800	0,134600	0,004300	0,565300	14,1	25,65
2	0,293100	0,134600	0,007000	0,565300	15,5	20,4
3	0,385100	0,043150	0,004300	0,567450	12	42,16
4	0,385100	0,041800	0,007000	0,566100	13,7	25,69
5	0,376450	0,041000	0,004300	0,578250	12,5	30
6	0,375100	0,041000	0,007000	0,576900	14	20,69
7	0,288450	0,134600	0,004300	0,572650	14,8	18,02
8	0,287100	0,134600	0,007000	0,571300	16,3	15,39
9	0,294450	0,134600	0,005650	0,565300	15,3	22,27
10	0,340450	0,089950	0,004300	0,565300	12,9	30,16
11	0,339100	0,088600	0,007000	0,565300	14,3	23,03
12	0,385100	0,042475	0,005650	0,566775	12,7	30,01
13	0,375775	0,041000	0,005650	0,577575	14,1	23,25
14	0,287775	0,134600	0,005650	0,571975	15,7	17,03
15	0,332667	0,087367	0,004300	0,575667	13	23,03
16	0,331767	0,086467	0,007000	0,574767	14,8	18,25
17	0,339775	0,089275	0,005650	0,565300	14,2	27,25
18	0,323775	0,083675	0,005650	0,586900	15,5	12,9

6.3. Pâte autoplaçante optimale

Le logiciel STATISTICA offre la possibilité d'optimiser plusieurs réponses du mélange simultanément en cherchant mathématiquement la formulation pour laquelle le modèle postulé donne une réponse qui entre dans l'intervalle des valeurs optimales exigées par l'opérateur. Le logiciel doit se baser sur un degré de satisfaction en fonction de chaque réponse étudiée en faisant intervenir une pondération par la fonction de désirabilité.

La fonction de désirabilité globale D_g à maximiser est la moyenne géométrique des désirabilités d_i des m réponses d'une étude.

$$D_g = \sqrt[m]{d_1 \cdot d_2 \dots d_m} \quad (6)$$

Pour le cas de notre étude, et pour concilier les exigences de fluidité, de viscosité, et d'homogénéité, nous nous sommes basé sur l'expérience de certains auteurs [4] (M.El Barrak, 2005) ,[3] (A.Mebrouki, 2010) qui ont définis les fonctions de désirabilité à l'échelle de la pâte.

6.3.1. Réponse Etalement (Etal) et Ecoulement (Ecou)

La réponse Etalement est parfaitement satisfaisante au-dessus de la valeur de 16 cm, mais elle a une tolérance linéaire jusqu'à la valeur minimale de 14 cm (figure 5.) [4] (M.El Barrak, 2005). Pour la réponse écoulement, C'est une forme de désirabilité bilatérale avec tolérance, dans laquelle les valeurs minimale et maximale sont respectivement 15 et 20 s, la fonction de désirabilité de cette réponse convergerait vers 1 lorsque le temps d'écoulement au cône de Marsh sera entre 17 et 18 s (figure 6.), [3] (A.Mebrouki, 2010).

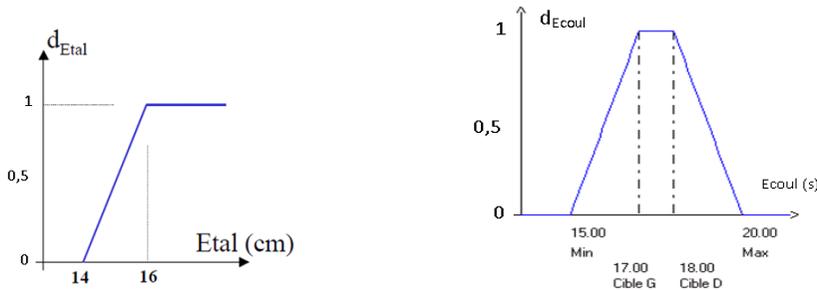


Figure 5. : Forme de la fonction de désirabilité pour les deux réponses étalement & écoulement.

La formulation de la pâte de ciment autoplaçante qui répond à une désirabilité globale D_g égale à 1 générée par le logiciel est présentée dans le tableau 7.

Tableau 7. : Composition du mélange optimal.

Constituant	C	F	P	E
Proportion volumique	0,28779	0,13446	0,00633	0,57142
Dosage (g/l)	883,80	365,73	7,08	571,42

CONCLUSION

A l'issue de cette étude, il a été montré que l'utilisation d'équipement simple tel que le mini-cône et le cône de Marsh a permis de formuler une pâte autoplaçante à base de matériaux locaux. Notre point de départ a été l'élaboration d'un programme expérimental qui nous a permis de comprendre l'influence de chaque constituant sur le comportement de la pâte de ciment et délimiter un domaine expérimental où tous les mélanges présentent des caractéristiques mesurables.

Nous sommes passé à une étude par plan de mélange qui prend en compte des paramètres dépendant comme les constituants de notre pâte de ciment où nous avons déterminé une matrice d'expérience à laquelle nous avons relié les deux réponses qui sont l'étalement au mini-cône et l'écoulement au cône de Marsh.

En introduisant le critère de désirabilité de ces deux réponses, grâce au logiciel STATISTICA, nous avons pu obtenir une formulation de la pâte autoplaçante optimale. Partant de cette formulation de pâte de ciment aux propriétés autoplaçantes et qui, additionné à un squelette granulaire donné, aboutira à l'obtention d'un béton autoplaçant.

Bibliographiques

- [1] D.L. KANTRO (1980), *Influence of water-reducing admixtures on properties of cement paste, a miniature slump test, cement, Concrete and aggregates*.2:2, pp 95-102.
- [2] P.C.Aitcin (2001), *Le béton à haute performance* Eyrolles, France.
- [3] A. MEBROUKI. (2010), *Etude et formulation d'un béton autoplaçant à base de matériaux locaux au jeune âge*, thèse de doctorat. Université de Mostaganem. Algérie.
- [4] M. El Barrak (2005), *Contribution à l'étude de l'aptitude à l'écoulement des bétons autoplaçants à l'état frais*, thèse de doctorat. Université de Nantes. France.

Elaboration et Caractérisation de Nano-biocomposites d'Acétate de Cellulose/Montmorillonite-Chitosane

Dairi N.¹ & Ferfera-Harrar H.¹

¹Laboratoire des Matériaux Polymères, Faculté de Chimie, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, USTHB, Alger, Algérie.

dairi.nassima@yahoo.fr

Résumé : Les nano-biocomposites à matrices biopolymères issus de ressources renouvelables renforcées par les silicates lamellaires représentent, par rapport aux nanocomposites à matrices polymères non dégradables, une nouvelle étape technologique basée sur l'éco-conception de matériaux à forte valeur ajoutée.

Dans ce contexte, de nouveaux nano-biocomposites à matrice d'acétate de cellulose (AC) et à nanocharge la montmorillonite organo-modifiée par le chitosane (MMT-Cs), ont été élaborés selon la voie solvant. L'étude s'est focalisée sur l'effet du taux d'argile (2, 5 et 8 %) sur la morphologie et les propriétés thermiques des nano-hybrides.

L'organo-modification de la MMT-Na a été confirmée par Diffraction des Rayons X (DRX) et Analyse Thermogravimétrique (ATG). Les biomatériaux obtenus ont été caractérisés par Infra Rouge à Transformée de Fourier (FTIR). L'analyse par DRX de l'état de dispersion de l'argile MMT-Cs au sein de la matrice a permis de suggérer une structure mixte intercalée/exfoliée partiellement avec coexistence d'agrégats. La stabilité thermique des nano-hybrides, estimée par l'ATG, a été améliorée par rapport à celle de l'AC, et qui se justifie par l'augmentation de la température de début de dégradation ($T_{d\text{ onset}}$), dont la valeur la plus élevée a été obtenue en présence de 5% en MMT-Cs. Par ailleurs, les températures de transition vitreuse (T_g) et de fusion (T_f), déterminées par analyse Différentielle Calorimétrique à Balayage (DSC) n'ont pas été affectées de manière significative par l'ajout de l'argile.

Mots - clés: Nano-biocomposites, Acétate de cellulose, Chitosane, Montmorillonite, Propriétés thermiques.

1. INTRODUCTION

Les polymères issus de ressources renouvelables, apparaissent sur le marché mondial et deviennent une alternative aux matériaux polymères issus de ressources fossiles, ils sont biodégradables, non toxiques et biocompatibles. Cependant, ils présentent certaines faiblesses intrinsèques telles que, la sensibilité à l'eau et les propriétés mécaniques insuffisantes. Leur renforcement par des argiles peut être une solution pour palier à ces limitations. L'acétate de cellulose (AC) est le plus important des dérivés esters de la cellulose en raison de sa biodégradabilité, ses propriétés filmogènes, sa clarté optique, sa rigidité, sa stabilité thermique et l'abondance de sa source renouvelable. Il est considéré comme un excellent candidat pour l'élaboration de nanocomposites AC/argile [1-3]. L'objectif de cette étude est de développer des nano-biocomposites à matrice d'acétate de cellulose et de montmorillonite organo-modifiée par le chitosane. L'effet de l'ajout de l'argile sur la structure et les propriétés thermiques de ces biomatériaux a été étudié par différentes techniques.

2. PARTIE EXPERIMENTALE

2.1. Matériels

Acétate de cellulose (39,8 % en acétyle, $M_n = 30000$ g/mol, $DS=2,45$) commercialisé par Sigma-Aldrich. Montmorillonite sodique de Maghnia ($< 2\mu m$) fournie par ENOF d'Algérie. Chitosane (DD: 75-85%) fournie par Sigma Aldrich.

2.2. Méthodes

2.2.1 Organo-modification de la montmorillonite sodique (MMT-Na) par le chitosane

L'organo-modification de la MMT-Na par le chitosane a été réalisée selon la méthode suivante: 1g de chitosane a été solubilisé dans 150ml d'une solution d'acide acétique 1% (v/v) à 60°C, le pH est ajusté à 4,9 par NaOH. La solution obtenue est additionnée à la suspension de MMT 2% (m/v) traitée aux

ultra-sons, sous agitation mécanique à 60°C durant 4 h. La MMT-Cs est récupérée par centrifugation, lavée à chaud avec de l'eau distillée, puis séchée à 60°C.

2.2.2 Elaboration des films des nano-biocomposites AC/MMT-Cs

Les biomatériaux AC/MMT-Cs ont été préparés à température ambiante en présence du mélange acide acétique /eau, à des taux en argile de 2, 5 et 8 %. Une suspension de MMT-Cs est rajoutée à la solution d'AC, le mélange obtenu est laissé sous agitation pendant 24 h. Après une sonication de 15 mn, la suspension est étalée sur une plaque en verre, les films ainsi formés sont séchés à l'étuve.

3. CARACTERISATION

L'analyse DRX a été effectuée sur un appareil de type BRUKER D8 ADVANCE (raie $K\alpha$ du cuivre, $\lambda = 1.54 \text{ \AA}$ à $0,01^\circ/s$). L'analyse par ATG a été réalisée sur un appareil TGA Q500, à $10^\circ C/mn$ et sous courant d'azote. Les températures de transition vitreuse (T_g) ont été déterminées à l'aide d'un appareil DSC Q100 de type Perkin Elmer à une vitesse de chauffe de $10^\circ C/mn$ sous azote.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Mise en évidence de l'organo-modification de la MMT-Na

L'analyse de diffraction des RX des montmorillonites sodique et organo-modifiées par le Cs est illustrée sur la figure 1. Nous remarquons le déplacement du pic de diffraction de la MMT-Na à $2\theta = 6,76^\circ$ vers les petits angles, correspondant à une augmentation de la distance interfoliaire d_{001} de 1,30 à 1,56 nm ($2\theta=5,66^\circ$) et à 1,94 nm ($2\theta=4,54^\circ$), due aux deux modes d'intercalation du Cs dans l'espace inter-feuillet de la MMT, mono et bi-couche, respectivement [4, 5].

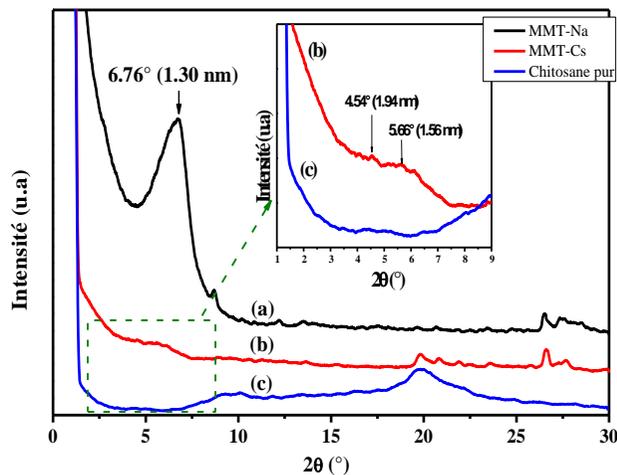


Figure 1: Diffractogrammes de DRX de: (a) MMT-Na; (b) MMT-Cs ; (c) Chitosane pur.

L'étude thermique par ATG de la MMT-Cs a également mis en évidence l'organo-modification de la MMT-Na comme la montre la figure 2. Trois étapes de dégradation sont observées. La première étape au dessous de $125^\circ C$ traduisant la perte de l'eau de l'hydratation, la seconde comprise entre 170 et $570^\circ C$, correspond à la dégradation des chaînes de chitosane insérées dans l'espace inter-feuillet de la MMT. Une dernière étape au delà de $570^\circ C$, est relative à la dégradation de la MMT. Le taux de Cs calculé à partir de la seconde étape est de l'ordre de 10%.

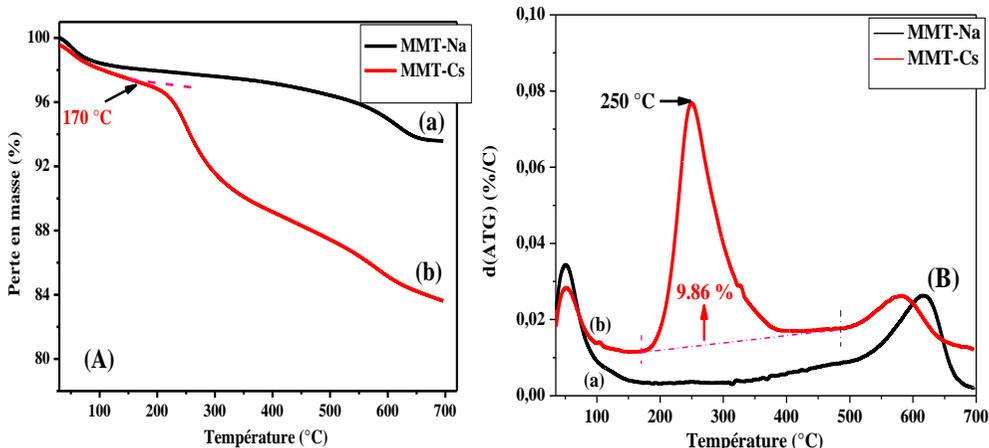


Figure 2 : Thermogrammes (A) ATG et (B) d(ATG) de : (a) MMT-Na, (b) MMT-Cs

3.2 Etude des nano-biocomposites AC/MMT-Cs

La figure 3 regroupe les spectres FTIR de l'acétate de cellulose et de ses biocomposites. Le spectre d'AC présente principalement les bandes d'absorption des vibrations ν_{O-H} à 3471 cm^{-1} de la fonction alcool, $\nu_{C=O}(\text{sym})$ de la fonction ester libre à 1747 cm^{-1} et ν_{C-O} des groupements acétyles à 1238 cm^{-1} . L'analyse des spectres des biomatériaux montre l'apparition de nouvelles bandes additionnelles caractéristiques de l'argile à 839 , 718 et 475 cm^{-1} . Un élargissement de la bande à 1747 cm^{-1} a été également observé. Ce résultat peut être attribué à la présence d'interactions de type liaison hydrogène entre les groupements carbonyles de la matrice et ceux de la MMT modifiée tels que les hydroxyles.

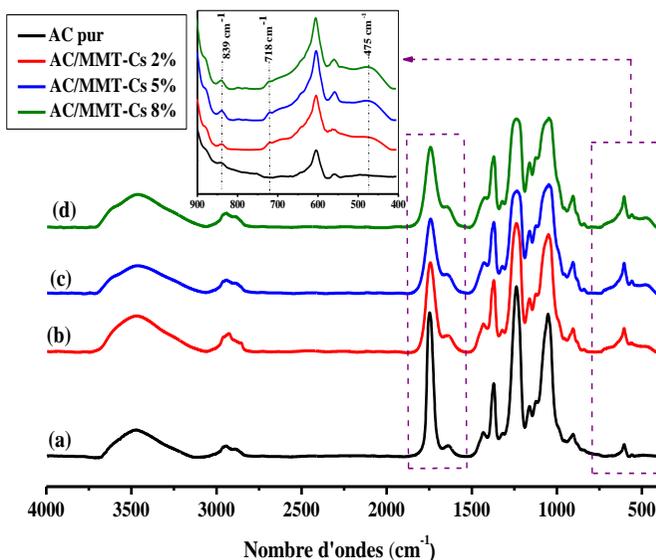


Figure 3 : Spectre FTIR de l'acétate de cellulose et des biocomposites AC/MMT-Cs

Les diffractogrammes de la MMT-Cs, AC pur et des biocomposites AC/MMT-Cs à différents taux en nanocharge sont présentés sur la figure 4. Dans le cas des nano-hybrides, aucun déplacement des pics de diffraction de la MMT-Cs n'a été observé. Ce résultat suggère la formation d'une structure intercalée désordonnée ou intercalée/exfoliée avec présence de quelques agrégats.

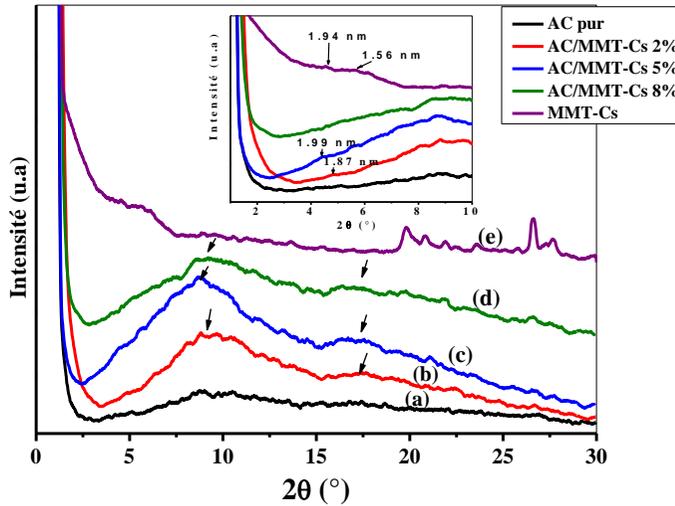


Figure 4 : Diffractogrammes DRX de l'AC, de la MMT-Cs et des biocomposites AC/MMT-Cs.

Les thermogrammes ATG et d(ATG) de l'AC et des nano-biomatériaux AC/MMT-Cs sont illustrés sur la figure 5. Les thermogrammes montrent une élévation des températures de début de dégradation $T_{d(\text{onset})}$ des nano-hybrides AC/MMT-Cs par rapport à celle de l'AC pur. Cette amélioration de la tenue thermique est due aux effets barrières des feuillets de la MMT [6]. La meilleure stabilité, avec $T_{d(\text{onset})}$ de l'ordre de 270°C, est observée à 5 % en MMT-Cs. La formation du résidu à 575 °C est bien observée avec l'augmentation du taux d'argile. En outre, les températures de dégradation maximales $T_{d(\text{max})}$ augmentent très peu, la valeur maximale enregistrée est de seulement 6°C [7].

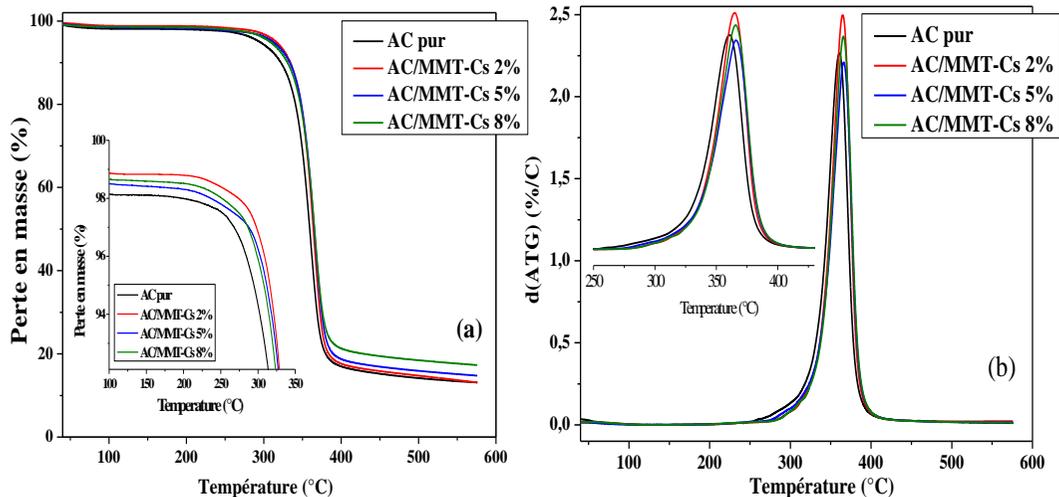


Figure 5 : Thermogrammes (a) ATG et (b) d(ATG) de l'AC et des biocomposites AC/MMT-Cs

Les (T_g) et de fusion (T_f) de l'acétate de cellulose pur et des nano-biocomposites sont illustrées dans la figure 6. L'incorporation de la MMT-Cs au sein de la matrice n'a pas d'effet significatif sur la température de transition vitreuse, et a peu affecté la température de fusion [8]. Le tableau 1 regroupe les paramètres thermiques de l'ATG et de la DSC.

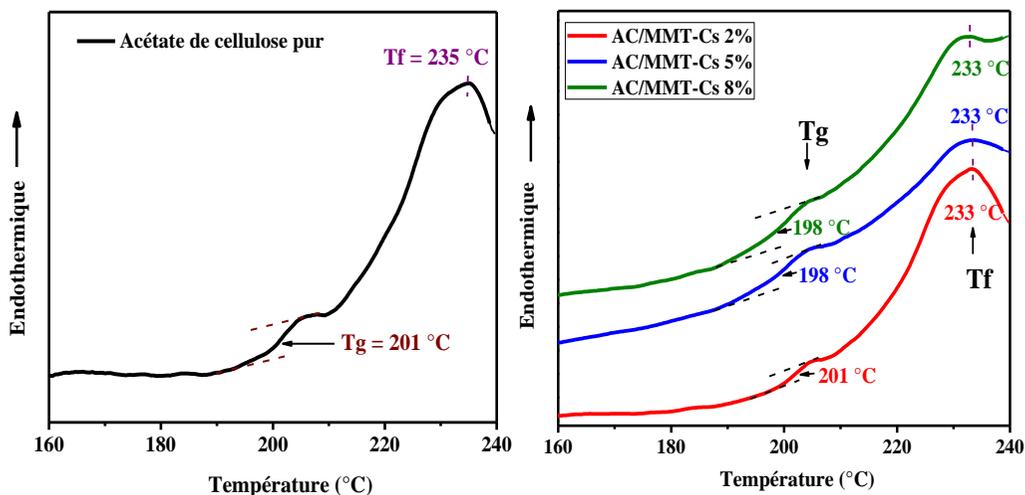


Figure 6 : Thermogrammes de DSC de l'AC et des nano-biocomposites AC/MMT-Cs
Tableau 1 : Les paramètres thermiques de l'ATG et de la DSC de l'AC et de ses nano-biocomposites

Taux d'argile (%)	Analyse par ATG			Analyse par DSC	
	T _d (onset) (°C)	T _d (max) (°C)	Résidu (%) à 575 °C	T _g (°C)	T _f (°C)
0 (AC)	240	360	13.13	201	235
2	267	365	13.14	201	233
5	270	366	14.77	198	233
8	252	365	17.31	198	233

CONCLUSION

Une nouvelle série de nano-biocomposites à base d'acétate de cellulose (AC) et de montmorillonite bio-modifiée par le chitosane a été élaborée par voie solution. L'étude par DRX a suggéré la formation d'une nanostructure mixte intercalée/exfoliée partiellement, traduisant le développement d'interactions de type liaison hydrogène entre l'AC et la MMT-Cs. La stabilité thermique des nano-biocomposites a été significativement améliorée par l'ajout de la nanocharge. Le meilleur gain de stabilité est atteint pour le nano-hybride à 5% en MMT-Cs. Les températures de transition vitreuses n'ont pas été affectées d'une manière significative par l'ajout de la MMT-Cs.

Bibliographie

- [1] F. C. Kung, W. L. Chou, M. C. Yang. 2006. In vitro evaluation of cellulose acetate hemodialyzer immobilized with heparin. *Polymers Advanced Technologies*, 17, 453-462.
- [2] A. Sarbu, M. Norberta de Pinho, M. do Rosário Freixo, F. Goncalves, I. Udrea. 2006. New method for the covalent immobilization of a xylanase by radical grafting of acrylamide on cellulose acetate membranes. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(1), 125-130.
- [3] N. Hoenich. 2006. Cellulose for medical applications: Past, Present, and Future. *Bioresources*, 270-280.
- [4] M. Darder, M. Colilla, E. Ruiz-Hitzky. 2003. Biopolymer – clay nanocomposites based on chitosan intercalated in montmorillonite. *Chemistry Materials*, 15, 377-3780.
- [5] Y. S. Han, S. H. Lee, K. H. Choi, I. Park. 2010. Preparation and characterization of chitosan – clay nanocomposites with antimicrobial activity. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 71, 464-467.
- [6] P. Dubois, M. Alexandre. 2000. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials. *Materials Science Engineering*, 28, 1-63.
- [7] M. Misra, H. Park, A. K. Mohanty, L.T. Drazal. 2004. Injection molded green nanocomposite materials from renewable resources. *Proceedings of Global Plastics Environmental Conference (GPEC)*, 18-19.
- [8] G. Siva kumar, R. Nanthini, G. Suganya. 2009. Studies on aliphatic-aromatic random copolyester-based nano-biocomposite materials Indian, *Journal Science Technologies*, 2 (1), 26-29

IV.SNMPE (No. I-2-253) 2012

Conséquence de la dilution de résine époxy sur les caractéristiques de l'état réticulé.

Aribi C.¹, Halimi R.², Bezzazi B.¹

¹ *Unité de recherche- Matériaux, Procédés et Environnement, Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, Algérie*

² *Centres de soudage et contrôle, Cheraga, Algérie*

MGMchouaib@gmail.com

Résumé : L'utilisation de la matrice époxy à son état primitif présente des difficultés technique pour certaines méthodes d'élaboration tel que l'injection sous vide, pour cela, cette résine est très sauvant diluée afin de diminuer la viscosité et d'augmenter le temps de gel. L'objectif de ce travail est basé sur l'influence de cette modification sur les propriétés de la matrice réticulée.

Les résultats obtenus montrent que la dilution permet de diminuer la viscosité de la résine et facilite ainsi la technique d'élaboration, par contre les performances mécanique sont dégrader par rapport à une résine témoinne.

Mot clés : résine époxy, diluant, viscosité, temps de gel.

IV.SNMPE (No. I-1-255) 2012

Contribution à l'étude de la stabilisation chimique des argiles par la chaux Application au dimensionnement des chaussées.

Amri. S Ait Mokhtar. K

USTHB,FGC, Bab Ezzouar Alger, Algérie

saliamri@yahoo.fr

Résumé : Le traitement des sols aux liants hydrauliques constitue dans plusieurs pays une technique économique pour la construction des plateformes routières et ferroviaires. En effet, lors des travaux de terrassement de grands projets routiers et ferroviaires, un traitement de sol peut être la réponse à divers problèmes : nécessité de passer dans les sols excessivement humides, besoin d'améliorer les caractéristiques géotechniques.

Cette technique permet une utilisation optimale des matériaux du site tout en amenant des bénéfices en termes d'économie des ressources naturelles, de minimisation des transports et donc de réduction de l'impact vis-à-vis de l'environnement.

Notre travail s'inscrit dans cette thématique et on se propose d'étudier, en laboratoire, l'effet de l'incorporation de différents teneurs en chaux (3, 5, 7 et 9%) sur les caractéristiques d'un sol argileux. On s'intéressera en particulier à cet effet sur la valeur des limites d'Atterberg, du Californien Bearing Ratio CBR et de la résistance à la compression simple à différents âges des éprouvettes (7, 14 et 28 jours). On montrera que le traitement à la chaux permet de diminuer l'indice de plasticité et d'augmenter la valeur de l'indice CBR et de la résistance à la compression. Au travers d'un calcul de dimensionnement de chaussée. On mettra en évidence le gain considérable en termes d'épaisseur de couches de chaussées lorsque le matériau est traité à la chaux.

Mots clés : Traitement, chaux, dimensionnement, chaussée, argile.

Synthesis, Swelling and Thermal Properties of Chitosan-graft-Poly(acrylamide) Biodegradable Superabsorbents

Aiouaz N. *¹, Ferfera-Harrar H. ¹, Dairi N.¹

¹ Materials Polymer Laboratory, Dept of Macromolecular Chemistry, University of Sciences and Technology Houari Boumediene USTHB, Algiers, Algeria.

aiouaz_nacera@yahoo.fr

Résumé: Material's biodegradability has been widely focused on because of the renewed attention to environmental protection issues. Owing to their exceptional properties, i. e. biocompatibility, biodegradability, renewability and non-toxicity, polysaccharides are the most part of the natural-based superabsorbent polymers (hydrogels). The graft copolymerization of vinyl monomers onto chitosan is a convenient way to prepare superabsorbents materials with improved biodegradability and further bioactive functions like antibacterial activity.

In the current study, biodegradable superabsorbents polymers were synthesized by grafting polyacrylamide (PAAm) chains onto chitosan (Cs) through free radical polymerization, using potassium persulfate (KPS) as an initiator and N,N'-methylenebisacrylamide (NMBA) as a crosslinker. The chitosan-based network formation was investigated by Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR), Differential Scanning Calorimetry (DSC) analysis and Thermal Gravimetric Analysis (ATG). The effect of weight ratio of Cs to AAm monomer on the swelling properties of the superabsorbents was investigated in different aqueous solutions: deionized water, saline solution (NaCl 0.9 wt %) and two buffer solutions acidic, pH 4 and basic pH10. The water absorption capacity of the obtained hydrogels in different swelling media diminished as the chitosan concentration increased. Also, thermal stabilities were improved as compared to that of PAAm network.

Keywords: Superabsorbent, Chitosan, Polyacrylamide, Graft copolymerization, Swelling properties, Thermal stability.

1. INTRODUCTION

Superabsorbents polymers (SAP) or hydrogels are the three-dimensional crosslinked polymeric networks that swell in water or biological fluids up to several times their initial volume. Owing to their excellent properties, superabsorbents have received considerable research and have been used in many fields like disposable diapers, feminine napkins, agriculture, cosmetic and medicine for drug-delivery systems [1, 2]. However, about 90% of superabsorbents are used in disposable articles, and most of them are synthetic polymers, which are poor in degradability, and then there remains an environmental problem. Incorporation of biodegradable and renewable natural high polyols such as starch, cellulose and chitosan, is an efficient rout to improve biodegradability of corresponding superabsorbent materials and has drawn much attention. The chitosan, a polysaccharide from chitin, is one of the most abundant biomass sources in the world. Its reactive $-NH_2$ and $-OH$ groups are convenient for graft polymerization of hydrophilic vinyl monomers, making this is an efficient way to acquire hydrogels with novel properties. It has been reported previously that superabsorbent from chitosan has antibacterial activities and thus suitable in infant diapers, feminine hygiene products and other special fields [3]. Hence, superabsorbents polymers prepared through graft polymerization of AAm onto Cs backbones, not only improve their biodegradability but also reduces dependence on petrochemical-derived monomers.

In this work, Cs-g-PAAm superabsorbents were developed at various chitosan contents, with the aim to study their swelling properties in different media as well as their thermal stability.

2. EXPERIMENTAL PART

2.1. Materials

Acrylamide 99 %, chitosan with medium molecular weight and 75 % of deacetylation degree, N,N'-methylenebisacrylamide (NMBA), potassium persulfate (KPS) were used as received.

2.2. Preparation of CS-g-PAAm superabsorbents

A series of CS-g-PAAm superabsorbents was prepared at various weight ratio of Cs to AAm according to the following procedure, An appropriate amount of CS was dissolved in 30 ml 1% (v/v) acetic acid solution in three-neck flask, equipped with a reflux condenser, a funnel, a nitrogen line and a magnetic stirrer. After being purged with nitrogen to remove the dissolved oxygen, the flask was placed in water bath preset at 60 °C for 20 min. Then 2 wt % of KPS was added to the chitosan solution and the resulting mixture was gently stirred for an additional 15 min (delay time) at 60 °C to generate radicals. Following this, the mixed solution of AAm (5 g) and 1wt % of NMBA, previously introduced into the funnel and degassed for 15 min, was added to the flask and the gelation was observed within 30 min. The mixture reaction was stirred for another 3 h, after which the resulting gel was allowed to cool to ambient temperature, neutralized to pH 8 with NaOH solution. The swollen products were immersed in an excess of deionized water, washed repeatedly, and then dewatered with methanol (500 mL) for 24 h. The particles were filtered, washed with methanol and dried at 60 °C. Next, the product was ground and stored away from moisture, heat and light.

2.3. Characterizations

Attenuated Total Reflectance Fourier transform infrared (ATR-FTIR) spectra of samples were performed on Bio-Rad 162 spectrometer. Glass transition temperatures (T_g) of dried hydrogels samples were determined under nitrogen purge using a TA instruments Q100 Differential Scanning Calorimetry (DSC) from 30 to 230 °C at heating rate of 10 °C/min. DSC curves were obtained from the second heating run, after the first run of heating up to 160 °C. Thermogravimetric analysis (TGA) was performed on a Q500 analyzer under nitrogen from 30 to 600 °C with a heating rate of 10 °C/min.

2.4. Swelling study

The swelling behavior of the superabsorbents was measured gravimetrically, at 30 °C. An accurately weighed dried sample (0.1g) was immersed in different swelling media, doubly distilled water, saline solution and buffer solutions (pH 4 and 10) and allowed to soak at room temperature to reach the swelling equilibrium. The weight of the swollen samples was measured against time after the excess surface water was removed by gently tapping the surface with a filter paper. The equilibrated water absorbency (W_{∞}) was calculated using the following equation:

$$W_{\infty} (\text{g. g}^{-1}) (\%) = [(W_s - W_d) / W_d] \cdot 100 \quad (1)$$

Where W_d and W_s are the sample's weight in the dry and the swollen states, respectively.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3. 1. FTIR analysis and mechanism of superabsorbent formation

Figure 1 shows FTIR-ATR spectra of pure Cs, PAAm and Cs-g-PAAm samples. PAAm displays mainly a broad band around 3350 cm^{-1} and 3190 cm^{-1} due to the $\nu_{\text{N-H}}$ (coupled with hydrogen bonding). The bands at 1650, 1598 and 1320 cm^{-1} are ascribed to amide I ($\nu_{\text{C=O}}$), amide II ($\delta_{\text{N-H}}$), amide III ($\nu_{\text{C-N}}$), respectively. Because both components of the Cs-g-PAAm gels have mainly the characteristic bands in the same regions, it was difficult to assign precisely the peaks found in the spectra grafted gels and to get a clear image about their structural features. So, besides the bands of PAAm in the spectra of Cs-g-PAAm gels, only one additional band characteristic of Cs appears in a region non disturbed by PAAm bands near 1080 cm^{-1} that is assigned to skeletal vibration $\nu_{\text{C-O-C}}$ of piranose ring. All other bands of Cs are overlapped with those of PAAm. This result indicates the grafting of PAAm onto Cs backbones.

Previous studies provided evidence that vinyl monomer can graft-copolymerized onto chitosan [4]. The persulfate initiator decomposed under heating to generate sulfate anion-radicals, that abstract hydrogen from -OH groups of chitosan backbones to form radicals. This persulfate-saccharide redox system results in active centers capable of radically initiate polymerization of AAm leading to graft copolymer. Since the NMBA agent is presented in the system, the copolymer comprises a crosslink structure.

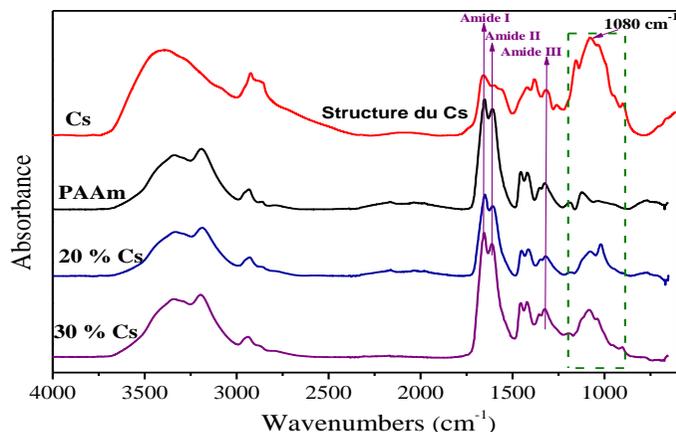


Figure 1: ATR-FTIR spectra of PAAM, Cs and Cs-g-PAAM superabsorbents polymers.

3. 2. Swelling properties

The effect of the pH swelling media at different Cs to AAm weight ratios on the equilibrium swellings of the superabsorbents are depicted in Figure 2.

Regardless swelling media, the swelling capacity decreases when the hydrogel's chitosan content is increased. This result suggests that the Cs trapped in the hydrogel occupies more of the free space volume in the polymeric network, thus decreasing the volume available for swelling. Moreover, considering that the Cs has a hydrophobic nature, when its content is increased, the hydrophilic character of the hydrogel is decreased. More importantly, addition of Cs can increase the effective cross-linking density of PAAM network through both covalent and hydrogen bonding between these compounds, resulting in the decreased swelling ability of superabsorbent. [5]

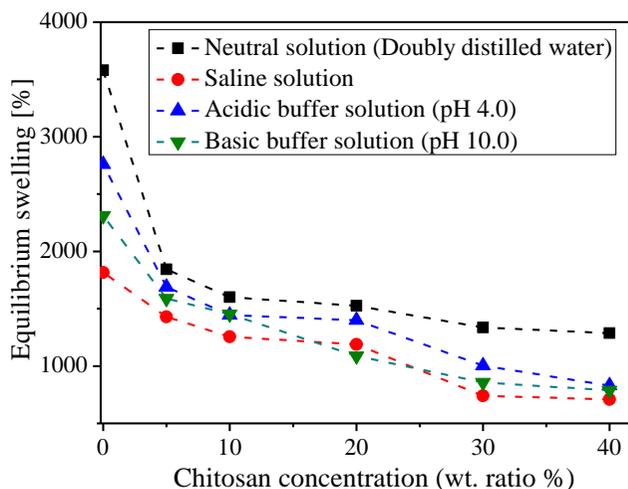


Figure 2: Equilibrium swelling (%) as function of the Cs content for in different swelling media.

Otherwise, Whatever the Cs contents the equilibrium swelling of Cs-g-PAAM was higher under acidic condition than that in basic one. Indeed, in acidic environments, the swelling is controlled mainly by the amino group (NH_2) on the C-2 carbon of the chitosan component. It is a weak base with an intrinsic pKa of about 6.5, and so it gets protonated and the increased charge density on the polymer should enhance the osmotic pressure inside the gel particles because of the $\text{NH}_3^+ - \text{NH}_3^+$ electrostatic repulsion. This osmotic pressure difference between the internal and external solution of the network is balanced by the swelling of the gel. In basic medium, the NH_3^+ groups change back to NH_2 and the swelling osmotic pressure decreases. In a neutral pH (distilled water), the NH_2 groups are not ionized and the ionic strength is smaller than that in acidic and basic media, therefore having the higher swelling

capacities. In salt solution, the swelling ability is appreciably decreased comparing to the swelling values in distilled water. This result is often attributed to the well-known charge screening effect of the additional cations. Indeed, the osmotic pressure resulting from the mobile ion concentration difference between the gel and aqueous phases decreased and consequently the water absorbency diminished.

3. 3. Thermal properties

Figure 3 shows DSC thermograms of PAAm and grafted superabsorbents. The T_g's of pure PAAm and Cs-g-PAAm superabsorbents are 196 and 200 °C, respectively.

These results are most likely due to the strong interaction between PAAm and Cs through covalent and hydrogen bondings, which acts as additional crosslink, thus reducing sub-chain mobility of both PAAm and Cs and resulting in less flexible network. Another reason is that these hydrogels are also consisting of the rigid 2-amino-2-deoxy-d-glucopyranose chains which promote the stiffness of grafted polymeric networks. Indeed, the T_g of chitosan with semi-crystalline structure is about 207 °C [6,7], had been assumed not to be sensitive enough to be detect since the baseline step was somewhat small.

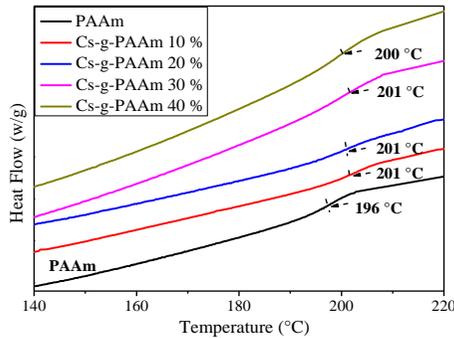


Figure 3: DSC thermograms of PAAm and Cs-g-PAAm superabsorbents.

TGA and d(TGA) curves of PAAm, Cs, and superabsorbents with different Cs contents are shown in Figure 4. PAAm thermogram exhibited three decomposition stages. The first stage between 160 and 220 °C, was attributed to the evaporation of associated water. The second one between 220 and 298 °C was interpreted as a result of the loss of the NH₂ group in the form of ammonia [5]. The third one which started at 298 °C and extended to 475 °C was belonged to the entire degradation of the PAAm chains. In an agreement with DSC analysis, the grafting of PAAm onto Cs backbone is also confirmed by comparing the maximal temperature degradation values (T_{max}) of Cs (298 °C) and PAAm (366 °C) with those of Cs-g-PAAm gels (between 377 and 398 °C).

Improvement in thermal stability of Cs-g-PAAm gels with the increase of Cs content can also be evidenced from the shift of both onset and maximum degradation temperatures (T_{onset}, T_{max}) toward higher values, 38 and 32 °C higher than those of PAAm, respectively. Similar result was reported in PAAm/Cs Semi-interpenetrating networks [8].

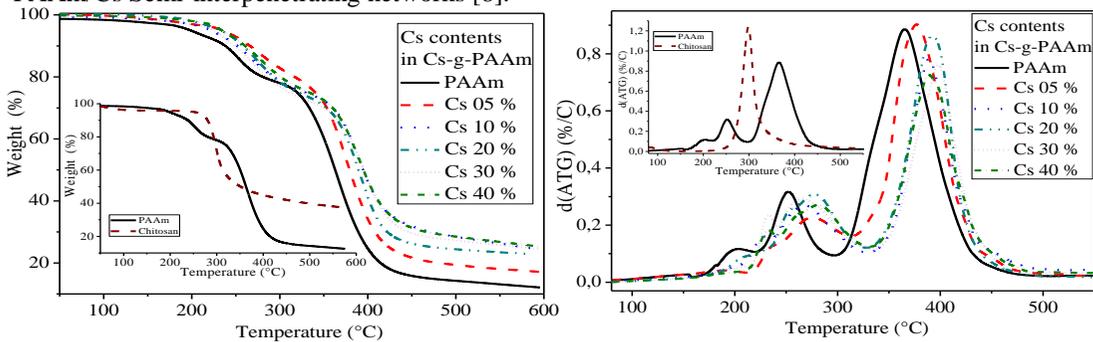


Fig.3 TGA and d(TGA) thermograms of PAAm, Cs and Cs-g-PAAm superabsorbents.

4. CONCLUSION

The synthesis, swelling and thermal properties of superabsorbents based on chitosan are described. The swelling studies, investigated in different pH media and in saline solution, have revealed that the swelling capacity was decreased as the Cs content was increased in the crosslinked network. Also, the higher water absorbing capacity was reached in distilled water. The grafted hydrogels were found to be thermally more stable than both Cs backbone and PAAm hydrogel. From DSC measurements, it was observed that the stiffness of grafted polymeric networks was promoted by the strong interaction between the two compounds through covalent and hydrogen bondings. Future work will investigate the antibacterial activity of these biomaterials.

REFERENCES

- [1] Raju, K.M., Raju, M.P., Mohan, Y.M. 2003. Synthesis of superabsorbent copolymers as water manageable materials. *Polym. Inter.*, 52, 768-772.
- [2] Ende, M., Hariharan, D., Peppas, N.A. 1995. Factors influencing drug and protein transport and release from ionic hydrogels. *Reactive Polym.*, 25, 127-137.
- [3] Dutkiewicz, J.K. 2002. Superabsorbent materials from shellfish waste: a review. *J. Biomedical Mater. Res.*, 63, 373-381.
- [4] Pourjavadi, A., Mahdavinia, G.R. 2006. Superabsorbency, pH-Sensitivity and Swelling Kinetics of Partially Hydrolyzed Chitosan-g-poly(Acrylamide) Hydrogels. *Turk J. Chem Biointerfaces*, 30, 595-608.
- [5] Zhou, C., Wu, Q. 2011. A novel polyacrylamide nanocomposite hydrogel reinforced with natural chitosan nanofibers, *Colloids and Surfaces B. Biointerfaces*, 84, 155-162.
- [6] Dragan, E.S., Perju, M.M., Dinu, M.V. 2012. Preparation and characterization of IPN composite hydrogels based on polyacrylamide and chitosan and their interaction with ionic dyes, *Carbohydrate Polymers*, 88, 270-281.
- [7] Sakurai, K., Maegawa, T., Takahashi, T. 2000. Glass transition temperature of chitosan and miscibility of chitosan/poly(N-vinyl pyrrolidone) blends, *Polymer*, 41, 7051-7056.
- [8] Xia, Y.Q., Guo, T.Y., Song, M.D., Zhang, B.H., Zhang, B.L. 2005. Hemoglobin recognition by imprinting in semi-interpenetrating polymer network hydrogel based on polyacrylamide and chitosan, *Biomacromolecules*, 6, 2601-2606.

IV.SNMPE (No. I-1-259) 2012

Elaboration et analyse de couches antireflet de SiO_xNy pour application photovoltaïque

Nait Kaci F¹., Moussi A. ², Meziani S. ²

¹ Université M'Hamed Bougara, Bumerdès

² Division Cellules et Modules Photovoltaïques, Unité de développement de la Technologie du Silicium, Alger.
fa.naitkaci@yahoo.fr

RESUME : Dans la fabrication des cellules photovoltaïques au silicium, le dépôt d'une couche mince d'oxy-nitride de silicium (SiO_xNy) est une étape très importante. En effet, ce matériau fait office de couche antireflet (CAR), qui permet de réduire considérablement les pertes optiques. Cette dernière est couramment élaborée par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (PECVD). Dans notre travail, nous avons élaboré cette couche avec deux techniques après avoir élaboré les couches SiNx par PECVD et SiO₂ par dip coating.

La première: oxydation thermique sèche dans un four tubulaire BLF de la couche de nitrure de silicium avec l'oxygène (O₂) de l'atmosphère pendant 2h sans utilisation des gaz de réchauffements.

La deuxième: traitement de recuit à des systèmes SiO₂/SiNx/Si pour des températures suivantes 500°C, 700°C et 1000°C pendant 30 minutes.

la recherche de l'optimum a pour but la détermination des indices de réfraction et des épaisseurs des couches antireflet qui donnent une réflexion minimale ou nulle le long du spectre solaire en utilisant le logiciel film star

Les résultats ont été validés par les analyses réalisées (FTIR, UV-Vis-PIR, la fluorescence X) et la simulation à l'aide du logiciel Film Star.

Mots clés : Cellule solaire, couches antireflet, SiO₂, SiNx, SiO_xNy.

Feasibility of Green Wood Cutting using assisted Peeling by Radiant Energy

Dupleix A.*^{1,2}, Marchal R.¹, Hughes M.²

¹ Arts et Metiers ParisTech LaBoMaP, Rue Porte de Paris, Cluny, France

² School of Chemical Technology, Department of Forest Products Technology, Aalto University, Aalto, Finland
Anna.DUPLEIX@ensam.eu

Résumé: Peeling process requires the prior heating of round green-wood at temperatures ranging from 50 to 80°C. This treatment is necessary to increase wood deformability, to lighten lathe checking into veneers and to reduce cutting forces. It is usually done by immersion into hot water. However it presents many disadvantages among which duration of treatment (12 to 72 h), washing out of polyphenolic extractibles inducing water pollution and affecting wood natural durability, increasing bolt end splitting threatening bolt cohesion. The goal of this PhD thesis is to develop a heating system embedded on the peeling lathe to circumvent many of these disadvantages. Infrared (IR) technology is the most promising solution because of the power it offers and the easiness of integration on the machine. This new technology using radiant energy to heat green-wood prior to peeling would be a major innovation for the industries involved in the production of plywood, LVL, etc. The research work achieved so far consisted in:

- investigating the required heating temperatures for an efficient peeling process,
- modelling IR heat transfer in green wood while peeling,
- thermal and optical characterisations of green wood to fill in the model.

These different steps would contribute to build a prototype of an embedded IR heating system on the peeling lathe. Further part of the study would concern the validation of the model by experimental tests and an economic feasibility study. This PhD thesis is prepared in co-tutelle between Arts et Metiers Cluny, France (supervisor Professor Remy Marchal) and Aalto University, Helsinki, Finland (supervisor Professor Mark Hughes). More globally, the research work performed during this PhD thesis would investigate and bring new knowledge to the behaviour of green wood under IR heating.

Mots clés: green wood, infrared heating, peeling, soaking

Développement des matériaux nanocomposites à renforts lamellaires et sphériques : conséquence de la modification de surface sur les performances des mélanges PP/EPDM

Doufnoue R.*¹, Guezout Z.¹, Haddaoui N.²

¹ Unité de Recherche des Matériaux Emergents-URMES valorisation des matériaux polymériques, Sétif, Algérie

² Laboratoire de Physico-Chimie des Hauts Polymères (LPCHP), Faculté de technologie, UFA Sétif, Algérie
doufnoue@yahoo.fr

Résumé : Ce travail porte sur l'effet de la compatibilisation ainsi que le traitement de surface sur l'état de dispersion de la montmorillonite et de la silice au sein d'un mélange de polymère. L'investigation a porté sur un mélange binaire constitué d'une phase majoritaire de polypropylène (PP) et d'une autre phase minoritaire d'éthylène-propylène diène monomère (EPDM). Néanmoins pour que la compatibilité soit assurée, la stratégie employée consiste à introduire un agent de surface assurant entre autres le contrôle et la stabilisation de la morphologie par réactions entre fonctions ou sites actifs sur chacune des phases en présence. Les nanocharges sont rendues organophiles par deux types de traitement différents, une méthode classique d'intercalation d'un tensioactif pour la montmorillonite et une deuxième mise au point durant ce travail par les organosilanes pour les deux charges. Les résultats ont mis en évidence l'importante influence de la modification de surface des charges ainsi que la compatibilisation sur l'adhésion et la dispersion mais aussi sur les propriétés mécaniques (traction). L'étude des propriétés morphologiques (MEB et DRX) a montré l'importance de la compatibilisation dans la formation de nanocomposites. La présence de l'agent compatibilisant engendre en fait une bonne dispersion des constituants et une meilleure adhésion à l'interface. La diffraction des rayons-X a montré pour la montmorillonite une augmentation considérable de la distance basale d_{001} notamment pour les mélanges compatibilisés. L'analyse thermogravimétrique (ATG/DTG) a permis de rendre compte de l'influence des charges ainsi que leurs traitements sur la stabilité thermique des matériaux.

Mots clés : Nanocomposites, montmorillonite, silice, agents de couplage, mélanges PP/EPDM.

Développement d'un biopolymère par modification chimique de la β -cyclodextrine pour des applications pharmaceutiques

Ghemit. R ^{*1}, Makhloufi. A ¹, Baitiche. M ¹

¹ Département de Génie Des Procédés/Faculté de technologie, Laboratoire Des Matériaux Polymériques Multiphasiques Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie
rymghemit@yahoo.fr

Résumé : La nécessité d'une sécurité thérapeutique efficace et des systèmes de délivrances des médicaments conformes au patient, conduit à la conception de nouveaux outils et stratégies. Les cyclodextrines (CDs) sont largement utilisés comme excipient dans plusieurs formes pharmaceutiques. Dans ce travail, la β -cyclodextrine (β -CD) a été modifiée dans le but de servir comme excipient pour la conception des gélules dont le diclofénac sodique (DFCNa) est le principe actif. Cette modification s'articule sur la réticulation de la β -cyclodextrine par l'acide citrique en présence d'un catalyseur. Une modulation des paramètres de la réaction a été réalisée par variation de la teneur du polyacide utilisé et ceci dans le but d'avoir le meilleur rendement réactionnel. La matrice résultante de ce procédé a servi pour préparer des complexes d'inclusion avec le principe actif. La caractérisation de ces systèmes s'effectue par spectroscopie IRTF et DRX. Ensuite, nous nous sommes intéressés à la libération du DFCNa (conditionnés dans des gélules) à partir des matrices natives et réticulées, dans un milieu simulé gastrique et intestinal (pH=1,2 ; t=2h) et (pH=6,8 ; t=6h). Les cinétiques de la libération ont été étudiées et les profils de libération pour la β -CD réticulée et native ont été comparés.

Mots clés : β -cyclodextrine, polyacide, réticulation, libération contrôlée, diclofénac sodique.

1. INTRODUCTION

Le concept principal de la technologie de libération modifiée est que toute forme galénique doit être conçue pour fournir des niveaux thérapeutiques de médicaments sur le site d'action et de les maintenir pendant le traitement [1], [2]. Ces objectifs peuvent être obtenus en modifiant le taux et/ou le temps et/ou le site de la libération du médicament par rapports aux formes conventionnelles [3]. Une classe des véhicules de libération des médicaments qui a reçu beaucoup d'attention ces dernières années sont les cyclodextrines [4]. Ce sont des oligosaccharides cycliques constitués de 6, 7, et 8 unités glucosidiques [5]. Les cyclodextrines peuvent être modifiées pour obtenir des dérivés plus solubles ou insolubles dans l'eau [6]. Leur intérêt majeur est l'encapsulation moléculaire de composés hydrophobes au sein de leur cavité pour former un complexe d'inclusion [7]. Cette propriété a été mise à profit en pharmacie galénique, pour administrer des principes actifs difficiles à formuler et/ou fragiles [8]. Une application plus récente et plus originale des cyclodextrines consiste à les utiliser pour développer des systèmes de libération contrôlée ou prolongée [9].

2. PARTIE EXPERIMENTALE

2.1. Préparation de la β -cyclodextrine réticulée par l'acide citrique :

Deux solutions de β -cyclodextrine et d'acide citrique (AC) sont préparées séparément en dissolvant 1g de chacun des deux produits dans 10 ml de H₂O. Les deux solutions sont mélangées dans un ballon. Une quantité de 0,3g de dihydrogénophosphate du sodium (DHPNa) est ajoutée. L'ensemble est agité et chauffée à 160°C pendant 30 min. Après refroidissement jusqu'à la température ambiante, on procède à la précipitation de la β -cyclodextrine réticulée (β -CDR) par addition d'acétone. Le produit brut est alors filtré sur papier Wattman puis séché [10].

2.2. Variation de la quantité du réactif :

Afin d'optimiser le rendement de la réaction, une série de β -CDR basée sur la variation de la quantité d'acide citrique a été synthétisée selon le même procédé décrit précédemment.

2.3. Préparation des complexes DFCNa/ β -CD et DFCNa/ β -CDR

2.3.1. Préparation des mélanges physiques

Le mélange DFCNa/ β -CD ainsi que pour la matrice réticulée a été préparé dans la proportion molaire 1/1 seulement et ceci pour servir de comparaison avec celui du mélange coprécipité dans un même

rapport. Pour ceci, dans un mortier n=1mole du β -CD et n=1mole du DFCNa ont été mélangés infiniment, puis chargés dans la gélule.

2.3.2. Préparation des mélanges coprécipités

Les masses sont correspondu au ratio molaire 1/1 du DFCNa et du β -CD sont mis dans un ballon, puis trempé par une faible quantité d'eau distillée. Le mélange est mis dans un ballon sous agitation pendant 10min à 160°C; la solution obtenue est chauffée à l'étuve (50°C) jusqu'à l'évaporation de l'eau. La poudre est mélangée de temps en temps jusqu'à l'obtention d'un produit en granulés. A la fin, la poudre obtenue est passée dans un tamis de 45 μ m quand l'humidité atteint une valeur égale à 6 %.

2.3.3. Méthodes d'analyses

La caractérisation des différents systèmes binaires s'effectue par spectroscopie infra-rouge (IRTF) et par diffraction des rayons X (DRX).

2.2.4. Etude de la cinétique de libération du diclofénac sodique à partir de leurs systèmes binaires DFCNa/ β -CD et DFCNa/ β -CDR

La libération du principe actif à partir des gélules s'effectue selon le protocole suivant : Deux types de milieux de dissolution sont proposés pour bien simuler les conditions physiologiques. Les essais de dissolution ont été effectués selon la Pharmacopée Européenne 3ème édition (1997). On a utilisé un appareil à palettes tournantes type Heidolph RZR 2041 et un béccher de 900 ml contenant la solution tampon. La température est maintenue à 37 \pm 0,5°C. La vitesse d'agitation des palettes est fixée à 100 tours/mn. Pour chaque libération dans chacun des deux milieux, on a pris la moyenne de trois valeurs pour les gélules testées à la longueur d'onde égale à 272 nm (longueur d'onde du DFCNa) [11].

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Spectres IRTF de la β -cyclodextrine native et réticulée

Après avoir analysé la β -CD native et tous les produits de la réticulation par IRTF, on a obtenu les spectres suivant :



Fig. 1. Spectre IRTF de la cyclodextrine native

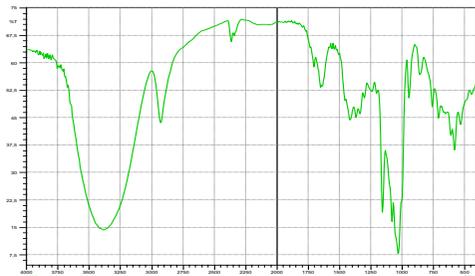


Fig. 2. Spectre IRTF de cyclodextrine réticulée par l'AC

L'analyse des spectres IRTF pour la β -CD native et réticulée montre clairement que la réticulation de la β -CD s'est bien produite avec l'acide citrique. Ceci est indiqué par la nouvelle bande d'absorption à 1733 cm^{-1} qui correspond à la vibration d'élongation du carbonyle de l'ester ainsi formé.

3.2. Effet de la variation de la teneur de l'acide citrique sur le rendement de la β -CDR

Différentes réactions de réticulation ont été réalisées en faisant varier la concentration de l'acide citrique dans le mélange, la fraction de la β -CD réticulée (insoluble dans l'eau) est pesée à chaque fin de réaction.

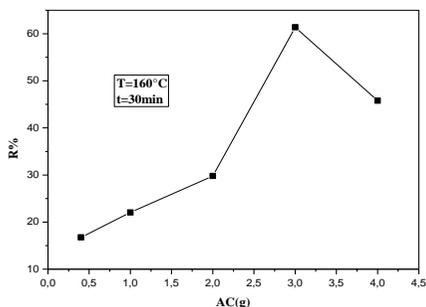


Fig. 3. Effet de la variation de l'AC sur le rendement de la β -CDR

D'après les résultats obtenus, on remarque que le rendement en β -CDR augmente en fonction de la masse de l'acide citrique jusqu'à une valeur de 3g de celle-ci. Donc la concentration en AC qui sera choisie dans nos formulations est de 3g.

3.3. Résultats et discussions des spectres IR des mélanges DFCNa/ β -CD (native ou réticulée) (physiques et coprécipités)

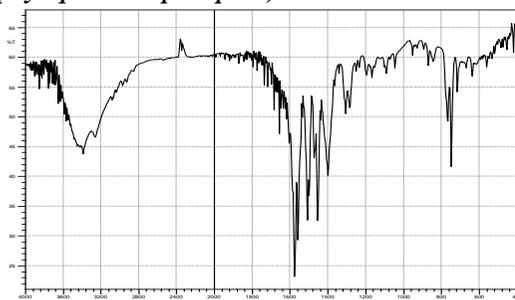


Fig. 4. Spectre IRTF du diclofénac sodique

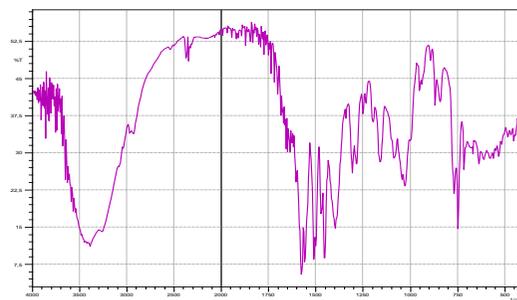


Fig. 5. Spectre IRTF du mélange physique β -CD/DFCNa (rapport molaire 1/1)

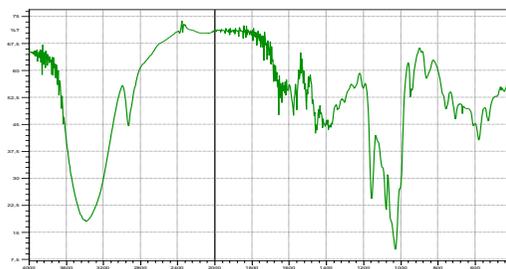


Fig. 6. Spectre IRTF du mélange co-précipité β -CD/DFCNa (ratio molaire 1/1)

Après avoir analysé les spectres IRTF de la β -CD et du DFCNa ; l'attribution des valeurs des nombres d'ondes (cm^{-1}) a été faite pour la plupart des bandes de vibration surtout celles les plus intenses. Afin de mieux explorer l'interaction entre le DFCNa et la β -CD deux régions spectrales sont distingués :

1. Région entre 1800 cm^{-1} et 1400 cm^{-1} ; où les caractéristiques spectrales les plus dominantes sont celles des vibrations d'élongation $\gamma(\text{COO})$ du DFCNa et de déformation du OH de la molécule d'eau à l'intérieur de la cavité de β -CD.
2. Région entre 4000 cm^{-1} et 2800 cm^{-1} ; où apparaissent les bandes de vibration du OH, des $-\text{CH}$ aliphatiques et des NH.

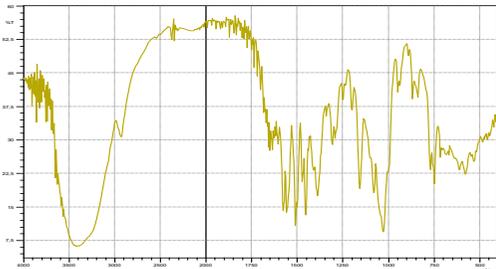


Fig. 7. Spectre IRTF du mélange physique β -CDR/DFCNa (rapport molaire 1/1)

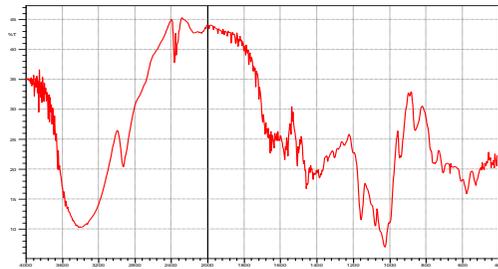


Fig. 8. Spectre IRTF du mélange co-précipité β -CDR/DFCNa (rapport molaire 1/1)

Les spectres IRTF de la β -CDR et de système binaire ont indiqué une bande d'absorption intensive à $1716,65 \text{ cm}^{-1}$ qui est trouvée dans le spectre du mélange mais à des basses fréquences ($1695,43 \text{ cm}^{-1}$) et qui est due aux vibrations d'élongation du groupe carbonyle C=O de la liaison ester. Aussi, la bande observée à $1234,44 \text{ cm}^{-1}$ est due aux vibrations d'élongation du C-O-C des groupes esters de la β -CDR, alors que ce dernier existe dans le spectre du système binaire mais à $1499,72 \text{ cm}^{-1}$. La bande large à $3421,72 \text{ cm}^{-1}$ pour la β -CDR et $3420,51 \text{ cm}^{-1}$ pour le DFCNa, est trouvée dans le mélange à $3385,07 \text{ cm}^{-1}$, ces bandes sont caractéristiques des groupes OH et NH des deux molécules respectivement

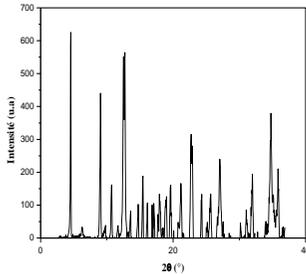


Fig. 9. Diffractogramme de RX de la β -cyclodextrine native

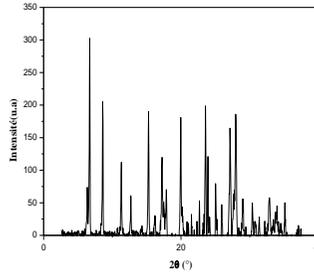


Fig. 10. Diffractogramme de RX du diclofénac sodique

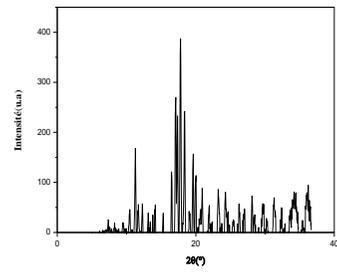


Fig. 11. Diffractogramme de RX du mélange co-précipité DFCNa/ β -CD

D'après ces résultats de diffractions des rayons X, le degré de réflexion est mesuré dans la gamme des angles θ de 0 à 20° . Le spectre de la β -cyclodextrine native, lorsqu'il est comparé avec ceux du diclofenac sodique a montré un nombre plus élevé de réflexion d'une intensité plus élevée. Le diffractogramme de RX du mélange coprécipité DFCNa/ β -CD a indiqué les pics caractéristiques du complexe d'inclusion qui correspondent aux distances $7.834, 4.977, 3.822$ et 3.169 \AA ; leur aspect a indiqué la formation d'un nouveau cristal du complexe d'inclusion DFCNa/ β -CD. En effet, pour ces systèmes, le diffractogramme exhibe une diminution considérable des pics laissant suggérer que la mixture est moins cristalline.

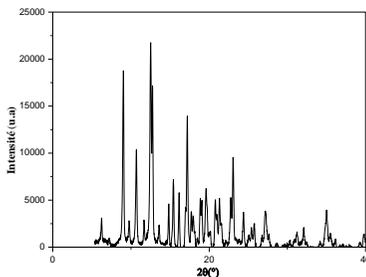


Fig. 12. Diffractogramme de RX de la β -cyclodextrine réticulée

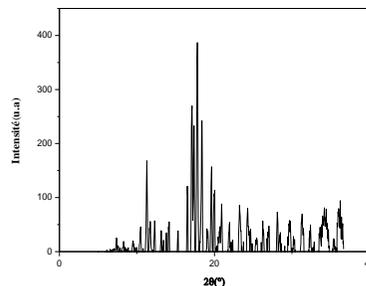


Fig. 13. Diffractogramme de RX du mélange coprécipité β -CD/DFCNa

On note une divergence dans le diffractogramme de la β -CD et de celui β -CDR. Le diffractogramme de cette dernière montre des pics plus intenses que ceux observés dans la β -CD. Le diffractogramme de

RX du DFCNa, de la β -CDR et leur mélange a montré que le diclofénac sodique a formé un nouveau cristal. Ceci est prouvé par les distances correspond aux pics apparus dans la figure du mélange coprécipité dont les valeurs : 6.580, 4.895, 3.631 et 3.518 Å°. Ces distances, qui ne figurent pas ni dans le diffractogramme de la β -CDR réticulée ni dans le DFCNa, confirment la formation d'un complexe d'inclusion.

3.5 Cinétique de la libération

- **En milieu acide:** à partir des résultats obtenus, on a établi les courbes suivantes :

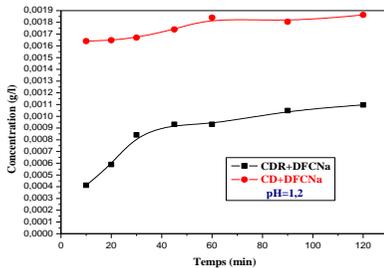


Fig. 13. Variation de la concentration du DFCNa en fonction du temps pour le mélange physique à pH=1,2

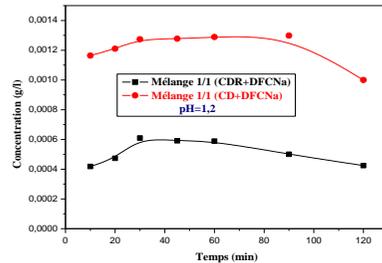


Fig. 14. Variation de la concentration du DFCNa en fonction du temps pour le mélange coprécipité à pH=1,2

- **En milieu basique:** à partir des résultats obtenus, nous avons établi les courbes suivantes :

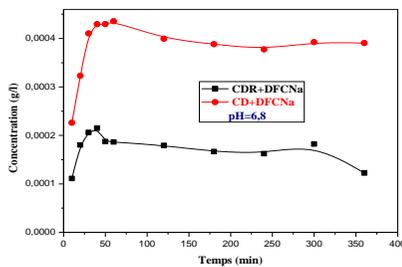


Fig. 15. Variation de la concentration du DFCNa en fonction du temps pour le mélange physique à pH=6,8

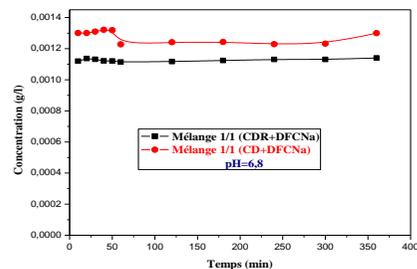


Fig. 16. Variation de la concentration du DFCNa en fonction du temps pour le mélange coprécipité à pH=6,8

Après analyse des courbes, On peut conclure que pour les mélanges physiques, la vitesse de libération ralentie pour le système réticulée peut être associée à la morphologie des particules de la β -CDR qui se trouve modifiée par rapport à celles natives. En outre, la libération pour le mélange physique est plus rapide dans le milieu acide relativement au milieu basique. Ceci limite en fait l'utilisation de ces systèmes en libération prolongée car il aurait été souhaitable d'avoir une libération plus lente en milieu acide, d'autant plus que l'anti-inflammatoire choisi présente un caractère acide et son passage rapide dans l'estomac causera des effets secondaires néfastes.

Les courbes des cinétiques de dissolution, pour la plupart des échantillons des mélanges coprécipités, ont une allure semblable : la dissolution est dans un premier temps très rapide. Pendant les 10 premières minutes, la quantité dissoute est très élevée, puisque plus de 80% du principe actif initialement présent dans la gélule se dissout dans ce laps de temps. Les courbes s'infléchissent ensuite en plateau car la quasi-totalité du principe actif est dissoute. Dans ce cas, la libération en milieu basique est très importante qu'en milieu acide. Donc, la libération prolongée de l'anti-inflammatoire dans ce cas est favorisée, ceci permet une meilleure application pour les mélanges coprécipité dans les différentes préparations médicamenteuses.

3. CONCLUSION

Lors de ce travail, nous nous sommes intéressés à la β -cyclodextrine car elle a une grande capacité de former des complexes d'inclusion. Alors, nous avons synthétisé la β -CD réticulée par une méthodologie

simple et efficace. La matrice réticulée obtenue a servi pour préparer un ensemble de gélules contenant le mélange physique DFCNa/β-CD native ou réticulée ainsi que des mélanges co-précipités. Les complexes d'inclusion ont été mis en évidence par des analyses en IRTF et DRX. L'étude des cinétiques de dissolution des différents systèmes DFCNa/β-CD et DFCNa/β-CDR permet de constater que les conditions de pH influencent de façon importante les cinétiques de dissolution. En effet, la vitesse de libération est diminuée avec la β-CDR. D'une manière générale, les résultats encourageants des profils de libération et la simplicité des formules réalisées avec la β-CDR sont autant des éléments qui laissent penser que son utilisation peut être élargie à d'autres principes actifs et conduire à la mise au point et au développement de nouvelles formulations pharmaceutiques.

4. REFERENCES

- [1] Langer, R., and Folkman, I., 1976. Polymers for the sustained release of proteins and other macromolecules, *Nature*, 263, 797-800.
- [2] Langer, R., 1998. Drug delivery and targeting., *Nature*, 392, 5-10
- [3] Klein, S. 2009. Polysaccharides in oral Drug Delivery-Recent application and future perspectives., Thesis (PhD), University of western cape, cape town, South Africa.
- [4] Zhang, Y.L., Liu, W.S., Li, Y., Ma, X.Y., Chen, Y.Z., 2001. Study on the Structure of Supramolecular Inclusion Complex of β-Cyclodextrin with Retinoic Acid., *Chinese Chemical Letters*. 12. 317-320.
- [5] Dodziuk, H., 2006. Cyclodextrins and their complexes., edition Wiley-VCH, Weinheim.Germany. 17-18.
- [6] Atwood, J.L., Davies, J.E.D., Macnicol, D.D., Vögtle, F. 1996. *Comprehensive supramolécular. chemistry*, Pergamon, USA. 3. 1-11.
- [7] Frömring, K.H., and Szejtli, J., 1994. *Cyclodextrin in pharmacy*. Keluwer Academic Publishers, Dordrecht Netherlands, 5-15.
- [8] Davis, M.E., Brewster, M.E., 2004. Cyclodextrin-based pharmaceuticals: past, present and future. *Nature reviews drug discovery*, 3, 1023-1035.
- [9] Amber, V., Shailendra, S., and Swarnlata, S., 2008. Cyclodextrin based novel drug delivery systems. *Inclu Phenom Macrocycl Chem*, 62, 23-42.
- [10] Dong, Z., Liang, Z., Chengshen, Z., Zhenbang, T., Xiangyu, S., 2009. Synthesis and properties of water-insoluble β-cyclodextrin polymer crosslinked by citric acid with PEG-400 as modifier. *Carbohydrate Polymers*, 78, 125-130.
- [11] Lamalmi, F., Draoui, M., Benramdanel, L., Cherrah, Y., Idrissi, M.OB., Zahhidi, A., Imbenotte, M., 2004. Etude de la cinétique de libération de la théophylline à partir d'une matrice phosphatée élaborée par voie sous-gel, *Biologie & Santé*, 4, 1-16.

IV.SNMPE (No. I-1-290) 2012

L'usage de ciment naturel dans la restauration du patrimoine culturel bâti

Zeroual R¹, Hamiane M¹, Belaidi.M¹, Zekagh.W², Sauman.D³, Benacer.B⁴, Belmaksen.M¹

¹Département de Génie des Matériaux F.S.I Université de Bumerdès, Algérie

²Office Nationale de protection et d'exploitation des biens culturel(OGBEC), Alger, Algérie

³Entreprise VICAT, Grenoble, France

⁴Entreprise de restauration de bâtiments ancien, Artisan, Ghardaia, Algérie

zeroualrad@yahoo.fr

Résumé : La diversité du patrimoine culturel bâti en Algérie témoigne de la diversité et la durabilité des matériaux utilisés. Le besoin de restaurer les monuments archéologiques nécessite l'usage des matériaux durables, performants et compatibles avec l'ancien bâti. Nous nous proposons dans cette étude l'exploitation du ciment naturel en tant qu'ajout dans les formulations des mortiers de restauration.

Les échantillons ont été élaborés à base de chaux aérienne avec ajout de (5%, 10% et 15%) de ciment naturel. Les résultats d'analyse des caractéristiques physiques et mécaniques ont montré une amélioration des propriétés des mortiers élaborés. La teneur de 10% d'ajout a donné des meilleurs résultats en termes d'absorption (16.60%) et résistance mécanique à la compression (1.62 MPa) et à la flexion (0.10 MPa), par rapport aux autres pourcentages, ce qui lui confère une utilisation compatible dans la restauration de l'ancien bâti.

Mots clés : mortier, chaux, ciment naturel, caractéristiques, Restauration.

Synthèse, caractérisation et photoactivité des nanomatériaux montmorillonite-CdS.

Boukhatem H^{*1}, Djouadi L¹, Abdelaziz N¹, Khalfaoui N¹, Khalaf H¹.

¹ Laboratoire de Génie Chimique(LGC), Faculté des sciences de l'ingénieur, Département de chimie industrielle, Université Saad DAHLEB Blida, Algérie.

boukhatem_houria@yahoo.fr

Résumé : Le but de cette étude est la préparation des nanomatériaux à base de la montmorillonite (La montmorillonite est obtenue par purification d'une bentonite algérienne (Roussel) du gisement de Maghnia) et de sulfure de cadmium (CdS) par application de processus hydrothermale et leur utilisation comme photocatalyseurs pour la dégradation d'un colorant cationique : Rhodamine 6G. Les nanomatériaux préparés ainsi que la montmorillonite ont été caractérisés par : Infrarouge à transformée de fourier (IRTF), diffraction des rayons X (DRX) et fluorescence X (FX).

Les résultats des tests de photodégradation du rhodamine 6G sous irradiation de lumière proche UV-VISIBLE montrent que la photoactivité des nanomatériaux est nettement améliorée par rapport à celle de la montmorillonite sodique et de CdS pur. Ainsi qu'une étude de certains paramètres influençant la vitesse de photodégradation : la concentration en nanomatériau, la concentration en polluant et le pH de la solution a été effectuée ; les meilleurs résultats sont obtenus à une concentration en nanomatériau de 1,0 g.L⁻¹ ; une concentration en polluant de 20 mg.L⁻¹ et pH=3.

Mots-clés : Nanomatériaux, montmorillonite, CdS, Dégradation, Rhodamine 6G.

Nouveau Matériau Composite A Base De Carbone/Polymère/MnO₂

Chikouche. I^{*1}, Zouaoui. A¹, Selloum. D¹

¹ Laboratoire de Croissance et Caractérisation de Nouveau Semi Conducteurs, Faculté de technologie, Université Ferhat Abbas Sétif 19000 Algérie

chikouche_imene@yahoo.fr

Résumé : Dans cet article, nous présentons notre travail qui consiste à élaborer et caractériser une électrode modifiée par un film de polymère conducteur, le poly [3-méthyl thiophène] puis à incorporer du bioxyde de manganèse MnO₂ au sein du film. L'oxydation électrochimique du monomère [3-méthyl thiophène] en milieu organique permet de réaliser le dépôt du film de polymère à la surface de l'électrode de carbone vitreux. La technique d'incorporation des ions de manganèse s'effectue par interaction avec le film de polymère. L'oxydation électrochimique de l'électrode modifiée en milieu aqueux permettra de précipiter le bioxyde de manganèse sous forme de particules dans le film de polymère.

Lors de notre étude, nous avons constaté que plusieurs paramètres influent sur la quantité du bioxyde de manganèse incorporé comme le pH du milieu, l'épaisseur du film de polymère et la durée d'immersion.

Mots clés : Polymères conducteurs, polythiophène, électrodes modifiées, bioxyde de manganèse.

Renforcement des poutres en béton à l'aide des matériaux composites (FRP)

Ghernouti Y, Rabehi B, Hadj mostefa A

¹ Laboratoire des sciences et techniques de l'eau, Université de Mascara, Algérie

y_ghernouti@yahoo.fr

Résumé : Le travail proposé porte sur l'étude expérimentale du comportement mécanique des éléments de structure en béton renforcés par l'application directe des tissus en matériaux composites (tissu en fibres de verre, tissu en fibres de carbone) sur le support béton.

Le but essentiel de cette étude est de vérifier l'applicabilité de cette méthode de renforcement à des poutres afin d'améliorer le comportement du béton de point de vue résistance et ductilité. Une caractérisation expérimentale de comportement mécanique par essai de traction par flexion trois points est réalisé, à savoir le renforcement de la partie inférieure (zone tendue) des poutres de dimensions (15x15x75) cm³ par les différents matériaux composites utilisés.

Mots clé : renforcement, FRP, matériaux composites, poutre, résistance, ductilité.

Propriétés mécaniques dans le plan des structures cellulaires hexagonales irrégulières (Voronoi)

Bouakba. M ^{1,2}, Bezazi. A ² et Scarpa. F ³

¹ Université de Kasdi Merbah Ouargla, Algérie.

² Laboratoire de Mécanique & Structures (LMS), Université 08 Mai 1945 Guelma, Algérie.

³ Department of Aerospace Engineering, University of Bristol, Queens Building, University Walk, BS8 1TR Bristol, mustapha.bouakba@gmail.com

Résumé : Les solides cellulaires sont des matériaux dont la porosité excède typiquement 70 % du volume. On peut décrire de tels solides comme un assemblage de cellules vides, chacune étant entourée par des arêtes ou des parois solides. Grâce à leur excellent rapport légèreté/rigidité, les matériaux cellulaires sont utilisés comme des âmes pour les panneaux sandwichs qui occupent une place très importante dans l'industrie aérospatiale et du transport (avion, bateau, train et automobile ... etc). Le présent travail consiste en la conception d'une nouvelle structure Voronoï hexagonal en forme de nid d'abeille. Les propriétés élastiques dans le plan ont été déterminées par la MEF en utilisant le code de calcul ANSYS v.10. De manière générale, le paramètre le plus important qui contrôle les propriétés mécaniques est la densité relative $(\rho^*/\rho_s) = 1 - P$, où ρ^* désigne la densité moyenne du matériau cellulaire et ρ_s densité sans pores du matériau. Les résultats présentés dans ce travail montrent que pour les faibles densités relatives la nouvelle structure cellulaire développée, présente une rigidité plus élevée par rapport à la structure hexagonale régulière d'environ 60% et 54%, est ceci pour E_1/E_c , E_2/E_c respectivement, et 10 % pour le module de cisaillement G_{12}/E_c .

Mots clés : solides cellulaires, Voronoi, ANSYS, structure nid d'abeille.

Contrôle des structures composites stratifiés par deux techniques ultrasonores

Halimi.R^{*1}, Bezzazi.B², Badidibouda.A¹, Satour.A¹, Aribi.C²

¹Division de Caractérisation et d'Instrumentation, Centre de Soudage et Contrôle CSC Chéraga.

²Unité de Recherche- Matériaux, Procédés & Environnement UR- MPE, Université de Boumerdès.
halimir@yahoo.fr

Résumé : L'inhomogénéité et l'anisotropie des matériaux composites rendent leurs mécanismes d'endommagement nombreux et complexes. Au sein d'une structure composite, on peut voir apparaître un endommagement diffus constitué de microdécohésions, de micro-fissures, des ruptures de plis et des délaminages. Ces endommagements sont la conséquence de chargements de service (statique et fatigue) ou des chargements accidentels (impacts). La plupart des éléments utilisés dans l'industrie aéronautique sont des structures minces de grande surface que l'on cherche à contrôler. En effet, les techniques classiques de contrôle non destructif par ultrasons telles que l'échographie, demeurent longues. C'est pourquoi, les ondes de Lamb sont les plus performantes pour le contrôle de ces structures. Ces ondes ont l'avantage de se propager sur de longues distances, mettre en vibration la totalité de l'épaisseur de la plaque et offrent ainsi, la possibilité de détecter des défauts en surface ou internes quelle que soit leur profondeur. Ce travail a pour objectif de présenter une méthode expérimentale de détection de défauts de délaminages dans des plaques composites stratifiés carbone/époxy en utilisant la propagation des ondes de Lamb. Un dispositif expérimental a été mis au point afin de générer et de détecter des ondes de Lamb par contact à l'aide de transducteurs piézo-électriques. La comparaison d'un signal de référence, c'est-à-dire un signal enregistré lorsque l'onde traverse une zone saine, et d'un signal ayant subi des modifications liées à l'interaction avec un défaut, doit rendre compte de la présence d'un endommagement dans la structure, de le localiser et d'en estimer l'ampleur. Pour connaître l'emplacement et la taille réelle de défauts, des images échographiques conventionnelles C-scan ont été réalisées.

Mots-clefs : endommagement, ondes de Lamb, délaminage, courbes de dispersion, vitesse de groupe.

1. Introduction :

Du fait des nombreux avantages qu'offrent les composites par rapport aux matériaux métalliques conventionnels, leur utilisation comme matériaux de structure dans l'aéronautique, le transport automobile, ou dans le bâtiment a nettement augmenté durant ces dix dernières années. Parmi ces avantages, on cite en premier lieu leur grand rapport raideur/masse, qui permet un allègement conséquent des structures, particulièrement recherché dans les domaines précités. L'introduction des composites dans la construction aéronautique n'a été possible que grâce au développement de nouvelles techniques de contrôle des pièces composites [1]. L'enjeu était de proposer de nouvelles méthodes de contrôle adaptées aux matériaux composites capable de détecter de défauts (délaminages, porosités) pouvant conduire à une diminution des propriétés mécaniques. Les différents travaux réalisés ont abouti à l'utilisation des ultrasons en mode simple ou double transmission avec exploitation des cartographies C-SCAN. Le traitement du signal ultrason en amplitude (absorption) permet par rapport à des références saines d'estimer des classes de santé matières et de rebuter ou non les pièces fabriquées. La détection d'un écho intermédiaire permet d'identifier la présence d'un délaminage dans le composite et de proposer si nécessaire une opération de réparation. Les techniques de contrôle ultrason classique nécessitent l'utilisation d'un agent couplant ou de travailler en immersion dans une piscine. Des travaux de recherche récents explorent des solutions pour proposer des méthodes de contrôle ultrason sans contact pour simplifier et diminuer les coûts de contrôle des pièces composites. Les ondes de Lamb aussi ont connu un vaste domaine d'utilisation pour le contrôle des structures composites en raison de leurs propriétés avantageuses par rapport aux techniques d'échographie ultrasonore. Notre étude a pour objectif principal de montrer la faisabilité de la détection de défauts de délaminages en utilisant les ondes de Lamb dans des plaques composite stratifiés carbone/époxy aéronautique.

2. Endommagement des matériaux composites :

Au cours de leur vie, les matériaux composites sont susceptibles de subir une multitude de phénomènes d'endommagement: chocs, humidité, corrosion, facteurs chimiques, diverses sollicitations en statique ou

en fatigue. Tous ces facteurs peuvent avoir une influence sur le comportement mécanique des matériaux, la plupart du temps se traduisant par la dégradation de leurs caractéristiques mécaniques [2-3]. C'est la raison pour laquelle tous ces phénomènes font l'objet des nombreuses études de recherche appliquées à l'industrie. Lorsqu'un matériau est soumis à un chargement croissant, différents modes d'endommagement peuvent apparaître au sein de celui-ci. Dans le cas d'un composite stratifié, plusieurs modes d'endommagement ont été répertoriés :

- la microfissuration de la matrice qui, chronologiquement est le premier mode d'endommagement survenant lors du chargement d'une structure composite;
- la rupture de l'interface fibre-matrice qui apparaît lorsque la matrice a une faible résistance ce qui permet une progression de la fissuration matricielle le long des fibres;
- le délaminage qui représente le décollement des plis d'orientation différente; ce mode d'endommagement peut apparaître lorsque la fissuration matricielle se propage à l'interface des deux plis d'orientation différente.
- la rupture de fibres qui est le mode ultime d'endommagement d'un composite et entraîne souvent la rupture totale du stratifié.

La rupture finale d'un stratifié parvient comme une conséquence de l'évolution de ces différents modes d'endommagement.

3. Modes propres dans une plaque :

Dans un solide infini, une onde élastique longitudinale ou transversale de volume peut se propager. Si ce solide est limité par une surface libre, l'onde va interagir avec cette frontière. Une réflexion de l'onde de volume va donc se produire et des conversions de modes longitudinaux en modes transversaux apparaîtront, et réciproquement. Dès lors que le solide possède une surface plane, les différentes réflexions sur les deux faces du solide donnent naissance à des ondes guidées. Ces ondes portent le nom de celui qui les a découvertes en 1917 c'est-à-dire Sir Horace Lamb [4]. Les solutions de l'équation du mouvement doivent satisfaire les conditions aux limites, ce qui conduit aux équations de dispersions des modes de Lamb symétriques (S) et antisymétriques (A).

$$(k^2 - q^2)^2 \tan(q \frac{d}{2}) + 4k^2 pq \tan(p \frac{d}{2}) = 0 \quad (1)$$

$$(k^2 - q^2)^2 \cotan(q \frac{d}{2}) + 4k^2 pq \cotan(p \frac{d}{2}) = 0 \quad (2)$$



Figure 1 : Modes de Lamb symétrique et antisymétrique matériau homogène isotrope.

3.1 Courbes de dispersion :

Les structures composites sont anisotropes et multicouches. L'étude de la propagation des ondes de Lamb dans ce type de matériaux est complexe. Cependant, de nombreux auteurs ont permis d'établir analytiquement les courbes de dispersion et la forme des modes. Pour le stratifié carbone époxy, le calcul des courbes de dispersion a été déjà réalisé par Thomas Monnier [5] au cours de sa thèse, effectué à l'aide d'un programme Matlab. On distingue deux types de modes, les modes symétriques et les modes antisymétriques. Les modes d'ordre zéro ou fondamentaux S_0 et A_0 sont les seuls à se propager à basse fréquence. Expérimentalement, il est possible de limiter la dispersion du signal en choisissant des produits fréquence×épaisseur entre 0.5 et 2 MHz.mm. En effet, seuls les modes A_0 et S_0 sont alors présents. Ces modes sont de plus peu dispersifs (vitesse de phase et de groupe peu différentes) dans ce domaine de fréquence.

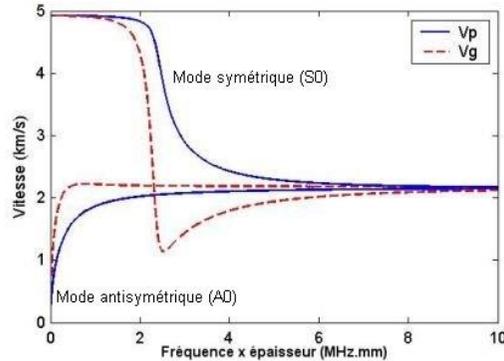


Figure 2. Courbes de dispersion des modes S_0 et A_0 pour un stratifié constitué de plis tissés de carbone $[0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, -45^\circ]_S$

3.2 Choix d'un mode :

Notre but est de disposer d'une onde facile à générer et susceptible soit de se réfléchir ou absorbée lorsqu'elle rencontre un obstacle. En particulier, pour l'inspection de grandes distances, il est préférable d'utiliser les modes de Lamb fondamentaux A_0 ou S_0 car ils présentent un palier non dispersif pour des bas produits fréquence- épaisseur. Les modes d'ordre supérieur ne peuvent être retenues, car ils sont très dispersifs au voisinage de leur fréquence de coupure. Aux fréquences élevées, ces modes tendent vers les ondes de Rayleigh qui sont très sensibles à l'environnement et aux perturbations extérieures. Nous choisissons donc, de générer le mode S_0 car celui-ci est moins sensible que le mode A_0 à la présence de charge sur la plaque pour les bas produits fréquence-épaisseur.

4. Résultats expérimentaux :

4.1. Le matériau de l'étude :

Le matériau étudié est un composite stratifié carbone/époxy quasi-isotropes (renfort de fibres de carbone tissé, et un mélange de résine époxy Epocast 50-A1/ durcisseur 9816), fabriqué par un procédé de moulage au sac à vide. Ce type de composite a été choisi comme matériau de cette étude parce qu'il présente plusieurs particularités en termes de propriétés mécaniques et diélectriques. La plaque carbone époxy a pour dimension 400×400 mm, pour une masse volumique $\rho = 1575 \pm 8$ kg/m³. Elle comporte 8 plis, avec une séquence d'empilement des plis $[0^\circ, 90^\circ, 45^\circ, -45^\circ]_S$. L'épaisseur du pli polymérisé est de 0,275 mm et l'empilement donne une épaisseur finale d'environ 2,2 mm (figure 3).

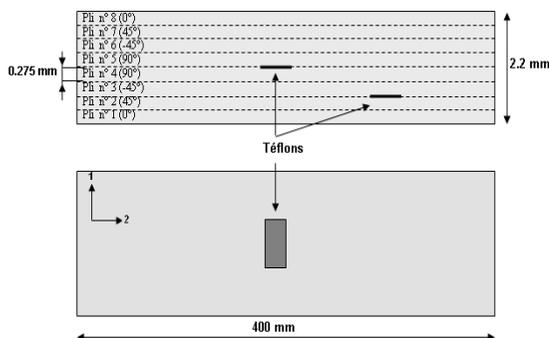


Figure 3. Empilement des huit plis du stratifié carbone/époxy avec délaminages artificiels

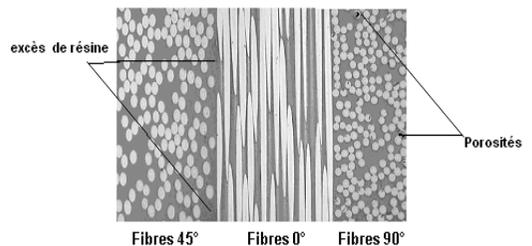


Figure 4 : Micrographie ptique de l'interface entre trois plis

Lors de l'élaboration, deux films du Téflon, de dimensions 20×30 mm² ont été introduits entre le 2ème et 3ème pli et entre le 4ème et 5ème pli, correspondant respectivement à des orientations à 45° , -45° et 90° , 90° . La figure 4 montre une micrographie du stratifié carbone/époxy sur laquelle on peut voir

l'alternance des différentes orientations des fibres. La micrographie a mis en évidence peu des défauts de porosité. Par ailleurs, la répartition des fibres est inégale et il existe des zones riches en résine.

4.2. Images C-scan :

Pour caractériser la taille et la forme de défauts, nous avons utilisé la technique classique d'imagerie ultrasonore par transmission dont la configuration expérimentale est illustrée par la figure 5.

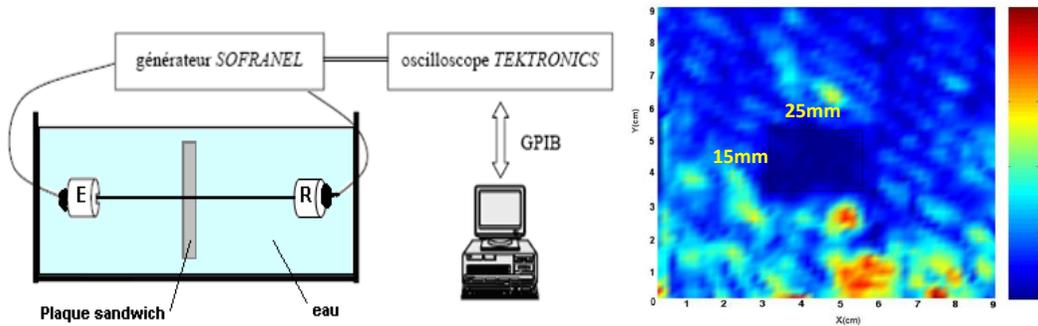


Figure 5 : Dispositif expérimental

Figure 6. Images C-scan de défaut de délaminage

Le balayage automatique est réalisé en transmission avec un pas de 2 mm en utilisant deux transducteurs piézoélectriques de fréquence 5 MHz. La juxtaposition des signaux temporels obtenus suivant deux lignes de balayage permet de constituer une image appelée C-scan. La figure 6 représente l'image C-scan de défaut de délaminage (téflon) introduit dans la plaque stratifié carbone/époxy.

4.3. Interaction du mode de Lamb S_0 avec le délaminage :

Un dispositif expérimental permettant la génération des ondes de Lamb et l'acquisition des signaux temporels est décrit sur la figure 7. Ce dispositif consiste à placer deux transducteurs de même fréquence nominale 500 KHz en mode transmission, séparés avec une distance de 100 mm et inclinés avec un angle correspondant à la propagation d'une onde de Lamb. Pour générer le mode de Lamb S_0 , Chaque transducteur est placé sur un support en plexiglas (sabot) à angle variable permettant de régler l'angle d'incidence. La liaison entre cet élément actif et le plexiglas est assurée par un couplant de type gel ou huile. Un générateur d'impulsion conventionnel de type OLYMPUS, Modèle 5800Pr, est utilisé pour fournir une énergie électrique en régime impulsif de durée de $5\mu s$. Les signaux enregistrés à ce propos, sont amplifiés et acheminés vers l'oscilloscope numérique (Tektronix TDS, modèle 3054). Le réglage approprié du temps d'oscilloscope est nécessaire pour le traitement ultérieur des signaux.

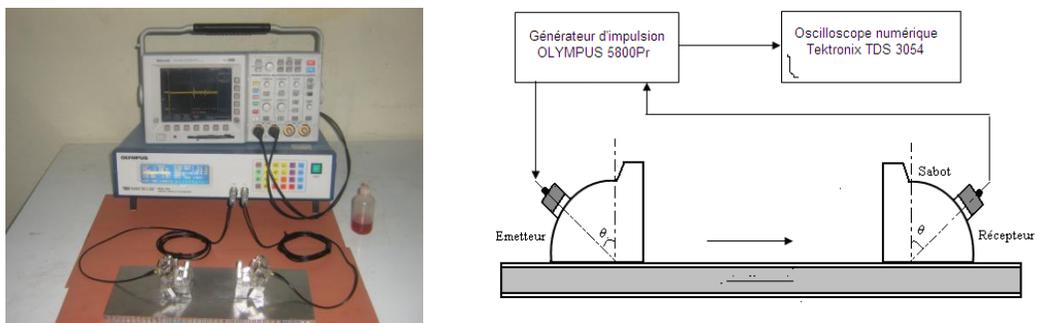


Figure 7: Dispositif expérimental (génération et détection du mode de Lamb S_0)

Dans une première étape les expériences ont été effectuées dans une région saine. On obtient ainsi un signal de référence qui correspond au mode de Lamb S_0 dans une région saine. Puis on prélève à nouveau le signal obtenu en présence de deux défauts artificiels du délaminage (figure 8). A partir des signaux temporels on a pu tracer les spectres de fréquence correspondant.

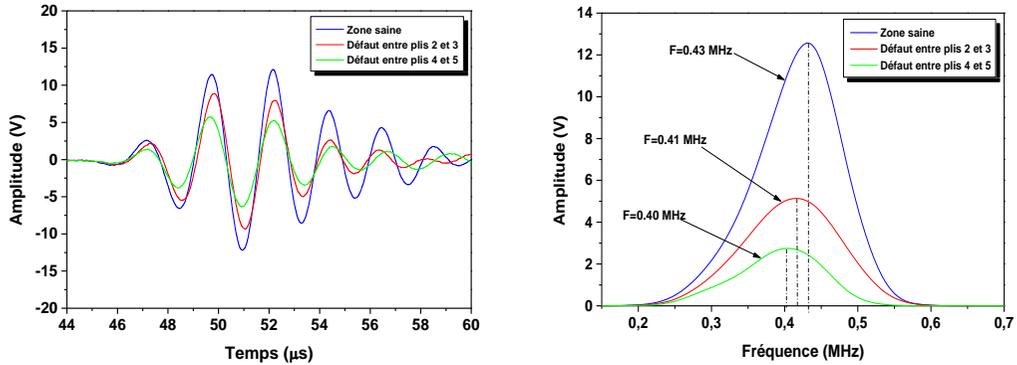


Figure 8: Représentation temporelle et fréquentielle des signaux en présence et en absence de défaut

Lorsqu'une onde de Lamb incidente rencontre un défaut de délaminage situé près de la surface (entre le 2ème et les 3èmes plis), il est possible d'observer une diminution d'amplitude du signal reçu du mode S_0 ainsi qu'un décalage de fréquence vers la gauche. Cette diminution a comme conséquence la séparation de l'onde face au délaminage, et une majeure partie de l'énergie est attirée par des sections plus épaisses du stratifié (figure 09). Par contre, si le signal est pris juste au-dessus d'un délaminage peu profond (entre 4ème et 5ème plis), une diminution significative en amplitude serait notée [6].

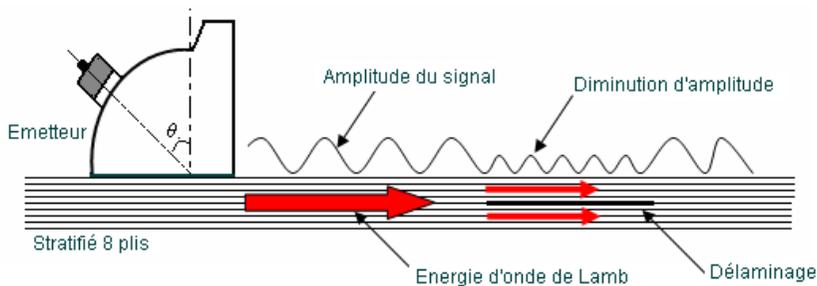


Figure 09: Interaction d'onde de Lamb avec un défaut de délaminage

Pour évaluer la taille et l'endroit linéaire de défaut de délaminage, une nouvelle technique d'inspection quantitative en utilisant l'atténuation des ondes de Lamb a été développée [7]. La méthode consiste à mesurer la transition de l'amplitude maximum du premier paquet d'ondes du mode S_0 transmis dans une ligne de balayage comprenant l'axe principal du premier délaminage situé entre le 4ème et 5ème plis. On remarque une soudaine baisse de l'amplitude lorsqu'on rapproche du défaut de délaminage et l'endroit du bord de délaminage a été déterminé. La figure 10 illustre la configuration expérimentale de la technique utilisée. Le système émetteur-récepteur est déplacé suivant une ligne parallèle à l'axe Y avec une distance de 110 mm entre les capteurs. La surface d'inspection objective dans la plaque était 200 mm de long. Le résultat de balayage obtenu confirme que le délaminage a une surface presque rectangulaire de 27mm de longueur et démontre ainsi la faisabilité du contrôle en utilisant les ondes de Lamb.

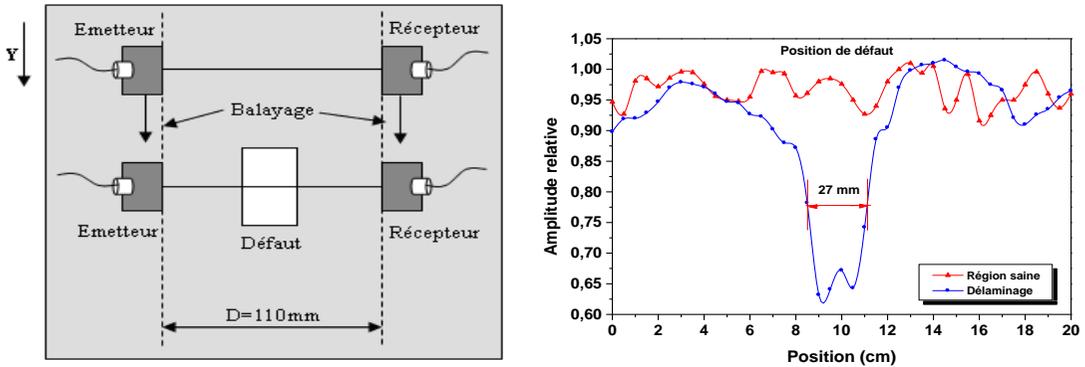


Figure 10 : Configuration expérimentale et résultat de la distribution de l'amplitude

5. Conclusion :

Ce travail a pour but d'étudier la faisabilité de détecter de défauts de délaminage par les ondes de Lamb ultrasonore dans une plaque composite stratifié carbone/époxy. Après avoir choisi le mode S_0 non dispersif, les courbes de dispersion nous ont donné des informations intéressantes permettant de prévoir le comportement des ondes dans ce type de matériau. Les résultats expérimentaux, basés sur la propagation du mode de Lamb S_0 montrent qu'il est possible de détecter la présence et l'endroit de défaut en surveillant l'évolution du maximum d'amplitude du signal reçu. On comparant les résultats obtenus avec la technique classique de contrôle par écho (C-scan), on peut dire que le dimensionnement de défauts par une simple image C.scan est faisable et les résultats sont satisfaisants. Cependant, la précision de la mesure peut être nettement améliorée si on affine le pas de balayage. En revanche cette technique prend beaucoup de temps lors des expériences. Il faut donc un compromis entre la précision désiré et la lourdeur des mesures.

6. Références :

- [1] Jérôme PORA, AIRBUS S.A.S et Jacques CINQUIN, CCR EADS 2002. Les composites s'envolent dans l'airbus A380. AMAC info,
- [2] J.-M. Berthelot, 1999. Matériaux composites-Comportement mécanique et analyse des structures, 3eme édition. Paris Editions Tech. & Doc.
- [3] H. Nechad, 2004. Evaluation de l'endommagement et de la rupture de matériaux hétérogènes par ultrasons et émission acoustique : Estimation de la durée de vie restante, Thèse à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon,.
- [4] D. ROYER, E. DIEULESAINT, 1996. Ondes élastique dans les solides , Tome 1 : propagation libre et guidée, Paris Masson, (p.308).
- [5] Monner. T, 2001 . Ondes de Lamb dans les milieux stratifiés. Application à la surveillance in situ et en temps réel de l'endommagement de structures composite. -Th.: Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, N° 01 ISAL 0029.
- [6] Vistasp and All; 2005. Methods for detecting defects in composite rehabilitated concrete structures. Rapport final. University of California.
- [7] N. Toyama , J. Takatsubo 2004 . Lamb wave method for quick inspection of impact-induced delamination in composite laminates Composites. Science and Technology 64- 1293-1300.

Etude expérimentale du comportement thermomécanique de réfractaires silico-alumineux façonnés.

Amrane B.^{1,2}, Ouedraogo E.³, Mesrati N.²

¹Université Colonel Mohand Oulhadj de Bouira

²Ecole Nationale Polytechnique d'Alger

³Institut National Polytechnique de Grenoble (France)

Am_belaid@yahoo.fr

Résumé : L'objectif de ce travail consiste à étudier le comportement d'endommagement de matériaux réfractaires silico-alumineux à base d'un mélange d'argiles réfractaires locales : le kaolin de Tamazert et la halloysite de djebel Debbagh. Ces matériaux sont couramment utilisés comme supports d'enfournement et dallages des soles de wagonnets des fours tunnels. Ils sont de ce fait sollicités par des contraintes thermomécaniques cycliques entraînant leur endommagement. D'où la nécessité de la caractérisation de leur comportement thermomécanique sur toute la plage de température de leur exploitation.

Des essais de compression uniaxiale sont alors réalisés respectivement à : 20, 500, 700, 800, 900, 1000 et 1200°C sur des éprouvettes prélevées directement sur des briques industrielles. Le comportement passe de endommageable à l'ambiante à viscoplastique endommageable à haute température.

Mots clés: Réfractaires silico-alumineux; Contraintes thermomécaniques ; Endommagement ; Essais thermomécaniques ; Viscoplasticité.

Caractérisation expérimentale des déformations résiduelles dans les pièces injectées en polymère semi-cristallin.

Kaddeche M*¹, Azzi A¹, Raheb S¹, Kiass N¹, Chaoui K¹

¹LR3MI, Département de Génie Mécanique, Université Badji Mokhtar, BP 12, Annaba 23000, (Algeria).

m_kaddeche@yahoo.fr

Résumé : La génération des contraintes internes à travers les parois des tubes extrudés est une des conséquences du procédé de fabrication thermomécanique. Dans le but d'étudier l'évolution des déformations provoquées par ces contraintes résiduelles, des éprouvettes en anneaux ont été préparées au laboratoire à partir d'un tube de Polyéthylène de Haute Densité (PEHD) et tronçonnés suivant une génératrice. La procédure expérimentale consiste à mesurer la déformation au cours du temps en fonction de la largeur de l'éprouvette. Il a été observé qu'à partir de la valeur 2,3 mm de largeur, la déformation demeure constante. Ce qui correspond à l'état de déformation plane. Les courbes déformation-temps montrent un comportement de fluage typique des matériaux viscoélastiques semi-cristallins. Les courbes ε -Ln(t) sont caractéristiques d'un comportement de fluage à court terme des matériaux viscoélastiques semi-cristallins. Le taux de déformation diminue avec la diminution du diamètre du tube, l'augmentant la largeur des spécimens et est plus important pour le PE-100 par rapport au PE-80. Le taux de déformation diminue avec la diminution du diamètre du tube et est plus important pour le PE-100 par rapport au PE-80. Les écarts de déformation évoluent pour se stabiliser à un certain temps. L'effet du temps et de la température est très saillant spécialement pour le HDPE.

Mots clés : Déformations résiduelles, polyéthylène, viscoélasticité, cristallinité, propriétés mécaniques.

IV.SNMPE (No. I-1-319) 2012

Caractérisation mécanique et hygrothermique d'un composite multicouches en liège et panneaux de bois

Lakreb N.¹, Bezzazi B.¹

¹ Unité de Recherche Matériaux, Procédés et Environnement (URMPE), Université de Bumerdès. Algérie
lakrebnadia@hotmail.fr

Résumé : Si les matériaux composites sont aujourd'hui d'utilisation courante en Algérie, leurs applications dans le domaine du bâtiment et du génie civil restent embryonnaires. Ils se heurtent aux conditions de mise en œuvre, aux exigences de durée de vie des bâtiments ainsi qu'à de fortes contraintes en termes de coût du fait de la concurrence des matériaux dits traditionnels.

Notre étude consiste à l'élaboration et la caractérisation mécanique et hygrothermique d'un nouveau matériau composite de type sandwich multicouches à base de liège et de panneaux de bois (contreplaqué).

En effet, des plaques ont été élaborées par compression à l'aide d'une presse hydraulique équipée d'une plaque chauffante en utilisant de différentes températures pouvant atteindre les 200°C. Les plaques obtenues ont été ensuite soumises à des essais mécaniques et hygrothermiques afin de les caractériser et de déduire par conséquent leur domaine d'utilisation ultérieur par rapport notamment à leurs qualités d'isolation thermique, phonique et acoustique en vue de leurs emploi dans le domaine du génie civil.

Enfin, des conclusions ainsi que des recommandations sont données en adéquation avec ce type de matériau et sa destination ainsi que des perspectives sont prononcées pour des recherches futures.

Mots clés : Matériau composite, liège, contreplaqué, colle, isolation.

IV.SNMPE (No. I-2-323) 2012

The Effects of long time exposure to Natural Weather on the Rheological and Morphological Properties of Polypropylene/Polyamide-6 Blends

Mouffok S.*¹, Kaci M.², Peuvler-Disdier E.³, Aliouche D.¹

¹Laboratoire de Traitement et mise en Forme des Polymères fibreux, Université M'Hamed Bougara Bumerdès, Algeria.

²Laboratoire des Matériaux Organiques, Université Abderrahmane Mira, Bejaia 06000, Algeria.

³Mine Paris Tech, CMFM, UMR CNRS 763, 06904 Sofia Antipolis, France
mouffoks@hotmail.com

Abstract: The effects of natural weathering exposure for a period of one year on the properties of polypropylene (PP)/polyamide-6 (PA6): (70/30 wt %) blends have been investigated in the absence and the presence of PP-g-MA used as a compatibilizer. The resulted changes in morphology and rheological properties of the different blends were studied by means of scanning electron microscopy (SEM), melt flow index test (MFI) and rheometry. After one year of natural weathering exposure, the results showed a significant increase of MFI values all the samples. The rheological measurements indicated a decrease in the complex viscosity of PP, PA6 and their blends as a result of chain scission mechanism; however, the decrease was more pronounced by the addition of the compatibilizer at this stage of time exposure. Further, the weathering effect on the morphology of exposed PP/PA6 observed by SEM revealed the presence of voids and cracks on the fractured surfaces for both virgin and compatibilized blends.

Key words: PP, PA6, polymer blends, natural weathering, degradation.

1. INTRODUCTION

In the last years, polymer blends have gained much interest because of the favourable balance of properties and cost [1]. Blending is mainly used to achieve properties, which are more advantageous than those of the components [2]. Polymer blends based on polypropylene (PP) and polyamide 6 (PA6) are of great interest owing to their excellent mutually compensating properties [3]. PP is a commodity polymer which offers a good barrier to moisture, a great chemical resistance and high impact strength

with a low cost. On the other hand, PA6 is an excellent engineering plastic with good abrasion resistance and electrical properties. However, it has a high cost and a considerable water sorption [1]. Unfortunately, the two polymers are immiscible and blending them leads to macro-phase separation and consequently to a material of poor properties [4]. The miscibility of the two components may be improved by the addition of a compatibilizer. Many investigations have been carried out of PP/PA6 blends with grafted polymers and copolymers as compatibilizers. Among these compatibilizers the maleic anhydride grafted polypropylene PP-g-MAH showed appreciable results [5].

In outdoor applications, all polymers degrade. The extent of the degradation depends mostly on the environment (especially sunlight intensity, temperature, humidity, rain, wind, etc) and the polymer structure. In the presence of air and by the action of light, photo oxidation is believed to be the most important degradation process [6]. Many studies shown that ultraviolet (UV) photo degradation follows four different steps starting with free radical chain initiation, propagation, chain branching and termination. Chemical degradation of polymers is an irreversible change and is very important phenomenon, which affects their performances in daily life and leads finally to the loss of functionality. [7]. Thus, the study of degradation and stabilization of polymers is extremely important from the scientific and the industrial point of view, to insure a long service life of the product.

Long-term properties of polymer blends under environmental stresses are influenced by degradation conditions, structures of components and by co-reactivity between individual component polymers and/or their degradation products that may lead to new chemical species such as grafted copolymers. Individual component of a blend may behave rather differently from their behaviour as isolated polymers [1, 2]. This may affect the degradation resistance of a blend positively or negatively. Extensive work has been devoted on the elaboration and characterisation of PP/PA6 blends [3,4]. Nevertheless, only very few papers deal with their ageing, and more particularly with the ultraviolet (UV) photo degradation in the presence of a compatibilizer. Photodegradation behaviour of polypropylene/polystyrene blends compatibilized with styrene-butadiene-styrene (SBS) has been studied [8]. The results showed that compatibilizer influences the kinetics and the carbonyl content generated during the blend degradation, resulting in increased the photodegradation rate.

The aim of the present work was to investigate the long time exposure to natural weathering effect on the rheological and morphological properties of PP/PA6 blends compatibilized with the maleic anhydride grafted polypropylene (PP-g-MA). The kinetics of degradation were not studied. The degradation of the exposed samples is evaluated MFI test, Rheometry and SEM.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

The PP used is an isotactic homopolymer produced by INEOS Olefins and Polymers Europe (United Kingdom), under the trade name 100-GA03. The polymer has the following characteristics as provided by the manufacturer: a melt flow index (MFI) = 3 g/10 min (at 230 °C and 2.16 kg), a melting point = 163°C and a Vicat softening point = 156°C.

PA6 was supplied by Lanxess (Germany) under the trade name Durethan B 30 S. PA6 has a melting temperature of 222 °C, a density of 1.14 g/cm³, a water absorption = 10%, a moisture absorption at equilibrium = 3% and a melt flow index = 102 g/10 min.

The compatibilizer used was PP-g-MA from Dupont International S.A. (Australia) under the trade name Fusabond[®] P M613-05. The maleic anhydride content is less than 0.1 wt. %. The main characteristics of the compatibilizer are a melt flow index (MFI) of 120 g/10 min, a melting temperature of 162 °C and a decomposition temperature higher than 250 °C.

2.2. Samples preparation

Melt compounding of PP/PA6 blends was performed on a Bauzano Counter rotating twin screw extruder (Italy) with a ratio L/D = 19. The temperature setting along the zones of the extruder was 240 °C, whereas the screw rotational speed was 40 rpm. Prior to extrusion, PA6 pellets were dehumidified in a Moton MDE 40 Desiccant dryer at 90°C for 3 hours. All the blend components, i.e. PP, PA6 and PP-g-MA were premixed together before addition to the hopper of the extruder according to the compositions reported in Table 1. The extrudates were grinded and injection moulded into standard specimens (ISO 527-2), using a Bettenfeld Unilog 4000 (200 CD) injection molding machine

(Germany). The temperature setting along the zones of the injection unit ranged from 220 to 240°C. Prior to injection molding, PA6 and all the blend materials were dried at 90°C for 3 hours.

Table 1. Code and composition of the samples.

Code	PP(wt%)	PA6(wt%)	PP-g-MA (wt%)
PP	100	0	0
PA6	0	100	0
PP/PA6/0C	70	30	0
PP/PA6/2C	68	30	2

2.3 Natural weathering exposure

Natural weathering of PP/PA6 blend samples was carried out according to ASTM D 1435. The specimens were mounted 45°, facing the south direction. The exposure was carried out at M'sila, which is a high land city located on the south east of Algeria (latitude 35° 40'N and longitude 04° 30'E). The samples were exposed for 1 year from July 2008 to Jun 2009. The average radiation in the experimental period was 400 kcal/cm² per year. The average temperature varied between 12 (winter) and 40°C (summer). The humidity level varied between 88 (winter) and 37% (summer) and the amount of rain was 17 mm/year.

2.4. Characterisation methods

The melt flow index of PP/PA6 blends before and after exposure to natural weathering was measured using a Davenport MFI-10 melt flow indexer -Lloyd Instruments (England) at 240 °C and 2.16 kg load. The melt flow rate test is a simple and convenient method for characterizing both the type of degradation (chain scission or cross-linking) and the extent of degradation of a polymer since the melt flow index (MFI) is inversely related to the molar mass of the polymer.

The rheological properties of the samples before an after exposure to natural weathering were studied using a Rheometrics Dynamic Analyser II (RDAII, TA Instruments) under nitrogen atmosphere to prevent oxidative degradation. Specimens for shear rheological testing were prepared by moulding discs, about 1 mm thick, designed to match the platen diameter employed in the rheometer. Parallel plates of 25 mm diameter for the dynamic tests were used at T=240 °C. Prior forming the specimens and testing, all the blends were dried under vacuum at 90 °C for 3 hours.

The effect of natural weathering on the morphology of PP/PA6 blends was observed with a Philips XL30 Scanning electron microscopy (SEM) operated at 15 kV. SEM micrographs were taken from fractured surfaces of samples after submersion in liquid nitrogen.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Melt flow index (MFI)

The variation of MFI values of PP/PA6 blend is shown in Table 2 before and after 1 year of exposure to natural weathering. It is observed that the MFI of PP/PA6 blends is comprised between those of the two components PP and PA6. It is also observed a large decrease of the MFI values of PP/PA6 blend after addition of 2 wt % of PP-g-MA before slowing down at higher compatibilizer content. According to the literature [9] the use of PP-g-MA as compatibilizer in PP/PA6 blends may result in a physical interaction with PP and a chemical interaction with PA6. The anhydride group of maleic anhydride would react with amine end-groups of PA6 with formation of an imidic linkage; the reaction leads to creation of PA6-g-PP copolymer. The intermolecular bonding in the copolymer may restrict the mobility of the molecular chains in the PP/PA6 blends, thus decreasing the MFI values. After 1 year of exposure, it is clearly observed a fast increase in the MFI values of all the samples. These results indicate the degradation of the samples under UV light by chain scission mechanism, leading to improvement of mobility of the molecular chains, thus increasing the MFI.

Table 2. Melt flow index (MFI) of the samples before and after 1 year of exposure to natural weather.

Samples		MFI (g/10mn)	Dimensionless MFI
PP	Before exposure	3.21	0.12
	After exposure	25.7	
PA6	Before exposure	27.3	0.42
	After exposure	63.9	
PP/PA6/0C	Before exposure	12.3	0.34
	After exposure	35.9	
PP/PA6/2C	Before exposure	8.88	0.28
	After exposure	30.77	

Furthermore, table 1 shows the dimensionless MFI of all the investigated samples. The dimensionless values were calculated as the MFI value before exposure to natural weather divided by the corresponding value after 1 year of exposure to natural weather. It can be seen that the dimensionless MFI value of PA6 is higher than that of PP by almost 350 %, passing from 0.42 to 0.12 respectively. This means that the extent of degradation of PP is more important than that of PA6. It can be also seen that the dimensionless MFI value of compatibilized PP/PA6 blends is less than that of the uncompatibilized blends. This result suggests that the compatibilizer agent (PP-g-MA) acts as a chain scission promoter at this stage of time exposure.

3.2. Rheological measurements

The curves of complex viscosity (η^*) and storage modulus (G') versus frequency for PP and PA6 before and after 1 year of exposure in natural weathering are shown in Fig. 1(a) and (b) respectively. It is observed that all the curves in Fig. 1.a show almost the same pattern which is characterized by a regular increase of η^* with decreasing the frequencies. It is also noted a large drop of η^* of PP and PA6 after exposure to natural weather. This indicates that molecular chain scission is dominant under UV light. The drop of η^* is more pronounced in the case of PP, meaning that the extent of degradation of PP is higher than that of PA6. These results seem to be consistent with the MFI results. The storage modulus (G') resulting from the dynamic frequency scans are shown in Fig. 1.b. It is observed that (G') of both PP and PA6 decreases with decreasing the frequencies. The decrease is more important in the case of PP, which undergoes with the η^* results. It should be mentioned that the slow decrease of (G') of PA6 in the range of 1 - 0.1 rad/s is due to the very low values of torque ($<10^{-6}$ N.m) in this range.

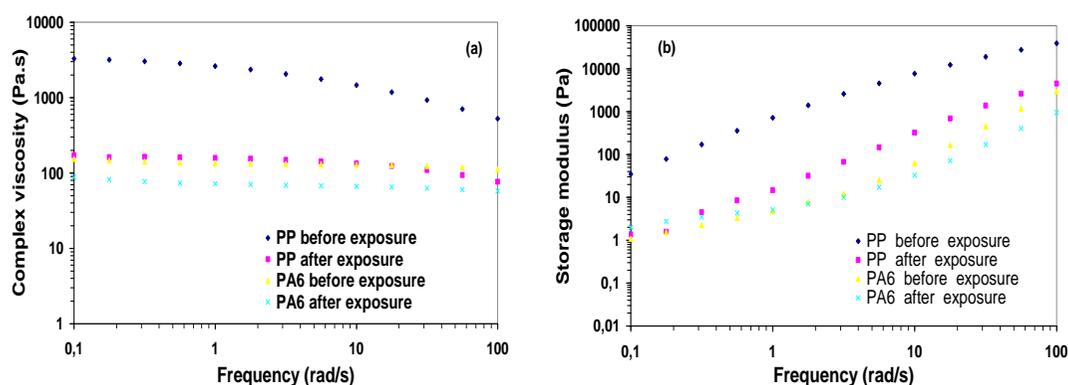


Fig1. Complex viscosity (a) and Storage modulus (b) of PP and PA6 as a function of frequency at 240°C before and after 1 year of exposure to natural weather.

The curves of complex viscosity (η^*) and storage modulus (G') versus frequency for PP/PA6 blends in the absence and presence of PP-g-MA (2 wt %) before and after 1 year of exposure in natural weathering are exhibited in Fig. 2(a) and (b) respectively.

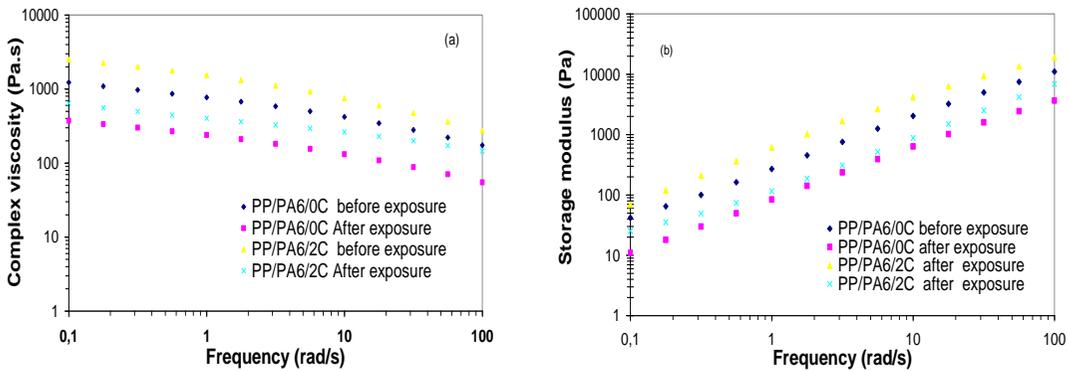


Fig2. Complex viscosity (a) and Storage modulus (b) of PP/PA6/0C and PP/PA6/2C as a function of frequency at 240°C before and after 1 year of exposure to natural weather.

It is observed that addition of 2 % PP-g-MA increases considerably the viscosity of PP/PA6 blend, especially at 0.1 Hz (Fig. 2a), clearly indicating an enhanced interaction between the two polymer phases due to the formation of copolymers by interfacial reactions in the melt. The chemical compatibilization reaction is expected to take place between the anhydride or carboxyl groups of the functionalized PP and the amine groups of the polyamide as reported by many authors [10].

Similar conclusions may be drawn from the curves of G' (Fig. 2b), where the addition of the compatibilizer increases the storage modulus of PP/PA6 blends. This may be explained as a result of the PP-g-MA effect leading to improvement of miscibility of the blends, and thus to better dispersion of PA6 in PP matrix. Further, the decrease in complex viscosity of the whole irradiated blends indicates that chain scission is dominant in natural weathering. Moreover, the drop of η^* is more pronounced after the addition of PP-g-MA, meaning that the compatibilizer acts as chain scission promoter at this stage of time exposure. These results seem to be consistent with the MFI results.

3.3. SEM analysis

SEM is a powerful tool to investigate the phase morphology of the polymer blends and particularly, the possibility of evaluating the interfacial modification in the presence of compatibilizers, the dispersion of the phases and the reciprocal adhesion [30]. In this respect, Fig. 3a and b shows SEM micrographs of cryo-fractured surfaces of PP/PA6: 70/30 blend before and after 1 year of exposure in natural weathering, respectively. From Fig. 3a, it can be observed that the morphology exhibits irregularly shaped and large domains of PA6 dispersed in PP matrix ranging from 2 to 34 μm in diameter. Moreover, the domains are easily detached from the PP matrix due to the poor interfacial adhesion between them. Further, some voids of various sizes are visible on the surface. Similar results have been reported in literature [10]. The lack of plastic deformation on the fracture plane explains the sharp drop in the ductility of the PP/PA6 blend. After 1 year of exposure as shown in Fig. 3b, a great damage on the morphology of PP/PA6 blend is observed owing to photooxydative degradation.

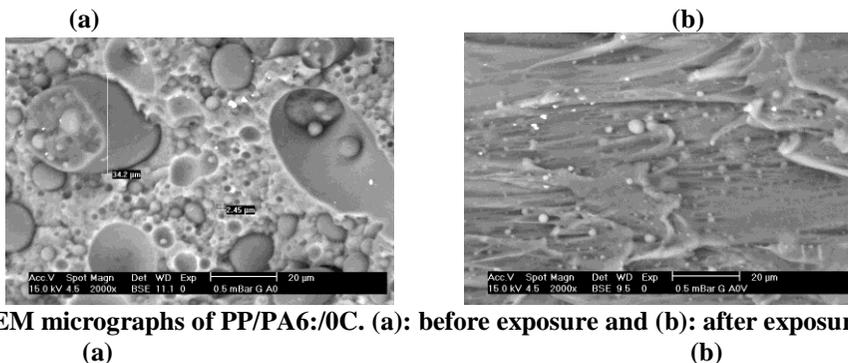


Fig3. SEM micrographs of PP/PA6/0C. (a): before exposure and (b): after exposure. 2000X.

(a) (b)

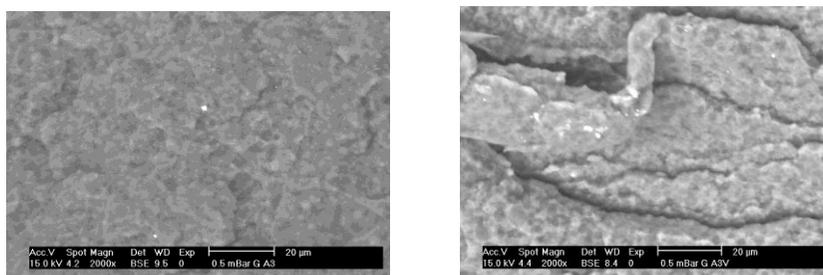


Fig4. SEM micrographs of PP/PA6/2C (a): before exposure and (b): after exposure. 2000X.

On the other hand, it can be noticed in Fig. 4a, which is relative to unexposed compatibilized PP/PA6 blend, homogeneous phase structures in which the PA6 particles are embedded with the PP matrix. As expected, the addition of 2 wt % of compatibilizer, taken as example, has significantly increased the dispersion and particle size distribution of the PA6 within the PP. PP-*g*-MA provides a good wetting of PA6 leading to improved adhesion to the PP matrix creating a blend with improved impact properties versus polypropylene homopolymer while maintaining or improving strength. As suggested by Roeder et al. [11], the improved morphology of PP/PA6/PP-*g*-MA results from the formation of an interfacial copolymer. After 1 year, similar comments can be made for the aged sample as shown in Fig. 4b, except that the damage on the morphology of the compatibilized PP/PA6 blend is more important compared to the uncompatibilized blend. Many voids and cracks are observed with however, a good distribution of the dispersed phase in the PP matrix. Furthermore, the incorporation of PP-*g*-MA in PP/PA6 blend leads to a finer dispersion of the PA6 domains. The presence of voids and cracks in the exposed sample indeed indicates the occurrence of photooxidative degradation.

4. CONCLUSION

Based on this work devoted to study the effects of natural weathering exposure for one year on the properties of PP/PA6: 70/30 wt% blends in the absence and the presence of PP-*g*-MA, the following conclusions can be drawn:

Before exposure to natural weather, the results of melt flow index (MFI), complex viscosity (η^*) and storage modulus (G') indicated that the addition of 2 (wt %) of PP-*g*-MA improves the compatibility of PP/PA6 blends, and consequently their rheological and morphological properties.

After one year of exposure to natural weather, the (MFI) and (η^*) of PP, PA6, compatibilized and uncompatibilized PP/PA6 blends increased drastically, indicating that chain scission is dominant in natural weather. Moreover, the complex viscosity and storage modulus of all the samples decreased drastically, which is consistent with the MFI results. Furthermore, the results of MFI and (η^*) indicate that the addition of PP-*g*-MA increases the extent of degradation of the blends after one year of exposure, meaning that the compatibilizer acts a chain scission promoter at this stage of time exposure. The effects of natural weather on the morphology of PP/PA6 blends is characterized by the presence of many voids and cracks on the fractured surfaces as a result of excessive degradation, which is in agreement with rheological data.

REFERENCES

- [1] Afshari M. Crystalline and amorphous orientation of polypropylene/nylon 6 blend filaments. *Iran Polym J* 14 (2005) 1042-1049.
- [2] Darie R. N., Brebu M., Vasile C., Kozlowski M. On the compatibility of the IPP/PA6/EPDM blends with and without functionalized IPP I. Thermo-oxidative behaviour. *Polym Degrad Stab* 80 (2003) 5551-566.
- [3] Dintcheva N.Tz., Filippone G., La Mantia F. P., Acierno D. Photo-oxidation behaviour of polyethylene/polyamide 6 blends filled with organomodified clay: Improvement of the photo-resistance through morphology modification. *Polym Degrad Stab* 95 (2010) 527-535.
- [4] Zhou X., Zhang P., Jiang X., Rao G. Influence of maleic anhydride grafted polypropylene on the miscibility of polypropylene/polyamide-6 blends using ATR-FTIR mapping. *Vibrat Spectrosc* 49 (2009) 17-21.
- [5] Beltrame P. L., Citterio C., Testa G., Seves A. Oxygen permeation through films of compatibilized polypropylene/polyamide 6 blends. *J Appl Polym Sci* 74 (1999) 1941-1949.

- [6] Menyhárd A., Varga J. The effect of compatibilizers on the crystallisation, melting and polymorphic composition of β -nucleated isotactic polypropylene and polyamide 6 blends. *Eur Polym J* 42 (2006) 3257-3268.
- [7] Pospišil J., Horák Z., Kruliš Z., Nešpůrek S., Kuroda S.-i. Degradation and aging of polymer blends I. Thermomechanical and thermal degradation. *Polym Degrad Stab* 65 (1999) 405-414.
- [8] Covas J. A., Almeida M. F., Machado A. V., Larocca N. M., Pessan L. A. Nanoclays dispersion in a PA6/PP blend by twin screw compounding. *Macromol Symp* 301 (2011) 55-62.
- [9] Sacchi A., Di Landro L., Pegoraro M., Severini F. Morphology of isotactic polypropylene-polyamide 66 blends and their mechanical properties. *Eur Polym J* 40 (2004) 1705-1713.22.
- [10] Yoon B. S., Joang J. Y., Suh M. H., Lee Y. M., Lee S. H. Mechanical properties of polypropylene/polyamide-6 blends: Effect of manufacturing processes and compatibilization. *Polym Comp* 18 (1997) 757-764.
- [11] Roeder J., Oliveira R. V. B., Gonçalves M. C., Soldi V., Pires A. T. N. Polypropylene/polyamide-6 blends: influence of compatibilizing agent on interface domains. *Polym Test* 21 (2002) 815-821.

IV.SNMPE (No. I-1-324) 2012

**Etude de L'altération en Milieu Acide d'un Zirconate de Formule
(Yb_{0,1}Nd_{0,9})₂Zr₂O₇, Utilisé pour le Confinement des Radioisotopes Toxiques**

Moudir D^{*1}, Kamel N¹, Kheribet R², Kamel Z¹, Melzi Z¹, Benotmane B², Benmounah A²

¹Centre de Recherche Nucléaire d'Alger, Division des Techniques Nucléaires, Alger, Algérie

²Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université M'Hamed Bougara Bumerdès, Algérie

dalilamoudir@yahoo.fr

Résumé : Dans cette étude, nous avons étudié la corrosion, en milieu acide, d'un zirconate de formule (Yb_{0,1}Nd_{0,9})₂Zr₂O₇, utilisé pour le confinement de certains radioisotopes toxiques. Le matériau a été synthétisé par voie sol-gel. Le néodyme est un simulateur chimique du radioélément toxique. L'étude de la lixiviation, en milieu acide chlorhydrique, de ce minéral a été effectuée en mode statique, dans deux milieux de pH respectifs de 5 et 7. La technique analytique de spectroscopie UV-visible a été employée pour l'analyse du néodyme des lixiviats.

Les tests de lixiviation ont montré que le matériau est stable en milieu acide. Lorsque l'équilibre de lixiviation est atteint, les quantités de néodyme relarguées dans l'eau sont faibles. Le taux de lixiviation du néodyme de la matrice dans le milieu aqueux (pH =7) est très faible, de l'ordre de $1,7 \cdot 10^{-3}$ kg /m² j et en milieu acide (pH =5) de $2,3 \cdot 10^{-3}$ kg /m² j. L'observation au microscope métallographique d'une coupe transversale des échantillons lixiviés montre que les épaisseurs altérées par corrosion sont très faibles. Elles atteignent quelques dizaines de microns en milieu acide.

Mots clés : Zirconate, déchets radioactifs, corrosion, stabilité chimique.

Les techniques statistiques appliquées aux matériaux du génie civil

Dahou Z.*¹, Ghomari F.²

¹ Laboratoire LMS, Université de Béchar, Département de Génie Civil, Algérie

² Laboratoire EOLE Université de Tlemcen, Département de Génie Civil, Algérie
dzohra@gmail.com

Résumé : L'importance de l'expérimentation en génie civil est plus que nécessaire pour mieux approcher le comportement des matériaux sous les différentes conditions de leurs utilisations et exploitations. La constitution des bases de données des résultats expérimentaux permet l'élaboration des modèles prédictifs qui seront d'un grand apport pour des futures expérimentations ou modélisations. Nous proposons dans cet article une présentation générale des outils statistiques existant et applicable pour les matériaux de génie civil. Les réseaux de neurones artificiels, désigné aussi sous les termes « réseaux neuromimétiques » ou « réseaux connexionnistes », font partie de ces différentes techniques. Une banque de données expérimentales, associant des essais d'arrachement et de compression, a été constituée en laboratoire. Elle a permis de développer deux modèles de prédiction en utilisant les réseaux de neurones multicouches dit aussi perceptron multicouche (PMC). Le premier modèle estime la résistance à la compression à différentes maturités en incluant uniquement deux données d'entrées. La force d'arrachement d'une barre ancrée dans le béton est prédite par un deuxième modèle ayant six paramètres d'entrées. Leurs validations ont montré de bonnes capacités de généralisations et de très bonnes précisions des prédictions des résistances de compression et d'adhérence. Ainsi, la méthode de réseaux de neurones artificiels s'avère très performante pour des problèmes fortement non linéaires. Dans les limites des valeurs extrêmes d'un programme expérimental, une étude paramétrique de tout modèle de prédiction pourra mettre en évidence des relations mathématiques intéressantes. Ce qui sera exploité par la suite dans de nouveaux programmes expérimentaux.

Mots clés : Méthodes statistiques, béton, réseaux de neurone, résistance à la compression, contrainte d'adhérence.

1. INTRODUCTION

Les méthodes statistiques sont appliquées dans presque tous les secteurs et font partie des connaissances de base utilisables par le chercheur ou l'ingénieur cherchant à modéliser des données expérimentales. Toute démarche statistique comporte usuellement trois phases : le recueil, l'exploration, l'inférence et la modélisation. Cette dernière consiste généralement à rechercher une relation approximative entre une variable et plusieurs autres.

L'élaboration des modèles prédictifs regroupe les techniques usuelles de régression linéaire simple ou multiple si la variable à « expliquer » est numérique ainsi que les variables explicatives. Si certains variables explicatives sont qualitatives le modèle linéaire générale sera approprié. La méthode de discrimination sera utilisée si l'on cherche à prévoir une variable qualitative appartenant à une catégorie.

Le développement des moyens informatiques et de calcul a permis l'apparition de nouvelles méthodes de prédiction utilisant une approche algorithmique [1] (G. Saporta, 2005). Arbres de régression, réseaux de neurones sont couramment utilisées en fouille de données ou data mining. Nous citons aussi les techniques statistiques élaborées de régression non paramétriques, ou de modélisation non linéaire avec des transformations fonctionnelles (*Support Vector Machines*).

L'obtention et le choix d'un bon modèle ne se basera pas uniquement sur le meilleur ajustement aux données expérimentales, mais impliquera :

- Choix d'un modèle parcimonieux utilisant peu de paramètres.
- Choix d'un modèle ayant de bonnes capacités prédictives sur des nouvelles observations ou données.

2. PRESENTATION DES RESEAUX DE NEURONES ARTIFICIELS

Les réseaux de neurones ont été développés dans les années 80 et sont des outils puissants pour prédire des phénomènes non linéaires. Le réseau le plus connu est le réseau de neurones multicouches dit aussi perceptron multicouche (PMC). Sa mise en œuvre nécessite les étapes suivantes :

A. Préparation des données

Comme pour tout problème d'analyse statistique, il est important de déterminer les entrées pertinentes qui ont une influence significative sur le phénomène que l'on cherche à modéliser. L'ensemble des données expérimentales doit être en nombre suffisant, et être suffisamment

représentatives. La base des données constituée est par suite partagée en deux parties : apprentissage (80%), et test (20%). Le modèle RNA est estimé sur la base d'apprentissage et optimisé sur celle du test. Une normalisation des variables d'entrée dans l'intervalle [-1,1] permet de réduire des disparités éventuelles entre les variables d'ordre de grandeur très différents.

B. Optimisation de l'architecture du réseau

Le nombre de couches cachées et le nombre de neurones par couche cachée doivent être optimisés. Ils conditionnent directement le nombre de poids à estimer. Ils participent à la recherche d'un bon compromis biais/variance c'est-à-dire à l'équilibre entre qualité d'apprentissage et qualité de prévision.

C. Optimisation de la procédure d'apprentissage

La phase d'apprentissage débute en utilisant des valeurs initiales aléatoires de poids et de biais. Un algorithme mathématique spécifique appelé algorithme d'apprentissage permettra d'effectuer des calculs itératifs afin de minimiser l'erreur. La validation croisée mesure les performances du réseau conjointement sur les bases d'apprentissage et de test. Le moment judicieux pour interrompre l'apprentissage est celui où les performances en test sont optimales.

3. APERCU DES APPLICATIONS DES RNA POUR LE MATERIAU BETON

L'introduction et l'application des RNA en génie civil datent des années 1990. Les auteurs Flood et col. [2] (I. Flood, 1994a), [3] (I. Flood, 1994b) avaient présenté les fondements de base de compréhension, de développement et de l'application réussis de la technologie des réseaux neurologiques artificiels en génie civil.

Nous mettons en revue ci après un certain nombre de travaux ayant appliqués les réseaux de neurones pour le matériau béton.

La prédiction de la résistance en compression de différents types de béton a été traitée en utilisant différents réseaux de neurones. Kasperkiewicz et col. ont utilisé un réseau à apprentissage supervisé type ARTMAP [4] (J. Kasperkiewicz, 1995) pour la prédiction de la résistance de béton de haute performance. Ils ont conclu que la prédiction des propriétés du béton peut être traitée par des modèles RNA en dépit de la complexité des données et de leurs incohérences.

Cheng Yeh [5] (I-C. Yeh, 1998) a suggéré un modèle RNA pour la prédiction de la résistance du béton en choisissant sept paramètres d'entrées. La particularité de son modèle est que des neurones-logarithmiques et exponentielles étaient incluses dans les couches des entrées et des sorties du réseau. Hong-Guang et col. [6] (N. Hong, 2000) ont utilisés un PMC constitué de 11 facteurs d'entrée, une couche cachée de 7 neurones et la résistance en compression à 28 jours était la sortie prédite. L'apprentissage a été réalisé sur 50 bétons différents et le test sur 15 autres. Le même type de réseaux a été utilisé par Dias et col. [7] (W.P.S Dias 2001) pour prédire la résistance et l'affaissement des bétons. Ils avaient modélisé l'effet des constituants sur les caractéristiques des bétons. Pour les bétons avec fibres métalliques, les auteurs [8] (F. Altun, 2008) ont suggéré un modèle de prédiction de la résistance à la compression à 28 jours. La base de données était constituée de 126 résultats de compositions différentes où principalement le dosage en ciment et le dosage en fibres étaient variables.

La prédiction de l'ouvrabilité des bétons a fait l'objet de, recherches conduites par [9] (J. Bai, 2003), [10] (I-C. Yeh, 2006). Bai et col. ont utilisé un PMC pour modéliser l'effet du métakaolin et des cendres volantes sur les propriétés d'ouvrabilité des bétons. Yeh a proposé un modèle de prédiction de l'affaissement du béton de laitier avec cendres volantes. Le processus d'hydratation des ciments combiné aux réseaux de neurones était l'objet d'intérêt de la recherche menée par Park et col. [11] (J. Park, 2005). Un PMC était proposé pour la prédiction des facteurs cinétiques d'hydratation.

L'évaluation non destructive des ouvrages en béton a pour objectif l'obtention des informations de nature à contribuer au diagnostic de l'état de l'ouvrage ou à l'alimentation des modèles de prédiction de durée de vie et/ou de requalification. Parthiban et col. [12] (T. Parthiban, 2005) ont investi la durabilité et le contrôle des bétons. Ils ont utilisés les réseaux de neurones pour modéliser l'évolution du potentiel d'électrode dans le temps de façon à contrôler la corrosion des armatures. Hola et col. [13] (J. Hola, 2005) ont combiné trois méthodes non destructives (ultrason, schmidt, impact echo) pour la prédiction

de la résistance en compression du béton en laboratoire et in situ. Les travaux de Zaid et col. [14] (M. Zaid, 2004) ont permis, grâce à la combinaison de la RNA avec l'utilisation d'un capteur inductif, de recueillir des informations pertinentes sur la profondeur et le diamètre de barres d'armatures noyées dans le béton. L'application de la technologie radar à l'évaluation quantitative de deux indicateurs pathologiques, à savoir les teneurs en eau et en chlorures des bétons, a fait l'objet de recherches menées par Sbartaï et col. [15] (Z.M. Sbartaï, 2009). Ils ont développé un modèle neuromimétique d'inversion de la mesure radar capable de prédire les teneurs en eau et en chlorures des bétons.

4. APPLICATION DES RESEAUX DE NEURONES ARTIFICIELS

4.1. Programme expérimental - Constitution de la base de données-

Dans le programme expérimental élaboré [16] (Z. Dahou, 2009), nous avons prévu des essais d'arrachements [17] (Rilem, 1973) et de compression à des échéances identiques. Pour chaque maturité testé, les éprouvettes provenaient des mêmes gâchées et étaient conservées dans des conditions de laboratoire ($T^{\circ}=20^{\circ}\text{C}$, $\text{RH}\%=60\%$).

Trois types de béton ont été confectionnés : deux du type C40/45 et un C30/37. Ils sont notés respectivement B40a, B40b et B30. Le tableau 1 résume leurs formulations. Pour chaque béton, deux armatures haute adhérence, de diamètres (Φ) 10 et 12mm, étaient testées.

Tableau 1. Compositions des bétons expérimentés (Dosage en kg/m^3).

	B40a	B40b	B30
CEM I 52.5 R CE CP2 NF Lafarge	425	375	-
CEM I 52.5 N CE CP2 NF Calcia	-	-	325
Sable 0/4	710	755	811
Gravier roulé 4/10	532.5	336	382
Gravier concassé 10/14	532.5	790	731
Eau total	185	187.5	195

Les courbes forces glissements caractérisent les résultats des essais d'arrachements. La contrainte tangentielle ultime τ_u (1) est déduite en fonction de la force d'arrachement maximal F_{\max} et de la longueur d'adhérence L.

$$\tau_u = \frac{F_{\max}}{\pi\phi L} \quad (1)$$

La figure 1 montre le graphique, ou nuage de points, de l'ensemble des couples de résistances d'adhérences et de compression (τ_u , R_c) pour tous paramètres expérimentaux confondus.

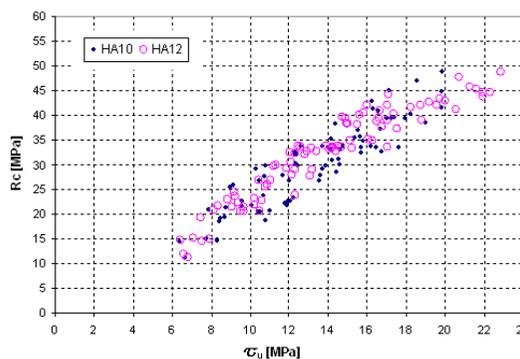


Figure 1 : Couples de résistances (τ_u , R_c) distinguées par diamètre de barre expérimenté.

4.2. Présentation des modèles prédictifs développés

Nous proposons l'exploitation de notre base de données pour développer un premier modèle, notée RNA- R_c , donnant la résistance à la compression du béton. La contrainte d'adhérence ultime ainsi que la

maturité du béton constituent les deux paramètres de la couche d'entrée. Nous avons trouvé un nombre optimisé de neurone égal à six. La figure 2.a détaille l'architecture que nous avons adoptée pour ce modèle.

Le deuxième modèle RNA-F prédit la force d'arrachement ultime F_{max} de l'essai d'arrachement direct. Elle correspond à une rupture d'adhérence par glissement. En se basant sur les résultats expérimentaux, nous avons montré [16] (Z. Dahou, 2009) que le diamètre de la barre nervurée, la résistance à la compression des bétons ainsi que leurs maturités ont une influence sur la valeur de F_{max} . Nous avons aussi mis en évidence l'effet des constituants du béton, à savoir, le rapport eau-ciment (E/C) et les deux rapports G/S et G_c/G_r qui caractérisent respectivement la granularité et la forme des graviers utilisés. En plus les valeurs de F_{max} ont nettement été influencées, au jeune âge, par le type de ciment (Prise normale ou rapide). En tout, six paramètres d'entrées sont prévus pour le modèle prédictif de F_{max} . Le modèle adopté possède l'architecture optimisée montrée sur la figure 2.b.

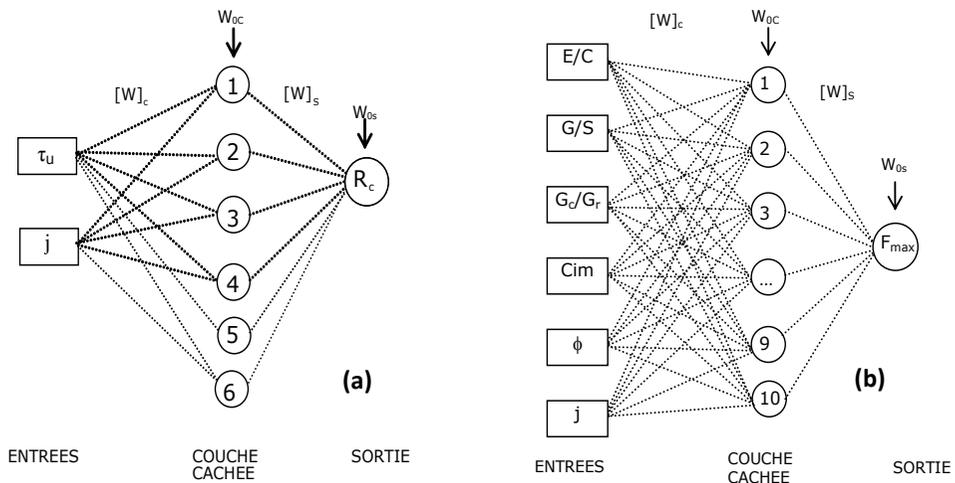


Figure 2 Architectures optimisées des modèles RNA-R_c (a) et RNA-F (b).

4.3. Validation des modèles proposés RNA-Rc et RNA-F

Les résultats expérimentaux d'autres chercheurs, [18] (A. Castel, 2006), [19] (W-L. Jin, 2001), [20] (J. Xiao, 2007), sont utilisés afin de vérifier et tester la validité de nos modèles de prédiction. Les données ainsi que les résultats expérimentaux et prédit sont présentés dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2. Validation du modèle RNA-R_c.

Référence	j	τ_u [Mpa]	R_c -Exp [Mpa]	R_c prédite par RNA-R _c [MPa]
Castel et col. [Castel, 2006]	28	12,70	34,4	33,8
	28	22,47	48,8	44,6
Jin et col. [Jin, 2001]	28	8,45	22,1	24,2

Tableau 3. Validation du modèle RNA-F.

Référence	Ciment	E/C	G/S	G_c/G_r	ϵ [mm]	Age [jour]	τ_u -Exp [MPa]	τ_u prédite par RNA-F [MPa]
Castel et col. [castel, 2006]	32.5 R	0.5	1,51	2.58	12	28	12,7	12,1
	52.5R	0.435	1,49	1	12	28	22,4	22,1
Xiao et col. [Xiao, 2007]	32.5 R	0.43	2.24	2.35	10	28	17,4	16,9

5. CONCLUSIONS

Des modèles prédictifs des résistances de béton et béton armé sont proposés en utilisant les réseaux de neurones artificiels qui sont des outils puissants pour prédire des phénomènes non linéaires. Leurs validations ont montré de bonnes capacités de généralisations et de très bonnes prédictions. Les taux de variation sont au plus 9% et 5% pour respectivement RNA-R_c et RNA-F. Les prédictions des résistances de compression, données par le modèle neuromimétique RNA-R_c ont montré des précisions similaires au modèle de régression multiple [21] (Z. Dahou, 2010) obtenu avec la même base de données. Pour le modèle RNA-F, l'introduction des constituants du béton comme paramètres d'entrées sont plus représentatifs du phénomène d'interface béton-nervure. L'étude paramétrique de ce modèle a mis en évidence des relations intéressantes entre la force d'arrachement maximale et les constituants du béton. Ceci est d'un grand apport pour des futures expérimentations.

REFERENCE

- [1] Saporta, G., 2006. Probabilités, analyse des données et statistiques. 2nd ed. Paris: Technip.
- [2] Flood I., Kartam N. 1994. Neural Networks in Civil Engineering. I : principes and understanding. Journal of Computing in Civil Engineering, 8(2), 131-148.
- [3] Flood I. and Kartam N. 1994. Neural Networks in Civil Engineering. II : Systems and application. Journal of Computing in Civil Engineering, 8(2), 149-162.
- [4] Kasperkiewicz J. and Racz J., Dubrawski A.1995. HPC strength prediction using artificial neural network. Journal of computing in civil engineering, 9(4), 279-284.
- [5] Yeh I-C. 1998. Modeling concrete strength with augment-neuron networks. Journal of materials in civil engineering, 10(4), 263-268.
- [6] Hong-Guang N. and Ji-Zong W. 2000. Prediction of compressive strength of concrete by neural networks. Cement and Concrete Research, 30(8), 1245-1250.
- [7] Dias W.P.S. and Pooliyadda S.P. 2001. Neural networks for predicting properties of concretes with admixtures. Construction and Building Materials, 15(8), 371-379.
- [8] Altun F., Kişi Ö. and Aydin K. 2008. Predicting the compressive strength of steel fiber added lightweight concrete using neural network. Computational Materials Science, 42(2), 259-265.
- [9] Bai J., Wild S., Ware J.A. and Sabir B.B. 2003. Using neural networks to predict workability of concrete incorporating metakaolin and fly ash. Advances in Engineering Software, 34(11), 663-669.
- [10] Yeh I-C. 2006. Exploring concrete slump model using artificial neural networks. Journal of Computing in Civil Engineering, 20(3), 217-221.
- [11] Park J. M. and Kang H. T. 2007. Prediction of fatigue life for spot welds using back-propagation neural networks. Materials and Design, 28(10), 2577-2584.
- [12] Parthiban T., Ravi R., Parthiban G.T., Srinivasan S., Ramakrishnan K.R. and Raghavan M. 2005. Neural network analysis for corrosion of steel in concrete. Corrosion Science, 47(6), 1625-1642.
- [13] Hola J. and Schabowicz K. 2005. New technique of nondestructive assessment of concrete strength using artificial intelligence », NDT&E International, 38(4), 251-259.
- [14] Zaid M., Gaydecki P., Quek S., Miller G. and Fernandes B. 2004. Extracting dimensional information from steel reinforcing bars in concrete using neural networks trained on data from an inductive sensor. NDT&E International, 37(7), 551-558.
- [15] Sbartaï Z. M., Laurens S., Viriyametant K., Balayssac J.P., Ballivy G. and Arliguie G. 2009. Non-destructive evaluation of concrete physical condition Using radar and artificial neural networks. Construction and Building Materials, 23(2), 837-845.
- [16] Dahou, Z., 2009. Contribution à la prédiction de la résistance à la compression du béton par un essai d'arrachement direct. , Thesis (PhD). Université de Tlemcen, Algérie.
- [17] Rilem, 1973. Essais portant sur l'adhérence des armatures du béton -Essai par traction-. Materials and structures, 6(32), 1-22.
- [18] Castel A., Vidal T., Viriyametant K. and Raoul F. 2006. Effect of Reinforcing bar Orientation and Location on Bond with Self-Consolidating Concrete. ACI Structural Journal, 103(4), 559-567.
- [19] Jin W-L., Zhao Y-X. 2001. Effect of corrosion on bond behaviour and bending strength of reinforced concrete beams. Journal of Zhejiang University (SCIENCE), 2(3), 298-308.
- [20] Xiao J, Falkner H.2007. Bond behaviour between recycled aggregate concrete and steel rebars. Construction and Building materials, 21(2), 395-401.
- [21] Dahou Z., Ghomari F., 2010. Prédiction de la résistance à la compression du béton par un essai d'arrachement direct. XXVIII^e Rencontres Universitaires de Génie Civil. La Bourboule, 2 au 4 juin 2010, 592-601.

Elaboration et caracterisation de ceramiques de formule $Ba_{1-x}Eu_{2x/3}(Ti_{0,7}Zr_{0,3})O_3$

Boutal N.¹, Taibi K.¹

¹Laboratoire de Cristallographie Appliquée, Faculté de Chimie, U.S.T.H.B.Alger, ALGERIE
naimaboutal@yahoo.fr

Resumé : Les matériaux ferroélectriques constituent un groupe de matériaux qui se distinguent par des propriétés diélectriques particulières. Selon leur comportement en fréquence et en température, on distingue les composés ferroélectriques classiques (FC) des ferroélectriques relaxeurs (FR). Les matériaux ferroélectriques actuellement utilisés sont des céramiques à base de plomb. De tels composés sont nocifs à l'environnement en raison de la toxicité et de la volatilité de l'oxyde de plomb. Notre travail intervient dans le cadre de la protection de l'environnement. Dans cet esprit de nouveaux matériaux sans plomb dérivés de $BaTiO_3$, par des substitutions cationiques en site dodécaédrique ont été examinés. La présente étude concerne des compositions relativement proches de $BaTiO_3$. Ainsi, nous avons élaborés les composés $Ba_{1-x}Eu_{2x/3}(Ti_{0,7}Zr_{0,3})O_3$. Les synthèses ont été réalisées par réaction à l'état solide. La pureté des phases obtenues a été contrôlée par DRX. L'étude des propriétés a été réalisée par des mesures diélectriques en température et en fréquence respectivement dans les gammes 77-400 K et 10^2 - 2.10^5 Hz. Les résultats obtenus montrent que les matériaux $Ba_{1-x}Eu_{2x/3}(Ti_{0,7}Zr_{0,3})O_3$ présentent des propriétés ferroélectriques relaxeurs.

Mots- clés : céramique, ferroélectrique, relaxeur.

Modélisation des Pipelines Endommagés puis Réparé par Matériaux Composites

Brahim Issasfa¹, Abderrezak Bezazi¹, Fabrizio Scarpa²

¹ Laboratoire de Mécanique & Structures (LMS), Université 08 Mai 45, Guelma, Algérie.

² Advanced Composites Centre for Innovation and Science, University of Bristol, BS8 1TR Bristol, UK.
issasfabrahim@gmail.com

Résumé : Le présent travail est une contribution à l'étude de la modélisation de la réparation, par l'utilisation des matériaux composites, des tubes destinés au transport des hydrocarbures. Cette étude apporte surtout des informations qui permettent aux concepteurs de comprendre les exigences en réparation et en matière de qualité des tubes. Les facteurs qui influent de manière prépondérante sur le comportement des tubes dans une canalisation et les agressions externes (corrosion, fissure, rupture, ... etc.) et les contraintes internes liées aux conditions d'exploitation. L'observation de ces éléments et de leur défaillance ne suffit pas à concéder leur qualité. Les réseaux de transport des hydrocarbures par canalisation en Algérie sont très anciens d'où la nécessité de leur maintenance. Dans cette optique ce travail contribue à apporter des solutions de réparation avec de nouvelles techniques en utilisant les matériaux composites. Les essais réels sur des pipelines coûtent très cher, à cet effet les simulations de situation de travail des tubes, traitées dans cet article et une étape très importante.

Mots clés : pipeline, gonflement des tubes, maintenance des pipes, matériaux composite, réparation, simulation numérique

1. INTRODUCTION

Les pipelines sont des outils essentiels de transport massif de fluides (liquides, liquéfiés ou gazeux) sur de grandes distances comme sur de petites liaisons. Ils allient débit important et discrétion et confirment année après année qu'ils sont le mode le plus sûr et le plus écologique de transport des hydrocarbures, notamment. Environ 8 millions de tonnes de pipelines sont produits chaque année dans le monde [1], et plus de 1,7 million de canalisations de produit pétrolier existent dans le monde entier. Les maintenances des pipelines offrent des possibilités d'augmenter la capacité de transport des hydrocarbures (gaz et

pétrole) par l'élévation de la pression de service et la récupération des structures après la défaillance des conduites de transport qui ne sont pas encore utilisées de nos jours de manière assez rationnelle, alors que les tendances mondiales dans ce domaine prévoient l'augmentation de leur durée de vie. L'objectif dans ce cas est de réduire les ruptures des tubes dont les conséquences sont souvent désastreuses. En conséquence, chaque année entre 2 et 3,3 milliards de dollars est dépensée aux Etats-Unis dans la réparation ou le remplacement des canalisations de gaz et de pétrole suite aux problèmes de corrosions [1]. Le passage à des pressions de service élevées a long terme nécessite l'amélioration des propriétés mécaniques des aciers de ces derniers et de trouver des solutions techniques, de manière à réduire les épaisseurs des parois et l'augmentation de la ténacité contre les défaillances des pipelines destinés au transport des hydrocarbures.

L'utilisation des matières composites pour la réparation de la canalisation d'acier sur les systèmes qui ont été à l'origine conçus selon ASME/ANSI B31.3. Considérant que ces codes et normes fournissent des règles pour la conception, la fabrication, l'inspection et l'essai de nouveaux systèmes des pipes, ils n'adressent pas le fait que ces systèmes peuvent dégrader en service et exiger la réparation [2]. Le problème est de déterminer la praticabilité d'employer des matériaux composites comme alternative de réparation pour les canalisations à haute pression [3].

En Algérie l'activité Transport par Canalisations (TRC) gère actuellement un réseau de pipes de 15000 km avec 28 canalisations en service [4]. A cause du vieillissement et des conditions de sévérités d'environnement les performances de ces canalisations se dégradent donc nécessite de l'entretien et de la réparation. La corrosion externe peut également être réparée par cette méthode en appliquant l'adhésif au défaut et en enveloppant une matière composite de renforcement- tissu autour du diamètre extérieur de la canalisation.

Dans ce travail est représenté une étude sur les endommagements et la réparation par matériau composite des pipelines destinés pour le transports des hydrocarbures, l'efficacité de réparation plus une étude comparative entre les résultats des simulations numériques du présent travail comparé avec des essais réelles existant dans la littérature.

2. Simulation Numérique du Gonflement de Tube sans Défaut et avec Endommagements

Un ensemble de simulations numériques de différentes configurations pipes est considéré, en vue de leur calcul par éléments finis. Le code de calcul utilisé est le code ANSYS Multi Physics V11, qui est bien connu et largement utilisé dans des contextes industriels et/ou de recherche. La simulation numérique constitue une première étape de validation aussi proche que possible des données et des conditions d'expérimentation. Dans le contexte de ce travail, l'échantillon de structure est essentiellement composé d'un tube cylindrique sans défaut et avec des défauts de corrosion. Le matériau du tube est l'acier X70 et celui de la réparation est CFRP avec une matrice époxyde comme un adhésif dont les propriétés mécaniques de matériaux de réparation sont données en référence [5]. Dans ce travail les éléments de maillages de *SOLID 185* (Figure 01) et *SOLID46* (Figure 02) sont utilisés ; le premier pour la modélisation du tube (acier X70) en trois dimensions. Cet élément peut être utilisé dans le cas de la plasticité, hyper élasticité, fluage, grande déviation, il permet également de mixer les possibilités de formulation pour simuler des déformations des matériaux élasto-plastique et hyper-élastique. Le *SOLID46* est une version modifiée à la base du solide structural de 8 noeuds (*SOLID45*) conçu pour modeler les coques ou les solides épais et permet de modéliser jusqu'à 250 couches de matériau différent. L'élément est défini par : huit noeuds, épaisseurs des couches, angle de direction des couches et leur matériaux, et propriétés orthotropes des matériaux. Les modules de cisaillement G_{XZ} et G_{YZ} doivent être dans un facteur de 10 000 fois l'un par rapport à l'autre [6].

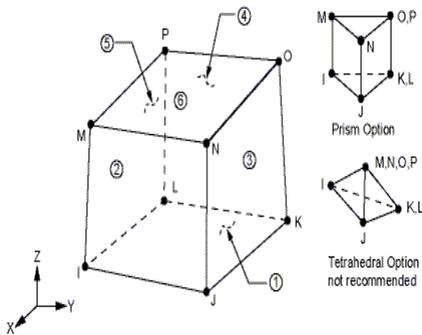


Figure 1. Géométrie de l'élément SOLID185.

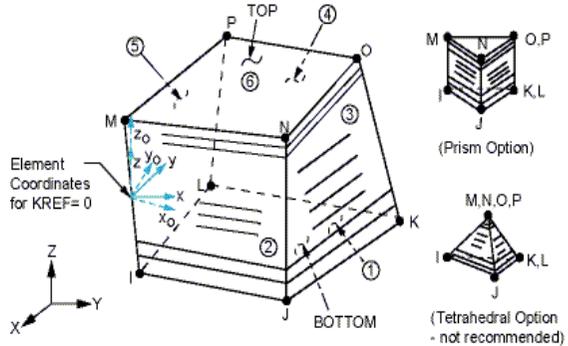


Figure 2. Elément de maillage SOLID46.

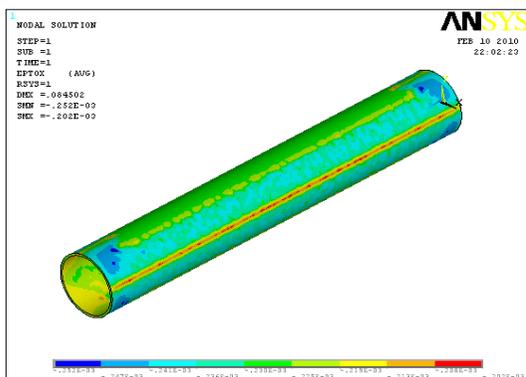
2.1. Matériaux et propriétés

Les tubes considérés sont en acier X70 de diamètre extérieur 48 inches (1219,2 mm) et d'épaisseur 0,563 inches (14,3 mm).

2.2. Simulation de l'essai de gonflement de pipe sans endommagement

Le modèle discrétisé représente un demi tube (la moitié dans le sens de la longueur du tube) le maillage adopté comporte 181772 éléments et 365404 noeuds. Au vue de la difficulté de calcul et la non disponibilité d'une station de calcul puissante, les dimensions de simulation en 3D sont prise 1/4 d'un tube réel soit : 3 m de longueur, 304,8 mm (12 in) de diamètre et 3, 575 mm d'épaisseur. Les conditions aux limites considèrent un encastrement parfait sur une extrémité du tube et les conditions de symétrie dans l'autre.

La figure 3 représente les résultats de simulations du gonflement d'un tube sans défaut comparé à un éclatement de pipeline réalisé expérimentalement. L'analyse des champs des contraintes et les champs de déformations permettent d'affirmer que les déformations maximales sont dans le sens de la longueur du tube et ceci est en bonne concordance avec les expériences pratique d'éclatement de pipeline trouvée dans la littérature (Mannucci et Demofonti, [7]).



Répartition des déformations suivant l'axe X.

Eclatement d'un pipeline [7].

Figure 3. Répartition des contraintes et des déformations de tube sous une pression interne d'un tube sans défaut.

La solution dans les noeuds externe du tube (Figure 4) montre que le pique de la contrainte maximale se trouve très proche de l'encastrement.

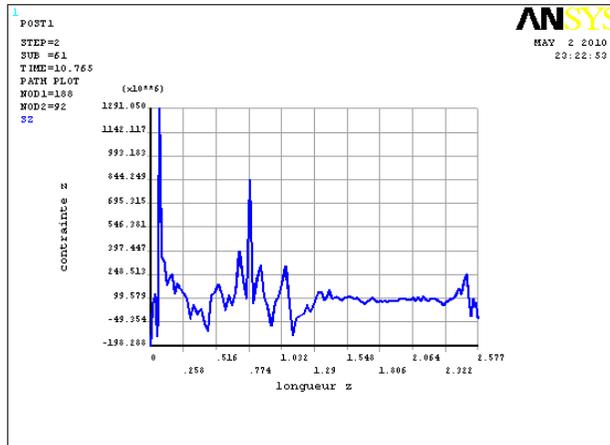


Figure 4. La distribution des contraintes suivant la longueur du pipe.

2.3. Pipe sujet à la corrosion externe

On considère un défaut de corrosion avec une perte de matière externe à travers l'épaisseur du pipe à une profondeur de $1/4$ de e (e est l'épaisseur du pipe) et d'une longueur égale à 200 mm et un arc de cercle de 30 degrés.

La résolution de ce problème par ANSYS permet de montrer que les déformations maximales dans le plan de cisaillement r_{\square} (Figure 5) se trouve dans la zone corrodée et dans le sens longitudinale du tube, ceci est en bonne concordance avec la réalité et l'étude expérimentale de Duell *et al* [5] présenté sur la Figure 6. Les déformations maximale se trouve dans une parti localisé au centre de la zone corrodée alors que la rupture est obtenu sur toute la parti corrodé [5], ceci est due au faite que les simulations sont effectués jusqu'à l'état plastique du matériau et l'expérience de Duell *et al* [5] jusqu'à la rupture (c'est-à-dire l'éclatement du pipe).

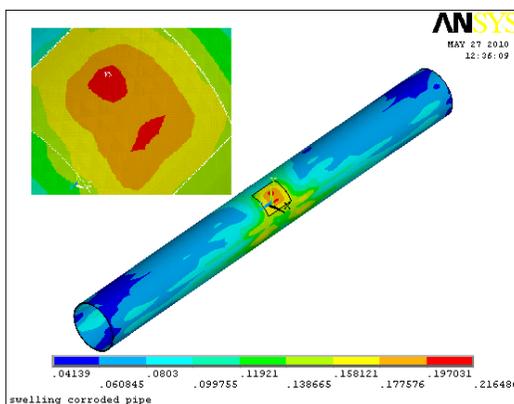


Figure 5. La distribution des déformations



Figure 6 Exemple d'un tube éclaté avec un défaut axisymétrique [5].

2.4. Réparation de défaut de corrosion d'un pipe

La réparation du pipe corrodé par matériaux composite est plus fiable si on connaît l'épaisseur nécessaire du composite [8], l'équation (1) permet d'avoir épaisseur $t_{repair}=2,0$ mm et l'équation (2) permet de trouver le nombre de couches nécessaire n_A ; Dans notre cas égale 12 couches de composites sont nécessaire pour rétablir le pipe à un l'état de bien supporté les charges et les conditions de service.

$$t_{repair} = \frac{1}{S_c} \left(\frac{P_f D}{2} - S_a t_s \right) \quad (1)$$

$$n_A = \frac{PD}{2d_f S_w} \quad (2)$$

Où, S_c , S_a , P_f , D , t_s , d_f et S_w sont respectivement la contrainte circonférentielle du matériau composite (psi), la limite d'élasticité minimal spécifié (SMYS, psi), pression d'éclatement du pipe sans endommagement (psi), diamètre extérieur (inches), l'épaisseur minimale restante de la paroi du pipe (inch), facteur de conception et résistance par pli par mètre (ou par in) dans la traction est égale à 3,92 Ksi [9].

La réparation de la corrosion consiste tout d'abord à remplir la perte de métal par une résine avant l'application d'une enveloppe composite CFRP (Figure 7). La couche de résine est utilisée d'une part comme un adhésif entre le composite et le matériau de base X70 et d'autre part elle permet de garantir une distribution uniforme des contraintes entre les couches et les fibres.

La figure 8 représente la distribution de la contrainte de cisaillement $\tau_{r\theta}$ d'un tube corrodé et réparé par matériaux composites CFRP. Contrairement au cas précédent (tube corrodé et non réparé) la zone de concentration de contrainte de cisaillement maximale $\tau_{r\theta}$ ne se trouve plus dans la zone corrodée (Figure 5) mais elle est située dans le matériau de base (non défectueux) de part et d'autre de la zone réparée (Figure 8) d'où l'efficacité de la réparation du défaut.

Les résultats de simulations obtenues sont en bonne concordance avec les résultats expérimentaux de Chris Alexander [10] (Figure 9) ; la zone de concentration des contraintes est similaire à la forme de rupture du pipeline.

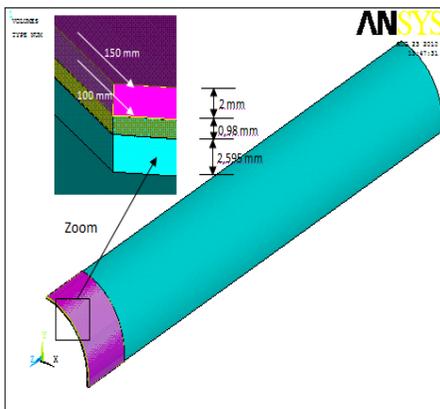


Figure 7. Description dimensionnelle de la zone de réparation

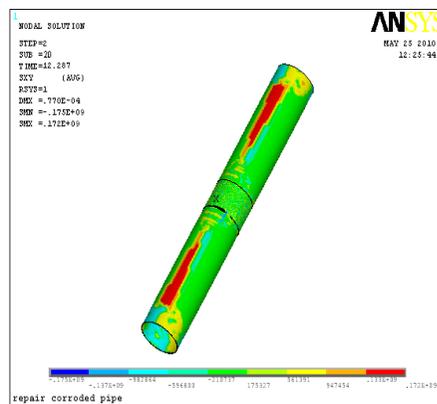


Figure 8. Distribution des contraintes dans le plan de cisaillement $\tau_{r\theta}$ d'un pipe corrodé et réparé.

a figure 10 représente l'évolution des contraintes/déformations de Von mises de trois cas de pipe sans défaut, avec la présence de défaut de corrosion, et un pipe corrodé et réparé. Cette figure montre bien que la courbe contrainte/déformation du tube corrodé et réparé est au dessus de celle d'un tube sans défaut et un tube corrodé non réparé d'où l'efficacité de la réparation.



Figure 9. Rupture dans la section du matériau de base après un test d'éclatement [10].

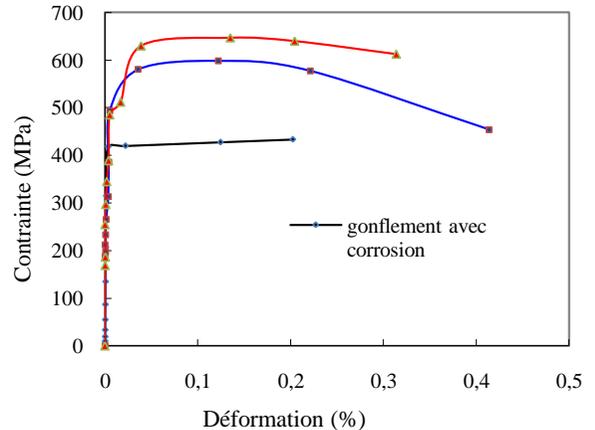


Figure 10. Les courbes contrainte-déformation de Von mises de gonflement de tube sans défaut avec défaut de corrosion et leur réparation

3. Conclusion

Les endommagements impliquant des bosselures sont l'une des causes principales des défauts de canalisation en termes de chargement statique et cyclique de pression ou encore à cause de la sévérité de l'environnement qui conduit à des défauts de corrosion. En raison de la sévérité de ces types de défaut. Il y a un besoin croissant d'effectuer des réparations in-situ au pipeline de transport des hydrocarbures endommagées dues à une infrastructure corrodées ou fissurées. Quelques exemples de réparations par matériau composite ont été appliqués avec succès pour des pipelines de transport de pétrole et la technologie commence à être disponible pour ce type réparations.

Les essais réels sur des pipelines coûtent très cher, à cet effet nous avons développé des modèles de simulations numériques du gonflement de tubes sans défaut et avec endommagement de corrosion réparé et non réparé par matériau composite et les principales conclusions sont :

- La possibilité d'obtenir des informations difficilement accessibles par expérimentation.
- Les ruptures par des essais expérimentaux de la littérature sont en bonne concordance avec la localisation des contraintes ou déformations maximales obtenues par les modèles numériques développés sur le logiciel de calcul de structure ANSYS.

REFERENCE

- [1] BILAT A. S. 2007. Estimation du risque de rupture fragile de soudures de pipelines en aciers a haut grade : caractérisation et modélisation. Centre des Matériaux P.M. Thèse de Doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, France.
- [2] AEA Technology Consulting for the Health and Safety Executive. Temporary/permanent pipe repair – Guidelines. Offshore technology report 2001/038. (<http://www.shellnews.net/brent/brent2.pdf>)
- [3] Patrick C. Porter, José Augusto Pereira da Silva, 2001. Composite Pipeline Repairs - Clock Spring is Different. 3rd Seminar on pipeline. Rio Janeiro Brazil 21-23 Nov. 2001. Brazilian Petroleum and Gas Institute (IBP) Copyright IBP00401.
- [4] Pipe News, Aout 2004, n°1. Activité Transport par Canalisations TRC. (http://www.mem-algeria.org/actu/comn/pubt/pipe-news_0.pdf), site consulté le 12 Mars 2012.
- [5] Duell J.M., Wilson J.M., Kessler M.R. 2008. Analysis of a carbon composite overwrap pipeline repair system. International Journal of Pressure Vessels and Piping 85 (11) 782–788.
- [6] Aide et documentations de ANSYS version 11.0
- [7] Mannucci, G. and Demofonti, G. 2001. Fracture properties of API X100 gas pipeline steels. 13th Joint Meeting PRCI-EPRG, New Orleans. EP_TP39_01en.
- [8] Evangelos Michalopoulos and Sandy Babka, 2000. Evaluation of pipeline design factors. GRI 00/0076.
- [9] Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials Designation, 2002: D 3039/D 3039M.
- [10] Chris Alexander, 2006. Burst test procedure of repaired pipe. Testing Description: Pressurize repaired pipe (12.75-in x 0.188-in, Grade X52 pipe with 50% corrosion), PN113647.

Influence du compactage et du traitement au ciment sur les propriétés à l'Optimum Proctor d'un limon de la région de Sidi Bel Abbès

Ghembaza M.S¹, Dadouch M.¹, Bellia Z.¹

¹ UDL, FSI, Laboratoire de Génie civil et Environnement, Sidi Bel Abbès, Algérie.
ghembaza_moulay@yahoo.fr

Résumé : L'Algérie, devant un développement économique important et rapide vise à améliorer le réseau routier et autoroutier. Cependant, les matériaux qui répondent aux normes techniques requises pour couches de base et fondations habituellement utilisés se font de plus en plus rares. Devant cette situation il devient donc nécessaire d'utiliser la technique de traitement des sols pour valoriser les matériaux locaux de la région de Sidi Bel Abbès. Le traitement a pour objet de rendre utilisable un sol qui ne présente pas les caractéristiques requises pour servir sans préparation, à supporter une route, un parking ou un air industriel. Les procédés de traitement peuvent être mécaniques ou chimiques. Il permet également d'éviter le décapage et le remplacement par des matériaux d'apport. C'est donc une solution économique et bien adaptée à de nombreux chantiers.

Dans cette optique, une étude expérimentale est menée, d'un matériau provenant d'un site situé à 50 km de Sidi Bel Abbès. Il s'avère que ce matériau est un limon peu plastique et qui ne répond pas aux critères d'utilisation en couche de remblai ou couche de forme selon le guide des terrassements routiers (GTR, 2000). Afin de répondre aux exigences du GTR, on a essayé d'améliorer les caractéristiques Optimales Proctor de ce matériau par un traitement mécanique, on augmentant l'énergie de compactage et par un traitement chimique, on ajoutant quelques dosages en ciment. Les résultats montrent que notre matériau classé **A_{1h}** présente une augmentation de la densité sèche optimale et une réduction de la teneur en eau de compactage. Enfin, une étude comparative est faite sur les propriétés optimales du matériau entre les deux modes de traitements.

Mots-clés : traitement des sols, limon, ciment, indice de plasticité, compactage, remblai, couche de forme.

Étude expérimentale des matrices cimentaires incorporant des granulats de caoutchouc des pneus usagés

Médine M¹, Trouzine H¹, Asroun A¹

¹ LGCE, Laboratoire de Génie Civil et Environnement, Université Djillali Liabès, Algérie
m.medine77@yahoo.fr

Résumé : La gestion des déchets est devenue l'un des plus difficiles défis du monde entier, en particulier les pneus usés. Le volume toujours croissant de ce déchet par le simple fait de l'augmentation du parc automobile, la faible vitesse de dégradation, la diminution des espaces libres pouvant les accueillir les décharges et les exigences des normes environnementales; ces constats ont menés à l'idée de les recycler et les réutiliser même sous autres forme. Plusieurs études s'intéressent aux opportunités résultant de l'incorporation de granulats de caoutchouc issus du broyage des pneus usagés dans des composites cimentaires, en vue de leurs utilisations dans de différentes applications de Génie Civil. Cette recherche, s'inscrit dans une démarche de développement durable et consiste à valoriser les pneus non réutilisables, par leur incorporation dans une matrice cimentaire. L'objectif est de développer un matériau composite de type béton léger dans lequel, le gravier et le sable ont été substitués par des granulats de caoutchouc à des teneurs massiques de 5, 7,5 et 10%, afin d'anticiper les fissurations engendrées par la faible résistance à la traction du béton ordinaire. Cette étude permettra aussi d'évaluer la faisabilité de l'utilisation de ces granulats artificiels et de caractère déformable. La première partie de ce travail été consacrée à évaluer le comportement rhéologique du béton léger obtenu à travers des essais effectués sur les mélanges à l'état frais. Aussi les caractéristiques mécaniques à l'état durcis tel que la résistance à la compression, la résistance à la traction et la vitesse de propagation du son ont été mesurées dans la deuxième partie. Les résultats comparés à ceux d'un béton ordinaire ont montrés que ce type de granulats allègent considérablement le béton mais sont cependant préjudiciables vis-à-vis la rhéologie du composite. Des chutes légères des résistances à la compression et à la traction, avec un palier post élastique plus important sont aussi remarquées.

Mots clés : Matrice cimentaire, Granulats de caoutchouc, Pneus usés, Béton léger, Experimentation

Analyse statique de la flexion des plaques épaisses en matériaux à gradient de propriétés

Houari M.S.A*¹, Bessaim A², Tounsi A², Adda Bedia E.A²

¹ Université de Mascara, Route de Mamounia -Mascara. Algérie

² Université de Sidi Bel Abess, Algérie

houarimsa@yahoo.fr

Résumé : Ce travail porte sur l'analyse du comportement mécanique à la flexion d'une plaque épaisse rectangulaire simplement appuyée sur les quatre cotés en matériaux à gradient de propriétés (FGM), soumise à un chargement statique transverse. La théorie d'ordre élevé est utilisée dans ce travail, cette théorie est plus réaliste puisqu'elle vérifie la nullité des contraintes de cisaillement transverse aux bords de la plaque, contrairement à celle de premier ordre de Reissner et Mindlin. On suppose que les propriétés matérielles de la plaque P-FGM changent sans interruption à travers l'épaisseur, selon la fraction volumique du matériau constitutif suivant une fonction de loi de puissance P-FGM. Les équations d'équilibre sont obtenues en appliquant le principe des travaux virtuels. Les expressions mathématiques de la flèche, les contraintes normales et tangentielles sont obtenues en utilisant l'approche de Navier pour résoudre le système des équations d'équilibre. L'influence de chargement mécanique et le changement du paramètre du matériau sur comportement mécanique de la plaque P-FGM est représenté par un exemple numérique.

Mots clés : Matériaux à gradient de propriétés, Plaque P-FGM, Théorie d'ordre élevé, Solution de Navier.

Effet du renforcement géosynthétique sur la portance d'un matériau argileux

Bougueroua. A¹, Ait Mokhtar. K¹

¹Faculté de génie civil/ Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Algérie
amina_bouguer@yahoo.fr

Résumé : Les géosynthétiques sont des produits dont au moins l'un des constituants est à base de polymère synthétique ou naturel, utilisé en contact avec le sol ou avec d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique et du génie civil tels que la construction routière, les travaux hydrauliques, les chemins de fer et les terrains d'aviation.

En Algérie, la remontée des fissures, la présence de cavités et la faible portance au niveau des infrastructures aéroportuaires surtout situées au sud du pays, nécessitent l'utilisation de nappes géosynthétiques qui représentent une très bonne solution pour ce genre de structure.

L'objectif de notre travail est d'étudier le comportement mécanique d'un matériau argileux renforcé par des nappes géosynthétiques de différentes natures (géotextile tissé, non tissé et géogrilles). Il sera question de voir l'influence de la présence du géosynthétiques sur les caractéristiques de portance du matériau.

Mots-Clés : chaussée, CBR, géosynthétiques, portance, argile.

Elaboration des matériaux composites polypropylène/carbonate de calcium : Influence des agents de couplage sur les zones interfaciales et les propriétés rhéologiques

Gharzouli N.*¹, Doufnoune R.², Haddaoui N.¹

¹Laboratoire de Physico-Chimie des Hauts Polymères (LPCHP)
Département de génie des procédés, Faculté de Technologie, UFAS, Sétif, Algérie

²Unité de Recherche des Matériaux Emergents-Sétif- (URMES),
Valorisation des matériaux polymériques, UFAS, Sétif, Algérie
ngharzouli@yahoo.fr

Résumé : Les polymères dits de commodité, tels que les polyoléfines, essentiellement le polypropylène et le polyéthylène, de faible coût, facilement transformables supportent mal les températures élevées et se décomposent rapidement. Combiner les avantages des charges particulières et ceux d'une phase thermoplastique peuvent conduire à de nouvelles applications par l'amélioration de certaines propriétés.

L'intérêt croissant dont ils sont la cible a fait l'objet de beaucoup d'études menées dans ce domaine qui ont clairement mis en évidence le rôle joué par les aspects de surfaces et de formes des renforts et de leur dispersion. L'investigation de notre étude a porté sur des composites à base de polypropylène (PP) et de carbonate de calcium (CaCO₃) modifié par deux organosilanes et un organozirconate dans le but de moduler les interactions développées à l'interface entre les deux constituants, afin d'améliorer la compatibilité des matériaux étudiés.

Néanmoins pour pouvoir contrôler la rhéologie du polypropylène et améliorer l'adhésion à l'interface PP/CaCO₃, l'introduction du peroxyde organique dans les différents mélanges s'est avérée nécessaire. L'étude des propriétés rhéologiques en régime permanent a conduit à la connaissance des lois d'écoulement, elle a permis de mettre en évidence le caractère pseudo plastique très marqué des composites par rapport à la matrice vierge.

Mots clés : Polypropylène (PP), carbonate calcium (CaCO₃), agents de couplage, Le peroxyde de dicumyle.

Identification et modélisation sous consol multiphysics du comportement mécanique en traction des SBR chargés

Gherib S., Frihi D., & Satha H.

Laboratoire AIGM, Université de Guelma, Algérie

samia_gherib@yahoo.fr

Résumé : Les élastomères sont renforcés grâce à l'incorporation de charges telles que les noirs de carbone ou encore la silice. Ce qui leur confère de meilleures propriétés (résistance à la rupture, abrasion, rigidité ...). Actuellement, les charges renforçantes les plus souvent utilisées sont les noirs de carbone. La substitution de cette charge classique par la silice constitue le challenge relevé par Michelin en 1992. En effet, Michelin a introduit des silices dites «de haute dispersibilité» fournies par Rhodia, dans la bande de roulement d'une voiture de tourisme dont la matrice caoutchoutique est synthétique (SBR : Styrène Butadiène Rubber). La silice diminue la résistance au roulement des pneus tout en conservant une bonne adhérence. Le pneu peut ainsi participer à la réduction de la consommation générale du véhicule.

L'objectif de ce travail est la modélisation phénoménologique du comportement mécanique en traction monotone des SBR chargés de silice ou du noir de carbone. Cette modélisation est hyperélastique et incompressible. Elle permet d'établir la sensibilité des différents coefficients de la loi de comportement à partir de la connaissance de l'état de déformations et de contraintes dans les matériaux.

Dans un premier temps, nous rappelons quelques éléments de la mécanique des milieux continus en grandes déformations, puis nous passons en revue les principaux travaux de recherche concernant les modèles de comportement hyperélastique des élastomères, ensuite nous proposeront une modélisation phénoménologique du comportement à la rupture des matériaux. Cette modélisation est hyperélastique et incompressible permettant de simuler le comportement en traction monotone de ces matériaux. Les lois constitutives hyperélastiques présentées font intervenir un certain nombre de paramètres matériau. Les lois de comportements et les coefficients hyperélastiques correspondants sont identifiés à partir des essais de traction des matériaux. Après identification, une modélisation du comportement sera réalisée sous consol multiphysics ou FEMLAB dans le but de simuler le comportement en traction monotone de ces matériaux.

Mots clés : Elastomère, SBR, Hyperélastique, Identification, Modélisation.

Rôle de L'agent de Couplage dans la Promotion de L'adhésion : Polychlorure de Vinyle/Charge Minérale

Benmesli. S^{1*}, Doufnoune. R², Riahi. F³

¹Laboratoire des Matériaux Polymériques Multiphasiques, Université Ferhat-Abbes, Sétif

²Laboratoire de Physico-Chimie des Hauts Polymères,

Unité de Recherche des Matériaux Emergents-Sétif (URMS), Valorisation des

Matériaux polymériques, Université Ferhat-Abbas, Sétif

³Laboratoire des Matériaux Polymériques Multiphasiques, Université Ferhat-Abbes, Sétif

samiabenmesli@yahoo.fr

Résumé : Parmi tous les systèmes composites en développement, les thermoplastiques renforcés par des particules inorganiques ont été qualifiés de bornes inférieures en matière de renforcement mécanique.

Malheureusement, les avantages économiques qu'offrent certaines charges se trouvent contre balancés vu leurs inerties chimiques vis à vis des polymères de nature organique. En effet pour acquérir les propriétés mécaniques indispensables, le polymère doit avoir une forte affinité envers la charge.

C'est pour cette raison qu'il est conseillé d'introduire des modifications sur la charge au moyen d'agent de couplage dont le but est généralement d'assurer une bonne adhésion avec la matrice organique.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet du traitement de surface de quelques charges minérales telles que l'alumine trihydraté et le kaolin par l'agent de couplage (Z-6020) sur les propriétés en traction des composites à base de poly(chlorure de vinyle).

L'étude des propriétés en traction des différents matériaux composites élaborés montre que les composites à base de PVC et les charges Al(OH)₃ ou le kaolin traitées par le Z-6020 possèdent les meilleurs propriétés mécaniques, ceci est dû au fait que l'agent de couplage a amélioré l'interphase entre le PVC et les charges.

Mots clés: agent de couplage, charge minérale, composite particulaire, interphase, traitement de surface.

Contribution à la détermination de quelques caractéristiques des bois de chênes : Cas de la station de l'Akfadou

Amirou S.*¹; Haddadou I.¹; Kennouche S.¹, Zerizer A.¹

¹ Unité de Recherche : Matériaux – Procédés & Environnement (UR-MPE)-UMBB

amirou.siham@gmail.com

Résumé : La forêt domaniale de l'Akfadou, représente 18% de la chaîne caducifoliée algérienne, elle se compose essentiellement de peuplement de chêne zéen (*Quercus. canariensis*), de chêne afarès (*Quercus. Afares*) et de chêne liège (*Quercus. suber*).

L'objet de la présente étude consiste à faire une caractérisation chimique et physique du bois des deux essences les plus dominantes dans la région (chênes Zéen et Afarès), dans le but d'orienter les pratiques sylvicoles et la valorisation industrielle des produits forestiers.

Les essais physiques ont porté sur un effectif de 189 éprouvettes normalisées, prélevées sur deux arbres abattus tandis que les essais chimiques ont été réalisés sur la sciure obtenue de différentes parties du tronc (duramen, aubier et écorce).

À partir des résultats acquis, le bois des deux espèces peut être répertorié comme lourd, nerveux possédant de forts retraits, riche en extractibles. Toutefois, le chêne zéen et afarès se distinguent par rapport aux bois de chênes méditerranéens et européens par leur faible anisotropie, caractère indicateur de la stabilité dimensionnelle de son bois

Mot clé : chênes, caractérisation physique, caractérisation chimique, Akfadou.

Synthese et caracterisation d'un double hydroxyde lamellaire a base de la gibbsite.

Belkham NH^{* (1)}, Mehamha A⁽²⁾, Chaoui S⁽¹⁾, Benachour D⁽¹⁾

¹Laboratoire MPMP, département de génie des procédés,

¹Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Ferhat Abbes (U.F.A) SETIF.

anisbelkham2002@yahoo.fr

Résumé : L'industrie céramique, l'une des plus anciennes activités humaines a considérablement évoluée de puis vingtaines d'année. De nouveaux moyens d'investigations plus puissants ont amené une meilleure connaissance des propriétés physico-chimiques des matières premières.

A travers le thème traité notre travail a pour objectif l'étude de la synthèse d'intercalation des sels de lithium dans la poudre d'alumine trihydratée, afin d'obtenir d'une nouvelle charge double hydroxyde lamellaire (HDL) à base de la gibbsite, dans le but de fabriqué un matériau hybride.

Mots clés : Gibbsite, Double hydroxyde lamellaire, sels de lithium, Alumine de transition.

Application de la spectroscopie IRTF à l'étude de la migration des additifs à partir d'un emballage laitier

Benabbi. S¹, Belhaneche. N¹

¹Laboratoire de Sciences et Techniques de l'Environnement Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie

benabisihem@yahoo.fr

Résumé : Les matériaux et objets destinés à contenir des denrées alimentaires doivent être suffisamment inertes pour ne pas céder des constituants en quantités susceptibles d'altérer ou d'apporter des modifications inacceptables de la composition de ces aliments. Or, les emballages en matières plastiques ont toujours un certain degré de migration quel que soit le produit emballé.

Dans cette optique, des tests réalisés avec des liquides simulateurs (eau distillée et acide acétique à 3% en volume) permettent d'étudier l'intensité de la migration des additifs à partir du PEBD utilisé pour emballage laitier.

Pour cela, des échantillons du film ont été mis en contact avec les deux liquides simulateurs pendant 12 jours à 20°C.

Une étude préliminaire a été effectuée, en se basant sur les variations des taux d'humidité et des variations de masse des éprouvettes en contact avec les milieux simulateurs et ce, pour déterminer la nature des phénomènes se produisant entre le film plastique et les liquides simulateurs.

Un prélèvement d'une pastille a été effectué chaque jour pour être analysé par la spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF).

L'étude de l'évolution du taux de variation d'humidité ainsi que l'étude du taux de variation de masse a montré que des interactions entre le PEBD et les milieux simulateurs ont bien eu lieu. Dans le cas de l'eau distillée, nous avons clairement le phénomène de migration qui se manifeste, par contre, dans le cas de l'acide acétique, c'est le phénomène de la sorption du liquide par le plastique qui l'emporte.

Les résultats de l'analyse par la spectroscopie IRTF ont montré clairement le phénomène de migration spécifique des additifs présents dans le film plastique, ce qui a déjà été identifié par l'étude préliminaire de variation de masse.

Mots clés : PEBD, emballage alimentaire, interaction, migration, IRTF.

Etude du gonflement des hydrogels sensibles au pH obtenus par copolymérisations des monomères hydrophiles.

Angar N. E.*¹, Aliouche D.¹

¹Laboratoire du Traitement et Mise en Forme des Polymère Fibreu, FSI., Université M'Hamed Bougara, Bumerdes Algérie.
houda-n@maktoob.com

Résumé : Le gonflement est la propriété la plus importante des polymères hydrogels. Il résulte de l'affinité du polymère pour l'eau. Cette affinité augmente avec l'hydrophilicité du polymère. Des hydrogels sensibles aux facteurs extérieurs possèdent une propriété du gonflement très importante par rapport aux hydrogels conventionnels. Ce sont surtout les hydrogels pH-sensibles. Dans ce travail nous avons synthétisé un type de ces polymères à base d'acrylamide et un acide bi-carboxylique. Des pourcentages de 0%, 10%, 20% et 30% d'acide par rapport à l'acrylamide ont été choisis pour synthétiser quatre types d'hydrogel. La gélification a été obtenue par copolymérisation radicalaire en solution à température ambiante. Les hydrogels synthétisés sont caractérisés par FTIR et par gonflement. L'étude du gonflement dans les solutions aqueuses (eau distillée, solutions salines et les solutions tampons) montre la possibilité de les utilisés dans les domaines environnemental et agriculture.

Mots clés : copolymères, hydrogels pH-sensibles, gonflement et matériaux super-absorbants.

1. INTRODUCTION :

Les hydrogels sont des polymères hydrophiles insolubles dans l'eau contiennent des groupements polaires ou chargés comme : -OH, -CONH-, -CONH₂, -COOH et-SO₃H, capables de se lier avec les molécules d'eau (affinité avec l'eau) [1-3]. Ces polymères sont classés selon leur structure chimique en différentes catégories. Certains hydrogels peuvent être sensibles aux conditions environnementales et répondent à des stimuli aussi variés que la température, le pH, force ionique et/ou autres [4-6]. Ces hydrogels sont appelés hydrogels intelligents, ils ont connu des applications potentielles dans différents domaines tels que : les absorbants spécifiques [7]. Cependant la sensibilité des hydrogels à un stimulus est généralement obtenue par une copolymérisation de deux ou plusieurs monomères dont au moins un est sensible à ce stimulus [8-10].

Notre objectif est d'abord de montrer la possibilité de synthèse des hydrogels copolymères sensibles au pH basés sur l'acrylamide et un acide bi-carboxylique (acide maléique) ensuite d'étudier et de comparer leur comportement du gonflement vis-à-vis du pH, de la force ionique et de la composition ionique de solvant avec celui de l'hydrogel de base (poly (acrylamide)). Les hydrogels obtenus doivent être caractérisé par analyse alimentaire (FTIR).

2. PARTIE EXPERIMENTALE :

2.1. Matériaux utilisés :

Les monomères sont : Acrylamide (99%, Panreac) et Acide maléique (Panreac). Le système d'initiation est : Persulfate de potassium (Panreac) et N,N,N',N'-Tetraméthyléthylènediamine (Sigma-Aldrich, redistillée 99,5%). L'agent de réticulation est : N, N'-méthylènebisacrylamide (Aldrich). NaCl (Panreac) et l'eau distillée sont utilisés pour la préparation des solutions aqueuses.

Le tableau suivant donne les différents monomères, agent réticulant et initiateur utilisés, leur formule ainsi leur abréviation.

Tableau -1: Monomères, initiateurs et agent réticulant utilisés dans la synthèse des hydrogels.

	Formules	Abréviations
Acrylamide	$H_2C=CHCONH_2$	AAM
Acide maléique	$HOOCCH=CHCOOH$	MA
Persulfate de potassium	$K_2S_2O_8$	KPS
N, N, N', N'-Tetraméthyléthylènediamine	$(CH_3)_2NCH_2CH_2N(CH_3)_2$	TEMED
N, N'-méthylènebisacrylamide	$(H_2C=CHCONH)_2CH_2$	NBisAAM

2.2 Préparation des hydrogels :

Les hydrogels composés de l'acrylamide et de l'acide maléique sont préparés par une copolymérisation/réticulation radicalaire en solution. En fait varier le pourcentage massique de monomères (AAm et MA) dans le mélange réactionnel, tous en respectant le 100% massique (AAm%+MA%=100%) avec les mêmes quantités de NBisAAm, TEMED, KPS et d'eau pour chaque pourcentage (voir tableau- 2).

La polymérisation s'effectue à la température ambiante (figure-1).

Tableau-2: Résumé de synthèse des hydrogels.

Echantillon	%massique		NBisAAm (%)	K ₂ S ₂ O ₈ (0,6%) (ml)	Eau/monomères (g)	G%	EDS% (eau distillée)	EDS% (eau physiologique)
	AAm	MA						
MA00	100	0	1	1	10	67,95	5013	2646,51
MA10	90	10	1	1	10	67,71	12545,88	2022,22
MA20	80	20	1	1	10	63,52	16271,42	2580,59
MA30	70	30	1	1	10	59,32	16283,84	1953,75

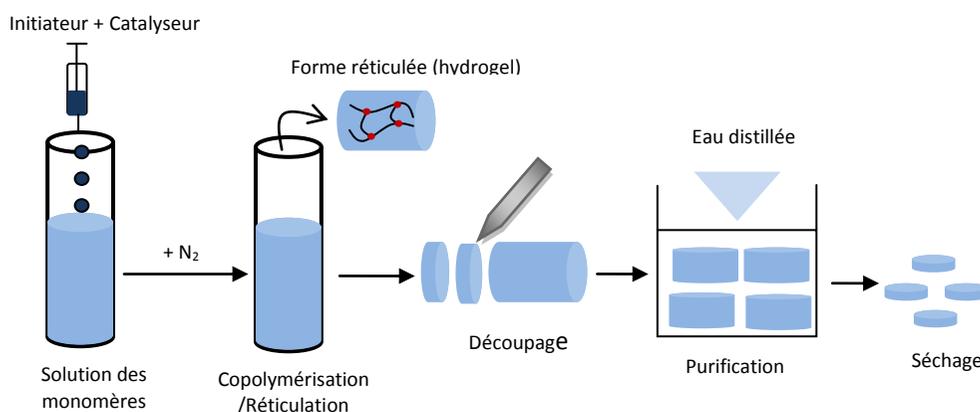


Figure-1: Les principales étapes utilisées dans la synthèse des hydrogels.

2.3. Résultats et discussions :

2.3.1. Préparation des hydrogels :

Les hydrogels copolymères de poly (AAm-co-MA) sont préparés par polymérisation radicalaire dans une solution aqueuse (eau) à la température ambiante, utilisant le (KPS+TEMED) comme un système d'initiation. Dans ce dernier, le TEMED joue le rôle d'un accélérateur de décomposition de KPS (réaction d'oxydoréduction). La formation des radicaux libres se fait selon la réaction suivante :



La différence entre les états de gel obtenus lors de cette étude est représentée dans la figure suivante :



Figure-2 : Les différents hydrogels obtenus.

Les fractions du gel obtenues sont illustrées dans le tableau-2. La formation du gel diminue avec l'augmentation du pourcentage d'acide et la diminution de celui d'AAm. Ces résultats peuvent être expliqués par la faible réactivité d'acide bi-carboxylique (MA) par rapport à l'AAm. Les conditions opératoires pour la gélification de l'acide dans le mélange avec une concentration élevée devenant plus en plus défavorable.

2.3.2. Caractérisation par FTIR :

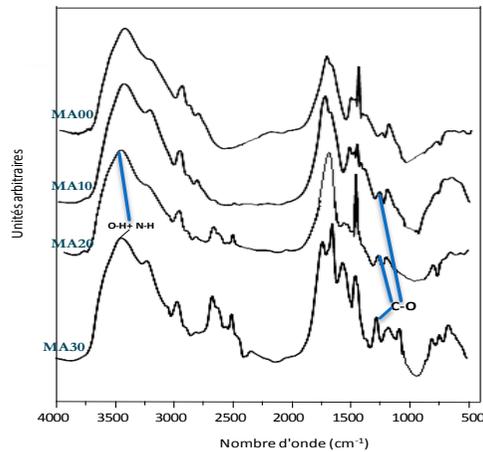
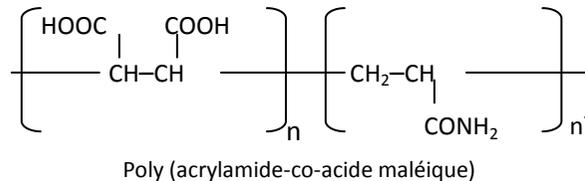


Figure-3 : Spectres IR des hydrogels copolymères synthétisés.

La comparaison du spectre des copolymères poly (AAm-co-MA) avec celui du polymère de base (poly (acrylamide)) permet de mettre en évidence la présence des bandes d'absorption caractéristiques des deux polymères (voir figure-3).

Ces résultats confirment la présence des fonctions : amide et acide carboxylique dans les hydrogels synthétisés :



2.3.3. Etude du gonflement :

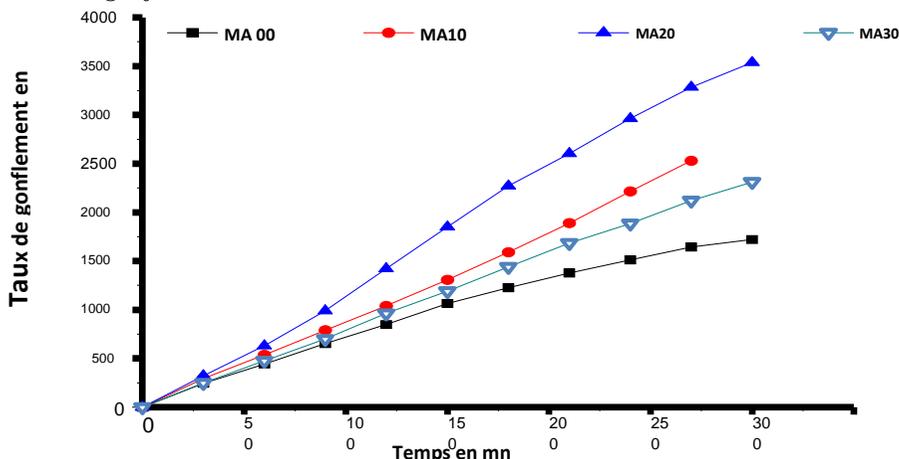
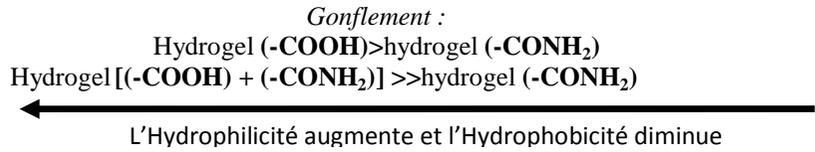


Figure-4: Le gonflement des hydrogels copolymères de poly (AAm-co-MA) dans l'eau distillée.

Le taux de gonflement à l'équilibre (EDS%) augmente avec l'augmentation du pourcentage massique d'acide bi-carboxylique, voir tableau-2.

L'incorporation de l'acide dans le poly (acrylamide) lui rend un système plus hydrophile. Cette hydrophilicité est assurée par les groupements (-COOH) de l'acide, ajoutés aux groupements (-CONH₂) de l'AAM qui sont moins hydrophiles.

En peut résumer l'influence des groupements acides dans l'amélioration du gonflement d'hydrogel par le schéma suivant :



On peut considérer nos hydrogels comme un système superabsorbant pour les applications en agricole, par exemple.

● *Gonflement dans la solution saline (NaCl 0,9%) :*

La comparaison des taux de gonflement des hydrogels copolymères dans la solution physiologique et dans l'eau distillée est représentée dans la figure (5).

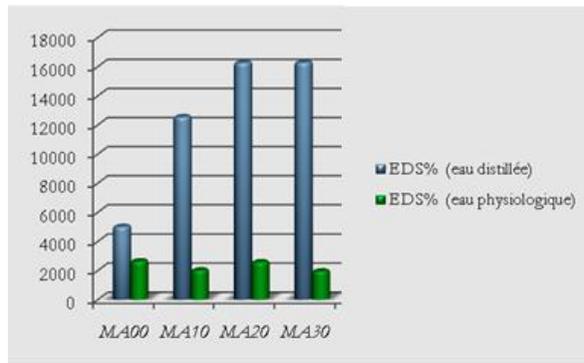


Figure 5: Gonflement des hydrogels dans l'eau distillée et dans l'eau physiologique.

Le gonflement dans la solution saline (NaCl 0,9%) est sensiblement diminué en comparant avec les valeurs mesurées dans l'eau distillée (tableau-2 et figure-5).

Ce phénomène est expliqué par l'effet des cations Na⁺ de la solution saline sur la répulsion électrostatique entre anion-anion des chaînes polymériques.



Figure-6: L'influence des cations Na⁺ dans la répulsion électrostatique des anions carboxylates.

2.3.4. *L'influence du pH :*

La mesure du taux de gonflement à l'équilibre des hydrogels synthétisés dans les solutions tampons de pH vari de 2,2 à 11,83. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure suivante :

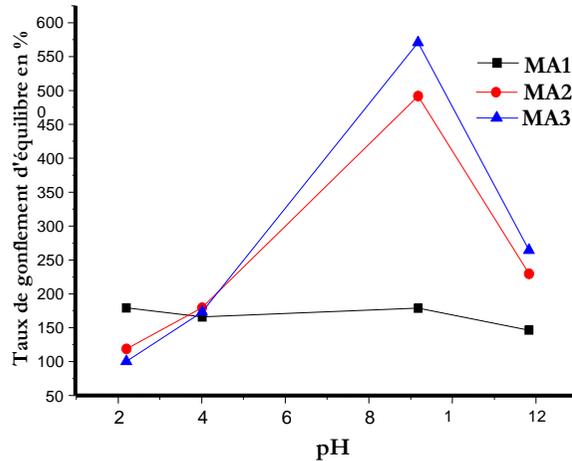


Figure -7 Influence du pH sur le gonflement des hydrogels copolymères de poly (AAm-co-MA).

● **Discussions :**

D'après les résultats obtenus (figure-7), la variation du taux de gonflement à l'équilibre des hydrogels copolymères en fonction du pH augmente puis elle diminue.

Au pH acide ($< pK_1$), le gonflement est faible et le gel est non chargé possède un caractère hydrophobe. Au pH basique ($> pK_2$), le gel est chargé et gonfle sous l'effet de la forte pression osmotique et la répulsion électrostatique.

Le gonflement diminue avec haute valeur de pH (pH=12). Cette diminution est due à la présence d'excès de Na^+ provenant de NaOH, diminuant fortement la répulsion électrostatique ainsi que la pression osmotique.

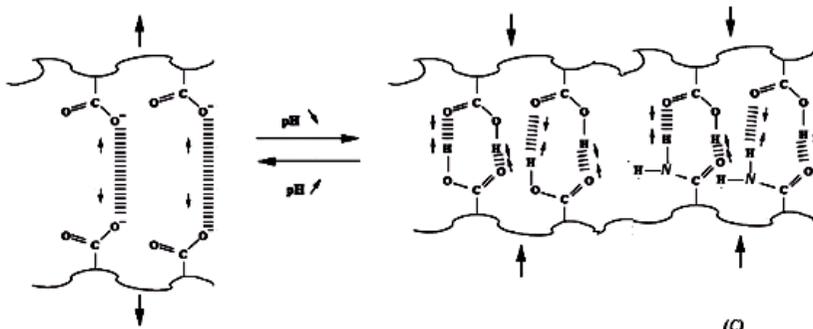


Figure-8: Les principales forces électrostatiques intervenant dans le cas des hydrogels anioniques.

3. Conclusion :

Nous avons synthétisé et caractérisé une série d'hydrogel copolymère sensible au pH. Cette étude va nous permettre de comparer les hydrogels copolymères entre eux et nous avons tiré les conclusions suivantes :

- Les hydrogels copolymères avec l'acide bi-carboxylique présentent l'avantage comparé aux hydrogels classiques (homopolymères) de pouvoir absorber les solutions aqueuses dans un temps très court et avec une grande capacité.
- Donc, ils peuvent être utilisés comme des matériaux superabsorbants.
- Le gonflement des copolymères dans les solutions traditionnelles a été bien amélioré par rapport à celui de l'hydrogel de base (homopolymère de poly (acrylamide)).
- La sensibilité maximale au pH de nos hydrogels a été observée vers la valeur de pH=9,18.

Bibliographique :

- [1] M. J. Zohuriaan-Mehr and K. Kabiri., 2008. Superabsorbent Polymer Materials. Iranian Polymer Journal, 17 (6), 451-477.
- [2] Z. Zhao, Z. Li, Q. Xia, E. Bajalis, H. Xi and Y. Lin., 2008. Swelling/deswelling kinetics of PNIPAAm hydrogels synthesized by microwave irradiation. Chemical Engineering Journal, 142, 263–270.
- [3] O. Okay, S. B. Sarişik and S. D. Zor., 1998. Swelling Behavior of Anionic Acrylamide-Based Hydrogels in Aqueous Salt Solutions: Comparison of Experiment with Theory, Journal of Applied Polymer Science., Vol. 70, 567–575.
- [4] S. H. Gehrke and D. C. Harsh., 1996. Environmentally responsive gels, in The Polymeric Materials Encyclopedia, J.C. Salamone Ed., CRC Press, Boca Raton.
- [5] H. E. Hamshary., 2007. Synthesis and water sorption studies of pH sensitive poly (acrylamide-co-itaconic acid) hydrogels, European Polymer Journal, 43, 4830–4838.
- [6] B. L. Neindre and P. Cancouet., 2009. Des matériaux intelligents : Les polymères stimulables, Edition Technique de l'ingénieur, Doc., IN 69.
- [7] S. Vervoort., 2006. Comportement d'hydrogels gonflés de solutions de polymères sous action mécanique. Thèse. Doct., Paris.
- [8] J. Liu, S. Lin, L. Li and E. Liu., 2005. Release of theophylline from polymer blend hydrogels, International Journal of Pharmaceutics, 298, 117–125.
- [9] D. M. Garcia, J. L. Escobar, Y. Noa, N. Bada, E. Hernaez and I. Katim., 2004. Timolol maleate release from pH-sensitive poly (2-hydroxyethylmethacrylate-co-methacrylic acid) hydrogels, European Polymer Journal, 40, 1683-1690.
- [10] B. Isik., 2000. Swelling Behavior of Acrylamide-2-Hydroxyethyl Methacrylate Hydrogels. Turk. J. Chem. 24, 14

IV.SNMPE (No. I-2-401) 2012

Etude expérimentale et modélisation du Comportement mécanique en fatigue cyclique des composites stratifié carbone/époxyde

Boukharouba W.*¹, Bezazi A.², Scarpa F.³

¹ Université de Jijel, Cité Ouled Aïssa, BP 98, Jijel -18000, Algérie

² Laboratoire de Mécanique & Structures (LMS) BP. 401 Université 08 Mai 1945 Guelma 24000, Algérie.

³ Department of Aerospace Engineering, University of Bristol, Queens Building, University Walk, BS8 1TR Bristol, w.boukharouba@gmail.com

Résumé : Les matériaux composites fibreux sont de plus en plus utilisés comme alternative aux matériaux conventionnels, à cause des nombreux avantages qu'ils présentent dans plusieurs domaines, notamment dans des applications industrielles telles que les transports maritimes, aériens, automobiles ou ferroviaires [1]. Toutefois, l'utilisation des matériaux composites étant récente et malgré l'effort de recherche entrepris, leur tenue à long terme soulève de nombreuses questions tant fondamentales que technologiques. Actuellement, les fibres de carbone sont le renfort le plus répandu pour les matériaux composites de hautes performances [2]. Deux avantages principaux de ces fibres sont leur fabrication plus adaptée à la production à grande échelle que d'autres fibres de hautes performances et leurs excellentes propriétés mécaniques plus facilement transférables aux matériaux composites. Leur prix reste toutefois assez élevé pour les produits de grand public.

Dans notre étude ont été adoptés l'essai statique et la fatigue cyclique en flexion 3-points comme un moyen expérimental nécessaire pour évaluer la performance des composites stratifiés constitués par des fibres de carbone et une résine époxyde fabriqué à partir du pré-imprégné T300/914. Ce type de composite unidirectionnel est utilisé dans le domaine d'aéronautique et aérospatiale a été testé par LOWE [3] en traction transversale aux diverses températures et à plusieurs vitesses d'essais.

La plupart des approches analytiques sur la modélisation analytique de la fatigue des composites stratifiés rapporté dans la littérature, semblent être basés sur une prédiction de la durée de vie simple à l'aide des courbes S-N [4], ou encore de la perte de rigidité [4, 5]. Toutes les méthodes analytiques nécessitent une certaine quantité de données expérimentales sur la fatigue cyclique.

L'objectif de ce présent travail est d'analyser les effets de l'orientation des fibres sur l'endommagement des stratifiés, puis la modélisation analytique qui peut décrire le comportement en fatigue cyclique à partir des résultats expérimentaux obtenus.

Mots clés : Stratifiés, fatigue cyclique, flexion, modélisation, comportement

1. INTRODUCTION

L'endommagement par fatigue des matériaux lorsqu'ils sont soumis à un chargement cyclique à déférente niveau de chargement qui est inférieure à leur résistance ultime en statique. L'endommagement par fatigue est connu pour être un processus lent dont le développement dépend de la microstructure des matériaux. Pour les matériaux homogènes, le comportement en fatigue est souvent caractérisé par une fissure au début qui domine le développement de l'endommagement et conduit à la rupture finale. Pour les matériaux non homogènes, tels que les fibres ou en particulier les fibres renforcé par des polymères, l'endommagement par fatigue à un stade précoce est souvent diffuse dans la nature, comme le fissure peut être initiée à partir de sites multiples. Dans ce cas, la fissure dominante peut ne pas être apparente jusqu'à ce qu'il soit très proche de la rupture finale. Pour ce type de matériaux, l'endommagement par fatigue est souvent quantifiée par les propriétés résiduelles (telles que la résistance et la rigidité) en raison de la dégradation causée par le chargement cyclique.

Peut de recherches expérimentale sur le comportement du T300/914 est rencontré dans la littérature. Ce type de composite unidirectionnel a été testé par LOWE en traction transversale aux diverses températures et de plusieurs vitesses d'essai. Le programme d'essai a indiqué une réponse viscoélastique différente du module de compression de la résine à celui du module du composite et par une observation fractographique associée a montré que les structures de la résine et du composite étaient complexes. La modélisation a montré l'influence de l'interface sur le module de traction transversal et la résistance à la traction transversale du composite s'est avérée plus haute que la résistance à la traction de résine. [3].

Hug à présenter une étude sur la détermination de l'influence du taux de chargement G_{Ic} sur le de taux de perte d'énergie critique des stratifiés époxy à fibre renforcé. Cette étude est basée sur l'ouverture symétrique du déplacement appliqué sur des éprouvettes DCB. Dans ce cas l'influence de l'énergie cinétique doit être prise en compte [5]

Différents modèles ont été proposés pour décrire le comportement en fatigue des matériaux hétérogènes, mais très peu d'études ont été menées pour vérifier les modèles quantitativement en utilisant les données expérimentales. Par conséquent, le développement de ces modèles est encore dans l'enfance scène.

Des essais statique et fatigue cyclique sous flexion 4 points ont été réalisés par Dick et al [6] sur des éprouvettes en fibre de verre courte renforcé par un polymère de polycarbonate sur le verre rempli de polycarbonate, pour recueillir les résultats de l'évaluation d'un modèle théorique de sa capacité à prédire la résistance à la fatigue et la résistance résiduelle après le chargement cyclique.

Le but de cette étude est de développer un modèle analytique, qui peuvent décrire le comportement en flexion des composites stratifiés sous fatigue cyclique. L'approche qui présente la dégradation de la rigidité à nous permet d'évaluer la durée de vie en fatigue des composite stratifié par fatigue. Les résultats analytiques obtenus à partir des modèles développés sont comparés avec les résultats obtenus à partir des expériences en fatigue.

2. MATERIAU D'ETUDE ET TECHNIQUES EXPERIMENTALES

Cette section fournit des informations importantes, le test mis en place, et les conditions de chargement utilisées dans l'étude expérimentale.

2. 1. Matériau d'étude

Le matériau utilisé dans notre étude est un composite carbone/époxyde pré-imprégné (Hexcel T300/914), parce qu'il présente plusieurs particularités en termes de propriétés mécaniques, car il est employé couramment pour les applications aérospatiales. Ce stratifié à fibre continue, se compose d'une résine époxyde thermodurcissable renforcée par des fibres continues de plis de carbone HR. La fraction volumique de fibre est environ 60%.

Les plaques stratifiées ont été fabriquée au département Aerospace Engineering University of Bristol, ensuite ont été découpée sous forme rectangulaires d'environ 100 mm de long et 20 mm de largeur à l'aide d'une tronçonneuse à disque diamanté, à partir des plaques de 300 mm × 300 mm selon la norme ASTM-D790-10 (à l'Université de Guelma).

2. 2. Techniques expérimentales

Les essais de flexion 3-points ont été réalisés sur une machine d'essai universel de type ZWICK ROELLE Z005, cette machine fait partie d'un système d'essais modulaire extensible à plusieurs fonctions, elle est constituée d'une cellule de charge de 5 KN. Le guidage de déplacement de la cellule est sans jeu, la machine est pilotée par un logiciel Testexpert qui permet d'enregistrer les résultats sur un procès verbal d'essais. Un traitement statistique des données est réalisé en fin de série afin d'obtenir les valeurs moyennes des lots testés.

Deux séries d'essais en flexion sur 5 éprouvettes sont effectuées jusqu'à la rupture du matériau à température ambiante, à vitesse d'essais de 2 mm/min, les éprouvettes sont conditionnées selon les normes ASTM-D6272-10, relatives aux dimensions et à la vitesse appliquée.

3. ESSAI DE FATIGUE

3. 1. Analyse des résultats

On peut envisager différents modes de contrôle de l'essai de fatigue soit en contrôle déplacement ou en contrôle force. Dans ce travail les essais sont réalisés en contrôle déplacement avec une forme d'onde sinusoïdal. L'éprouvette est chargée jusqu'à un déplacement moyen (*dmoy*) qui est maintenu constant est égal à 50 % du déplacement à la rupture en statique (*drup*). Le déplacement moyen détermine les mécanismes d'endommagement activés au début du cyclage, alors que l'amplitude détermine la vitesse de propagation et de multiplication de ces mécanismes. Plusieurs niveaux de chargement r sont considérés (compris entre 0.60, 0.95). Le même type d'éprouvettes des stratifiés utilisés en statique sont utilisés dans les essais de fatigue cyclique (Figure 1).

Les résultats obtenus pour les différents niveaux de chargement r montrent que les stratifiés $[\pm 20]_{2S}$ résistent mieux à la fatigue cyclique en flexion trois points que le stratifié $[\pm 25]_{2S}$. Pour des niveaux de chargement élevés, correspondant à de grandes amplitudes, la résistance à la fatigue est très courte et toute la rupture totale est atteinte après seulement quelques milliers de cycles.

Par exemple, pour $r = 0.95$, les stratifiés $[\pm 25]_{2S}$ et $[\pm 20]_{2S}$ se rompent respectivement après 950 et 1000 cycles. Cependant, pour un faible niveau de chargement correspondant à une faible amplitude, les mécanismes de dommages sont activés avec une propagation très lente et la résistance à la fatigue est très importante. En effet, à un million de cycles la rupture n'est que partielle pour les deux stratifiés pour un niveau de chargement $r = 0.60$.

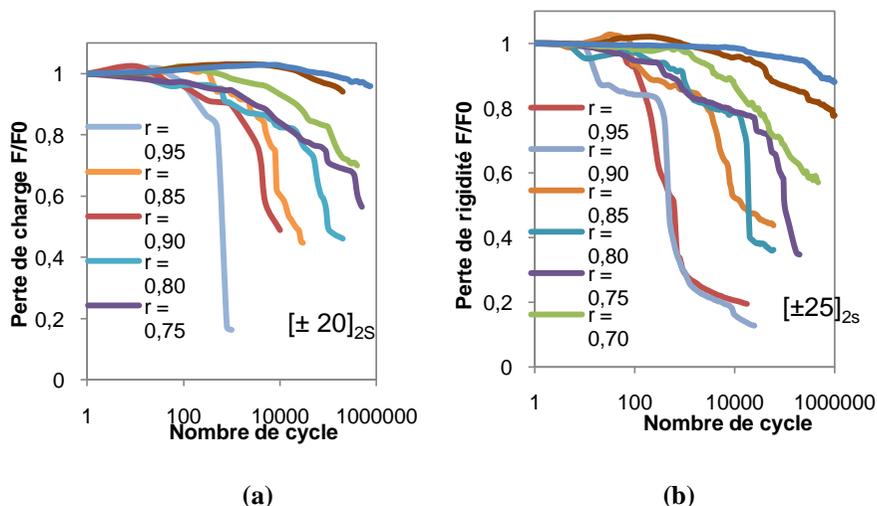


Figure 1 Evolution de la perte de rigidité en fonction du nombre de cycles N des Stratifié $[\pm 20]_{2S}$ et $[\pm 25]_{2S}$ pour différents niveaux de chargement r

3. 2. Observation des Faciès de rupture (Fatigue cyclique)

Les observations par microscopie optique à haut résolution de l'endommagement des éprouvettes ont été réalisées après rupture ou après déchargement total des éprouvettes non rompues. Au cours d'essai, des observations régulières ont permis de construire pour chaque éprouvette les séquences d'apparition de l'endommagement.

L'observation des faciès de rupture des deux stratifiés testés au cours du cyclage, montre que la ruine des éprouvettes est due principalement par délaminage des couches au voisinage de l'appui central. Pour un faible niveau de chargement, la croissance de l'endommagement en fonction du nombre de cycles au cours de la fatigue est gouvernée par la croissance de la décohésion entre les couches, amorcée autour de l'appui central et entraînant la rupture des fibres.

Par contre pour un niveau de chargement élevé (Figure 2), l'endommagement se manifeste par une décohésion entre les couches supérieures de l'appui central ensuite par des propagations des fissurations par cisaillement dans les fibres ce qui entraîne une autre décohésion entre les couches inférieures entraînant la ruine finale du stratifiés. Il est important de signalé aussi que le délaminage et plus marqué dans la partie supérieure de éprouvette c'est-à-dire dans les couches sollicitées en compression.

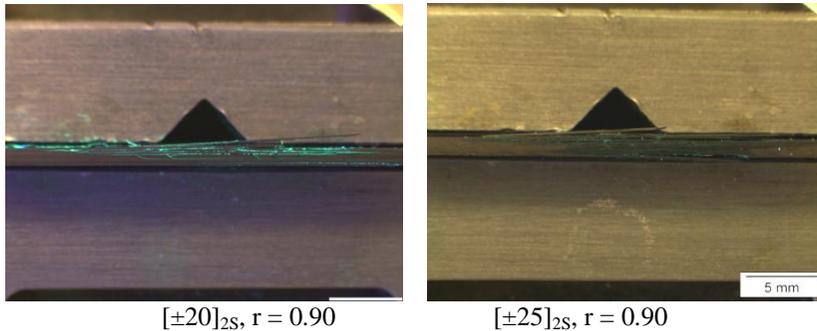


Figure 2 observation de l'endommagement a l'aide d'microscope

4. MODELISATION ANALYTIQUE

Les essais de fatigue en contrôle déplacement pour différents niveaux de chargement ont été réalisées et les courbes de la perte de rigidité en fonction du nombre de cycle ont été tracés dans la figure 5. Selon les équations (1)-(4), les deux équations ont été tendues à partir des résultats expérimentaux. A partir de ces résultats expérimentaux des paramètres utilisés dans les équations (1) et (4) ont été déterminées.

En effet, les résultats expérimentaux ont montré que la perte de la rigidité peut être exprimée en deux fonctions comme suite :

$$\frac{F}{F_0} = \left\{ \begin{array}{l} b_{0d} - b_d \ln(n) \\ C_{0d} n^{-C_d} \end{array} \right\}, \quad (1)$$

Où b_{0d} et C_{0d} sont des paramètres qui dépend des conditions initiales, Alors que les paramètres b_d et C_d dépend du niveau de chargement r .

Dans le premier cycle, la charge maximale (F) est égale à la charge au début de cyclage (F_0), alors l'expression (1) devient :

$$\frac{F}{F_0} = \left\{ \begin{array}{l} 1 - b_d \ln(n) \\ n^{-C_d} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Les deux paramètres b_d et C_d peut être d'exprimer expérimentalement comme une fonction exponentielle :

$$\left\{ \begin{array}{l} b_d = b_{A0d} \cdot \exp(b_{Ad} \cdot r_d) \\ C_d = C_{A0d} \cdot \exp(C_{Ad} \cdot r_d) \end{array} \right\} \quad (3)$$

Où b_{A0d} , b_{Ad} , C_{A0d} et C_{Ad} sont des paramètres qui dépendent des niveaux de chargement et qui peut être tirée expérimentalement. L'équation (2) devient :

$$\frac{F}{F_0} = \left\{ \begin{array}{l} 1 - b_{A0d} \cdot \exp(b_{Ad} \cdot r_d) \cdot \ln(n) \\ n^{-C_{A0d} \cdot \exp(C_{Ad} \cdot r_d)} \end{array} \right\} \quad (4)$$

Dans nôtre cas où les essais de fatigue sont faite en contrôle déplacement, le nombre de cycle critiques N_d correspondant à une perte de rigidité de 5% est illustré de l'équation (4) qui conduit à :

$$N_{cad} = \left\{ \frac{\exp \left[\frac{\alpha}{b_{A0d} \cdot \exp(b_{Ad} \cdot r_d)} \right]}{\beta \frac{1}{C_{A0d} \cdot \exp(C_{Ad} \cdot r_d)}} \right\} \quad (5)$$

Avec:

$$\beta = 1 - \frac{\alpha}{100} \quad (6)$$

Pour les valeurs des coefficients b_d et C_d peut être déterminé pour différents niveaux de chargement en utilisant l'équation (4). Ainsi, une fois tous les paramètres ont été déterminés, la durée de vie en fatigue peut être prédit en utilisant l'équation (5) et (6). La variation des coefficients b_d et C_d en fonction du niveau de chargement r est montrée dans la figure 3.

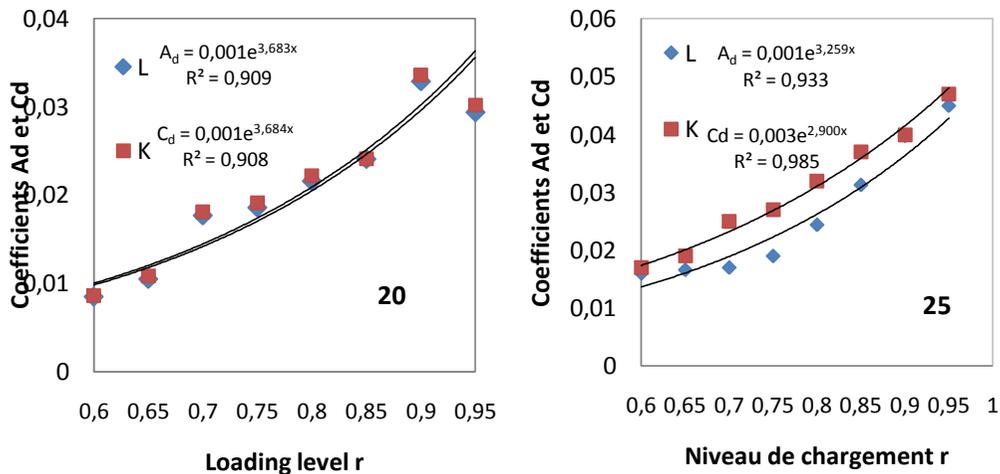


Figure 3 Variations des coefficients A_d et C_d en fonction du niveau de déplacement

Une forte corrélation a été trouvée entre les résultats expérimentaux et analytiques. Une des limitations de ce travail est que l'initiation et la progression de la rupture n'a pas été observé expérimentalement et il n'ya aucune mention au sujet du mode de rupture finale. Encore une fois il est à craindre sur la validité de l'approche lorsque les modifications des modes de rupture.

Nous constatons que les résultats issus des modèles analytiques décrivent bien l'évolution des points expérimentaux, et ceci pour l'ensemble des modèles et des matériaux étudiés. En effet, les coefficients de corrélation sont très proches de l'unité, ce qui conforte nos hypothèses

5. CONCLUSION

Dans cet article on s'intéresse à l'étude expérimentale du comportement mécanique en statique et en fatigue cyclique des matériaux sandwichs en nids-d'abeilles sollicités en flexion 3-points. L'étude statique a permis d'observées l'endommagement et de déterminer les paramètres nécessaire aux essais de fatigue cyclique. Les essais statiques ont montrée l'importance du phénomène de décohésion entre la peau et l'âme au voisinage de l'appui central, qui entraînant la rupture du sandwich.

Le suivie de la perte de rigidité (F/F_0) des sandwichs, en fatigue cyclique, jusqu'à la rupture se déroule en trois phases. L'influence du niveau de chargement r sur le comportement en fatigue cyclique du sandwich étudié a été mise en évidence par l'établissement de deux critères de la durée de vie à partir des courbes de Wöhler. Les résultats obtenus montrent que le niveau du chargement r joue un rôle important sur la durée de vie des matériaux.

Une approche basée sur l'interpolation, en utilisant des simples fonctions empiriques dont les paramètres ont été obtenus à partir des résultats expérimentaux. Les paramètres de ces fonctions sont déterminés expérimentalement en utilisant l'évolution de la rigidité en fonction du nombre de cycle.

Ces fonctions sont définies par les valeurs de deux paramètres caractéristiques qui nous permettent de évaluée la dégradation des matériaux composites stratifiés sous l'essai de fatigue en contrôle

déplacement. Cette approche permet la prédiction de la résistance à la fatigue et l'évolution de rigidité en fonction de différents niveaux de chargement.

REFERENCE

- [1] Thèse de doctorat, 2005, Identification par recalage modal et fréquentiel des propriétés constitutives de coques en matériaux composites. Lausanne, EPFL.
- [2] SMITH, B.W, 1993. Fractography for continuous fiber composites . Engineered materials handbook - Volume1 : Composites. Ohio, USA : ASM International, p. 786-793. ISBN 0871702797 (v.1).
- [3] LOWE A, 1996. Matrix-dominated tensile behaviour of unidirectional T300/914 and structural modelling of the material, Journal of materials science 31, pp. 983-993.
- [4] G. Hug, P. J. Fitoussi, D. Baptiste , 2006 Effect of the loading rate on mode I interlaminar fracture toughness of laminated composites», Engineering Fracture Mechanics 73, , pp.2456–2462.
- [5] Hug, G., Fitoussi, D., and Bqptiste, D., 2006. Effect of the loading rate on mode I interlaminar fracture toughness of laminated composites, Engineering fracture mechanics 73, 2456-2462
- [6] Dick, T.M, and Jar, P.-B, and Cheng., 2009. Prediction of fatigue resistance of short-fibre-reinforced polymers, International journal of fatigue, 31, 284-291

IV.SNMPE (No. 1-2-402) 2012

Elaboration, Structural and Microstructural characterization of nanocrystalline Fe_{100-x}Al_x powders

Boukherroub N. ^{*1}, Guittoum A. ², Souami N. ², Akkouche K. ³, Lamrani S. ³

¹ UR-MPE, M'Hamed Bougara University Boumerdes, Algeria

² Nuclear Research Centre of Algiers, Algiers,

³ Mouloud Mammeri University, Tizi-ouzou, Algeria

nadia.boukherroub@yahoo.fr

Abstract: Nanocrystalline Fe_{100-x}Al_x powders (x= 25, 30, 34 and 40 at %) were prepared by the mechanical alloying process using a vario-planetary high-energy ball mill for a milling time of 35 h. The formation and physical properties of the alloys were investigated as a function of Al content by means of X-ray diffraction, scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive X-ray. For all Fe_{100-x}Al_x samples, the complete formation of bcc phase was observed after 35 h of milling. As Al content increases, the lattice parameter increases, whereas the grain size decreases from 106 to 12 nm. The images obtained by SEM shows a decrease in the particle size to a value of about 5 µm. EDX experiments show that for all samples, the composition was close to the nominal one and no Cr contamination from the milling media was found in the error limits of this method.

Keywords: Fe_{100-x}Al_x alloy; nanostructured powders; mechanical alloying; X-ray diffraction; scanning electron microscopy

Elaboration et caractérisation d'un composite sandwich à âme en liège renforcé en jute et des enveloppes en bois.

Fellah I¹, Aribi C.¹, Bezzazi B.¹

¹ Unité de Recherche : Matériaux, Procédés et Environnement (URMPE), Université M'Hamed Bougara, Boumerdès.

fellah_imane@yahoo.fr

Résumé : Notre travail est basé sur l'élaboration et la caractérisation d'un sandwich à âme en liège renforcé de jute et avec des enveloppes en bois. Le matériau a été préparé au laboratoire de mécanique des matériaux et composite, de l'Unité de Recherche Matériaux, Procédés et Environnement (URMPE). Le composite élaboré est constitué, de panneaux d'aggloméré de liège grossier et épais qu'on utilise généralement dans le bâtiment pour l'isolation thermique comme âme, renforcés par des nappes de jute type sergé. Les enveloppes ou stratifiés présentent des panneaux en bois collés par une résine époxy de type inject 812 fournie par Granitex – Oued Smar, ALgérie.

Les éprouvettes découpées à partir du panneau sandwich ont subi des essais de caractérisation mécanique (flexion, compression et cisaillement). Les résultats obtenus montrent que notre sandwich peut être utilisé dans les différentes constructions comme cloison ou murs de séparation vu le bon comportement, la facilité de mise en oeuvre, la légèreté et leur faible coût.

Mots clés : composite, bois, liège, jute, sandwich

Etude et durabilité des composites PVC/fibres d'ALFA

Hamour. N*¹, Boukerrou. A¹, Djidjelli. H¹

Laboratoire des matériaux organique Université Abderhmane Mira de Bejaia, Algérie

nherroudj@yafoo.fr

Résumé : Les plastibois font l'objet d'un grand intérêt depuis quelques années. Ils disposent d'atouts importants par rapport aux polymères à l'état pur. L'utilisation des fibres d'Alfa, au sens large des matériaux cellulosiques dans la conception des matériaux composites permet d'associer des matériaux résistants, légers, abondants, non abrasifs, structurés et à faible coût avec de nombreux matériaux tels que les métaux, les plastiques. Les inconvénients principaux des composites renforcés par les charges naturelles est le manque d'une bonne adhésion interfaciale entre la charge et la matrice, la taille de la charge, engendre une détérioration des propriétés mécaniques du matériau fini. Dans ce contexte, différentes formulations à base de Polychlorure de vinyle/Fibre d'Alfa ont été préparées en utilisant le calandrage comme méthode de transformation. La caractérisation des composites PVC/FA obtenus avec les formulations F160 ont montré une nette amélioration sur l'ensemble des propriétés physiques et mécaniques. En revanche la déformation à la rupture augmente, l'effet inverse est observé pour le module d'Young. De plus le taux de gonflement dans l'eau augmente.

Mots clés: Charge lignocellulosique, Composites, Fibre d'Alfa, Polychlorure de vinyle.

IV.SNMPE (No. I-2-416) 2012

Thermal and mechanical properties of modified polyethylene/ olive husk flour composites

Ihamouchen. C*¹, Djidjelli. H¹, Boukerrou. A¹

¹ *Département de Génie des procédés, University A. MIRA Bejaia, Algeria*
ihchadou@yahoo.fr

Résumé: The mechanical and thermal properties of high density polyethylene/olive husk flour composites (HDPE/OHF) with maleated polyethylene (XA225) as compatibilizer have been investigated. The thermal degradation and thermal stability of the composites in a nitrogen atmosphere were studied using thermogravimetric analysis. The results indicated improvements in the thermal stability due to the compatibilizer addition. The incorporation of 5 wt % of XA225 in the composite gave a better thermal stability, the samples showed a low rate of decomposition compared to uncompatibilized sample.

Also, the results showed that the addition of the compatibilizer improves the mechanical properties. In fact, a positive effect on the tensile strength and the young modulus was obtained.

Key words: polyethylene, olive husk flour, compatibilizer agent, tensile properties and thermal properties.

IV.SNMPE (No. I-1-429) 2012

Formulation des bétons avec ajout par l'utilisation des réseaux de neurones

Rebouch R.¹, Boukhatem B.¹, Ghrici M.¹, Kenai S.²

¹ *Laboratoire de Géomatériaux, Université de Chlef, Algérie*

² *Laboratoire de Génie civil et Géomatériaux, Université de Blida, Algérie*
Redouane.dz@hotmail.com

Résumé : La formulation des bétons implique le choix ou la sélection des proportions constitutives qui auront comme conséquence certaines propriétés désirées. Elle s'est compliquée dans les années récentes avec l'introduction de nouveaux constituants tels que les adjuvants chimiques, les additions minérales ou les fibres d'une part et l'élargissement de la gamme des propriétés d'usage du matériaux en relation de avec la totalité de son cycle de vie d'autre part. L'objectif principal de cette étude est de maintenir la fiabilité des réseaux de neurones pour entreprendre la conception de mélanges de béton incorporant des ajouts et de tenter d'assurer que le béton résultant ne sera pas seulement économique et assez résistant, mais il aura certaine garantie quant aux caractéristiques de la maniabilité adéquate. Pour cela une application de simulation des réseaux de neurones est employée pour créer le meilleur réseau. Les données utilisées pour l'apprentissage de ce réseau sont obtenues à partir des projets de recherches antérieurs. De façon générale, l'approche présentée ici peut mener à une formulation plus précise et plus rapide d'un béton à la pouzzolane naturelle basé sur ses deux propriétés principales (l'ouvrabilité et la résistance).

Mots clés : Béton, ajouts cimentaire, formulation, réseaux de neurones, résistance en compression.

Effet des fibres métalliques sur certaines propriétés mécaniques du béton.

Setti F.¹, Ezziane K.¹, Setti B.¹

¹ Laboratoire Géomatériaux, Université Hassiba Benbouali, Chlef, Algérie
setti_fati@yahoo.fr

Résumé : Le but de ce travail est de quantifier l'effet des fibres métalliques sur le comportement mécanique du béton, concernant la résistance à la compression, à la flexion et à l'abrasion. A cet effet quatre mélanges ont été utilisés, un béton sans fibres servant de béton témoin identifié sous le nom BO, et un béton renforcé par trois dosages de fibres métalliques, identifié BFM. L'étude expérimentale a été menée sur des éprouvettes de caractéristiques géométriques adaptées aux essais effectués. Les résultats montrent que la résistance à la compression et à la flexion augmente lorsque le taux d'incorporation des fibres augmente, ainsi qu'une amélioration remarquable de la résistance à l'abrasion, jusqu'au taux optimale de 1% de fibres. La résistance à l'abrasion du béton est fortement dépendante de sa résistance à la compression et qui peut être exprimée par une simple relation linéaire pour tous les bétons mentionnés dans cette étude. Les résultats obtenus sont susceptibles d'élargir le champ des applications de ce nouveau matériau.

Mots-clés : abrasion, béton, compression, fibres métalliques, flexion.

Effet de la Pouzzolane sur les Paramètres de Transport des Bétons Locaux

Touil B.*¹, Ghomari F.¹, Bezzar A.¹, Khelidj A.², Bonnet S.²

¹ Laboratoire EOLE, Dpt de génie civil, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, Algérie

² Laboratoire GeM, IUT de Saint Nazaire, Université de Nantes, France

touil_b@yahoo.fr

Résumé : Les propriétés de transfert des matériaux cimentaires, conditionnées en grande partie par leur microstructure, régissent la pérennité des structures armées vis-à-vis de la corrosion des aciers. En effet, la pénétration des agents agressifs responsables de la corrosion s'effectue principalement par transport à travers la porosité de la phase cimentaire dans le béton ou à l'interface pâte cimentaire/granulats.

En termes de durabilité, la perméabilité au gaz et la diffusion des chlorures sont des indicateurs, généralement utilisés pour estimer au laboratoire les performances d'un béton. Dans le cadre de ce travail, nous avons déterminé expérimentalement l'effet de l'ajout de la pouzzolane naturelle sur ces deux indicateurs. Pour ce faire, quatre bétons ont été testés: un béton ordinaire (BO) avec E/L = 0.55 qui sera considéré comme matériau témoin et trois autres bétons dont la fraction cimentaire est substituée par la pouzzolane naturelle de Béni Saf aux taux massiques de 5%, 10% et 15%.

Les résultats obtenus ont montré d'une part, que le taux de substitution du ciment par les additions pouzzolaniques dans le béton est déterminant pour la résistance à la pénétration des chlorures et d'autre part que ces additions ont contribué de façon positive à l'amélioration de la durabilité des bétons testés.

Mots-clés: Béton, pouzzolane, durabilité, porosité, perméabilité, migration, chlorures, corrosion.

IV.SNMPE (No. I-3-436) 2012

Efforts / qualité en fonction de l'angle du fil en défonçage du Pin d'Alep

Aknouche H.¹, Zerizer A.¹, Nour Z.¹, Sitouah N.¹, Chemani B.¹,

1 UR-MPE Université M'Hamed Bougara de Boumerdès (Algérie)

h.aknouche@yahoo.fr

Résumé : Ce travail a pour but d'évaluer les efforts de coupe et la qualité des surfaces usinées dans le processus du défonçage du Pin d'Alep en utilisant le modèle de coupe 90/90°.

L'outil de coupe représente une fraise sur laquelle sont montées deux plaquettes en carbure faisant un mouvement de rotation et circulaire, ce qui nous donne une variation de l'angle du fil d'une manière instantanée. La mesure des forces de coupe a été faite grâce à une table piézo-électrique Kistler 9257A à trois axes montée sur la table d'une défonceuse à commande numérique, couplée à un PC et une carte d'acquisition. Les données sont traitées à l'aide d'un logiciel DasyLab.

Parallèlement des tests de qualité des surfaces usinées avec un outil comportant une face d'attaque usée artificiellement et non, réalisés par une nouvelle méthode développée par l'équipe de recherche IVALSA/CNR - San Michèle all 'Adige (Italie), en se basant sur un faisceau laser.

Les résultats obtenus nous permettent de bien situer l'influence de l'orientation du fil sur l'intensité des efforts de coupe, on remarque bien que l'effort de coupe augmente lorsque la coupe est en contre fil et tend à diminuer lors de la coupe dans le sens du fil. La méthode proposée pour apprécier la qualité d'usinage peut être déterminante suite aux résultats obtenus.

Mots clés : Pin d'Alep, Défonçage, Effort de coupe, Orientation du fil. Rugosité

IV.SNMPE (No. I-2-444) 2012

Mesure de la résistance à la compression du béton : influences des méthodes destructive (écrasement) et non destructive (ultrason) et des géométries des corps d'épreuves

Redjel B.¹, Bouteldja H.¹, Khelifi W.¹, Bensmida K.¹, Jauberthie R.²

¹ Laboratoire de Génie Civil, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie.

² Département de Génie Civil et Génie Mécanique, Rennes, France.

bredjel@yahoo.fr

Résumé : Dans cette étude, la résistance d'un béton confectionné a été mesurée par deux techniques : ultrason et écrasement sur des éprouvettes de différentes géométries (cube, prisme et cylindre). Les résultats des essais de mesure de la résistance à la compression du béton se caractérisent par une dispersion. Celle-ci est la conséquence du caractère hétérogène de ce matériau granulaire ainsi que de l'essai mécanique lui-même. Il apparaît clairement que les deux techniques donnent des résultats comparables. En effet la résistance à la compression mesurée par la méthode destructive (écrasement) est très proche de celle mesurée par la méthode non destructive (ultra son) pour tous les échantillons testés. La résistance à la compression est influencée par la forme et les dimensions des éprouvettes. Les facteurs de conversion s'appliquent parfaitement aux résultats de mesure.

La résistance à la compression mesurée diminue avec l'augmentation de la section d'écrasement pour le cube et pour le cylindre ainsi qu'avec l'élançement de l'éprouvette pour se stabiliser à partir du rapport hauteur/arête (h/a)=2. L'éprouvette cylindrique donne des valeurs de résistances inférieures à celles données par le prisme et par le cube. Par ailleurs, les coefficients de conversion de forme et de géométrie aboutissent à des valeurs comparables à l'étalon. Il est enfin à noter que les modes de rupture du béton diffèrent d'une géométrie à l'autre. Ainsi le cube se rompt selon des plans obliques et donne une rupture pyramidale. Le cylindre et le prisme donnent de véritables ruptures de compression avec des lignes de fissuration parallèles à l'effort de compression.

Mots clés : compression – écrasement – ultrason – élançement.

Caractérisation en choc de matériaux composites jute-polyester et verre-polyester

Djeghader D.¹, Redjel B.¹, Jaubertie R.²

¹ Laboratoire de Génie Civil, Dpt Génie Civil, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie.

² Département de Génie Civil et Génie Mécanique, Rennes, France.

Résumé : Dans cette étude, le comportement au choc des matériaux composites jute/polyester renforcés à différents taux de jute bidirectionnel est comparé à celui d'un matériau composite verre-polyester renforcé à 30% et qui est largement utilisé dans les industries automobile, aéronautique ainsi que dans le Génie Civil et dans les domaines des matériaux à grande diffusion. Ainsi des essais de choc réalisés sur des éprouvettes entaillées en utilisant un mouton pendule Zwick ont permis de relever pour chaque échantillon l'énergie U perdue par le marteau au moment de l'impact. La méthode de Williams basée sur les principes de la mécanique de la rupture a été utilisée pour l'interprétation des essais et la détermination du paramètre intrinsèque de ténacité G_{IC} . Une étude statistique basée sur la théorie de Weibull utilisant le maillon le plus faible a permis de mieux comprendre le comportement en choc de ces matériaux composites et d'interpréter ainsi l'aspect probabiliste de la rupture en identifiant les modules de weibull pour chaque type de matériau.

Mots clés : fibre de verre – jute – polyester – choc – ténacité – Weibull

Un béton de sable pour revêtement routier en climat chaud et sec

SALL M.^{1,2}, TKACHENKO G. A.²

¹ Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes pour l'Équipement, Dakar, Sénégal

² Laboratoire technologie des liants de bétons et de la construction des céramiques, Rostov State University of Civil Engineering, 162, Socialisticheskaya Street, 344022, Rostov-on-Don, Russian Federation,
salmagat@yahoo.fr

Résumé : Les résultats des études présentées dans ce présent article ont mis en évidence l'efficacité de l'ajout combiné de composants organo-minéraux (tuf volcanique + super plastifiant Melment F10), comme régulateur, dans le mélange de béton de sable.

De part sa structure pétrographique, le tuf volcanique ajouté à une proportion bien définie par rapport à la quantité de minéraux dans le mélange (sable+gravier) est capable de retenir une partie de l'eau du mélange en excès et de la restituer plus tard dans l'hydratation du béton au cours de son durcissement. En outre, les analyses structurelles des bétons (rayon X, microscopie etc...) ont montré l'effet de régulateur de ses pores fermés (amortisseur de choc, absorbeur d'énergie, arrêt des micros fissures...).

Les résultats obtenus dans le cadre de ces études montrent clairement l'amélioration des propriétés physico-mécaniques des bétons de sable pour revêtement routier. Le rôle multifonctionnel du tuf volcanique dans la structure du béton permet effectivement d'améliorer la durabilité des bétons à base de matériaux à priori de moyenne qualité dans les pays à climat chaud et sec.

Mots clés : Béton de sable, tuf volcanique, régulateur, durabilité, climat

IV.SNMPE (No. I-2-448) 2012

Influence du chargement des résines époxy par la poudre de liège sur son comportement physico-mécanique dans les matériaux composites

Boulahia H.¹, Aribi C.¹, Bezzazi B.¹

¹ Unité de recherche- Matériaux, Procédés et Environnement, Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, Algérie

Résumé : La résine époxy présente des avantages techniques remarquables par rapport aux autres types de résines, contrairement dans le domaine économique où on remarque un coût très élevé, de ce fait, les producteurs incorporent des différentes de charges minérales afin de réduire le coût.

Notre travail comporte présente l'étude de l'incorporation des charges organiques (poudre de liège à différentes granulométrie) sur les propriétés physiques et mécaniques de la matrice époxy de type DEBA. Les résultats obtenus montrent que ces types de chrges améliorent le comportement mécanique sans diminuer les caractéristiques physiques de la matrice.

Mots clés : résine époxy, DEBA, charges minérales, charges organiques.

IV.SNMPE (No. I-1-455) 2012

Etude de L'influence du dosage de l'adjuvant (Aeternum1) sur le comportement mécanique des ciments composés dans les milieux agressifs

Benfadel karima^{*1}

¹ UR-MPE : Unité de Recherche Matériaux, Procédés et Environnement. Université M'Hamed Bougara Boumerdès. Faculté des Sciences de l'Ingénieur. Boumerdès, Algérie
benfadel_karima@hotmail.fr

Résumé : Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'étude du comportement mécanique et rhéologique des ciments composés additionnés d'un nouvel adjuvant (Aeternum1) travaillons dans des milieux agressifs, dans le but de substituer le ciment résistant aux sulfates. Ce travail est devisé en deux parties : La première partie réside dans la caractérisation de l'adjuvant en poudre (analyse chimique, DRX et IR). La deuxième partie comporte l'élaboration et la caractérisation mécanique de deux mortiers à base de CPJ dosés à différentes quantités d'Aeternum1 (0%, 2% ,2.5% et 3%) et on les comparant avec le mortier de ciment résistant aux sulfates (témoin)

Les résultats obtenus d'écrasement des éprouvettes normalisées 4x4x16cm, spectres des DRX et les photos du MEB montrent que la présence de l'adjuvant Aeternum1 améliore les caractéristiques mécaniques des mortiers élaborées et développent des résistances mécaniques plus élevées par rapport au témoin dans les milieux agressifs. Ces résultats peuvent être expliqué par l'effet de la composition chimique de cet adjuvant (présence de la silice amorphe) ainsi que l'effet de l'ajout cimentaire, ce qui favorise la formation des composés responsables sur résistance appelés les CSH (hydro silicates de calcium).

Mots clés : Mortier de ciment, CPJ, ciment résistant aux sulfates, adjuvant (Aeternum1), CSH, DRX, IR, MEB.

Améliorations du classement mécanique des bois et valorisation des feuillus de qualité secondaire

Bléron L.*¹, Collet R.*¹

¹ LaBoMaP, Arts et Métiers ParisTech Cluny, Porte de Paris, 71250 Cluny, France
laurent.bleron@ensam.eu

Résumé : Le bois est un matériau qui doit contribuer à atteindre les objectifs que s'est fixée l'Union européenne à l'horizon 2020 en termes de développement durable, de qualité environnementale des bâtiments, d'économie d'énergie (réduction de 20 % de la consommation), d'utilisation de matériaux et de combustibles renouvelables (20%) et surtout de lutte contre le changement climatique (réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre). Aucun autre matériau de construction traditionnel ne possède ses qualités. Afin de permettre une homogénéisation des méthodes de dimensionnement des structures bois, les codes de calcul européens (Eurocode 5 dans le cas du bois) remplacent définitivement les règles nationales depuis le 1er mars 2010. Cependant l'Eurocode 5 oblige les prescripteurs à utiliser des bois classés visuellement ou mécaniquement. Les procédés et les normes de classement, essentiellement développés par les pays leaders d'Europe du Nord, ne sont pas adaptés pour valoriser au mieux les essences résineuses ou feuillues françaises. L'enjeu est donc d'acquérir les connaissances nécessaires pour classer les sciages issus de la ressource nationale de manière optimale, c'est-à-dire sans les dévaloriser, le verrou scientifique majeur résidant dans l'estimation du module de rupture. Si la plupart des machines de classement mécanique des bois de structures se basent sur le module élastique et la densité des planches, peu sont capables de prendre en compte leurs singularités locales. Le Knot Area Ratio permet cependant d'améliorer le classement mécanique en considérant la distribution des nœuds au sein du bois. A travers cette étude, nous avons pu évaluer l'influence de la pente de fil locale, mesurée grâce à un scanner optique, dans la qualité de prédiction du module élastique et de la contrainte de rupture des sciages.

Par ailleurs, les résineux sont les principales essences utilisées dans la construction car elles présentent d'excellentes performances mécaniques pour les usages structurels (poids propre/résistance mécanique) et ce même pour des essences à croissance rapide comme le douglas. Cependant l'augmentation très importante des besoins pour les marchés de la construction attendue dans les années à venir va créer de fortes tensions sur les approvisionnements en bois résineux en Europe et en France en particulier. Les possibilités de production de matériaux pour la construction ou la réhabilitation de bâtiments à Haute Qualité Environnementale et à Haute Performance Energétique, à partir de la ressource nationale en bois de chênes de qualité secondaire, représentent donc un enjeu économique très important pour limiter les importations et une opportunité pour valoriser cette ressource forestière abondante. L'Association pour la Promotion des Emplois du Chêne Français (APECF) a souhaité tester cette hypothèse en Bourgogne à travers une pré-étude, visant à montrer aux professionnels de la filière, qu'une rentabilité économique existe pour des projets de valorisation de cette ressource forestière abondante et sous exploitée, avec pour objectif à moyen terme de susciter l'implantation d'unités industrielles valorisant les chênes de qualité secondaire.

Mots-clés : classement mécanique, bois, valorisation feuillus

Introduction

En France, l'idée de rechercher des solutions de valorisation pour les feuillus de qualité secondaire n'est pas nouvelle. Cependant elle est aujourd'hui relancée par les objectifs d'augmentation de la récolte forestière fixés par le Grenelle de l'environnement (20 millions de m³/an supplémentaires à l'horizon 2020) qui ne pourront être atteints sans trouver de nouveaux débouchés pour les bois d'œuvre feuillus. Chaque chêne possède une proportion variable de différentes qualités. Les chênes qui possèdent une partie de leur volume en qualité A ou B ne posent pas de problème de valorisation, contrairement à ceux qui ne possèdent ni de qualité A, ni de B ; que nous appellerons chênes de « qualité secondaire » (Fig. 1). A ce titre, la ressource bourguignonne en chênes de qualité secondaire, que l'on peut estimer à 50 millions de m³ sur pied et qui est actuellement peu et mal valorisée, constitue un gisement considérable qui pourrait être mobilisé pour la construction de bâtiments à Hautes Qualités Environnementales et à Hautes Performances Energétiques. L'objectif de cette étude est de valoriser une plus grande part de cette ressource en bois d'œuvre, car bien que la filière bois énergie représente un marché de plus en plus porteur, elle ne permet pas une rémunération encore suffisante pour inciter les propriétaires forestiers à exploiter leurs bois.

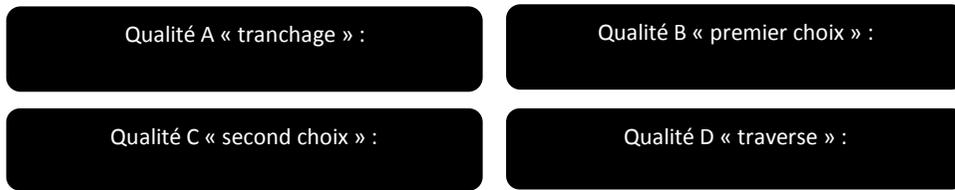


Figure 1: Désignation des différentes qualités

Caractérisation de sciages de qualité secondaire

En vue d'apprécier les qualités des bois issus de cette ressource forestière, un lot de 215 planches a été étudié. Les planches proviennent du sciage de 40 billons (longueur 2,10 m, représentant au total un volume sous écorce de 4,6 m³) déclassés par la scierie Petirenaud située à Dirol dans la Nièvre. Il s'agit principalement de surbilles de très mauvaises rectitudes, présentant une forte nodosité et de faibles diamètres (diamètre fin bout mini 220 mm, maxi 350 mm, moyenne 264 mm) (Fig. 2).



Figure 2: Photographie d'un billon de qualité secondaire

Les billons ont été débités sur une scie de type télétwin en recherchant à produire la plus grande pièce équarrie, refendue ensuite en épaisseur 29 mm pour obtenir les planches destinées aux essais. L'objectif est de connaître les propriétés mécaniques des avivés à valoriser, pour rechercher des emplois adaptés à leur performance. Afin de déterminer les caractéristiques de rigidité et de résistance en flexion des planches, des essais destructifs respectant la norme EN 408 ont été réalisés sur un banc de flexion quatre points du LaBoMaP. A partir de ces essais, il est possible de déterminer la classe mécanique de la planche en fonction de sa rigidité (appelée module moyen d'élasticité axial), de sa résistance en flexion et de sa densité en se référant à la norme de classement des bois de structures EN-338 [1].

Classement mécanique des planches selon méthode visuelle

Une classification visuelle du lot de planches a été effectuée selon la norme B 52-001-1 dans le but d'appréhender la classe de résistance mécanique des planches en regard de leur faciès. Le classement mécanique suivant la méthode visuelle révèle que près de 45 % des planches seraient déclassées pour des usages structuraux du fait de la présence de singularités qui constituent des défauts rédhibitoires, 38 % des planches sont affectées à la classe D18 pour seulement 10 % en D24 et 8 % en D30. De ce fait à des fins de comparaison avec la méthode de classement visuelle, pour la détermination de la classe mécanique à partir des résultats issus des essais destructifs (classement optimum selon EN 338), nous n'avons considéré que les 3 classes D30, D18 et « déclassé ». L'histogramme (Fig. 3) montre que le classement par méthode visuelle est pénalisant en termes d'estimation des propriétés mécaniques des bois. En effet, près de la moitié de la population de planches sont déclassées alors que le classement mécanique par méthode destructive classe près de 80% des planches en catégorie D30, classe qui présente des caractéristiques mécaniques proches de bois résineux C24 (rigidité équivalente, meilleure résistance à la rupture) largement utilisés en usage structuraux.

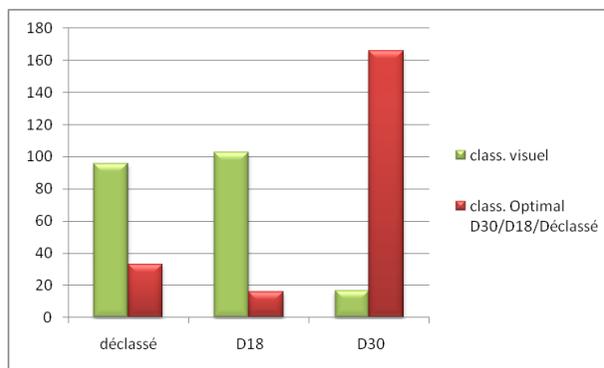


Figure 3: Comparaison des classements visuels et mécaniques

Ces résultats doivent être confirmés sur un nombre de planches plus important mais aussi issues d'un lot de billons plus représentatifs de la ressource à valoriser, c'est-à-dire ne comportant principalement que des surbilles de mauvaises qualités mais aussi des billes d'éclaircie avec de faibles diamètres mais de meilleure qualité. Néanmoins ces premiers résultats montrent la nécessité d'utiliser un appareil de classement mécanique par méthode non destructive afin de pouvoir valoriser correctement cette ressource pour des emplois en structure.

Classement mécanique des planches par méthode de classement non destructive

Pour classer un sciage, on peut toutefois prendre en considération l'influence des nœuds grâce au calcul du Knot Area Ratio (KAR) ou de ses variantes [2, 3]. La prise en compte de la variation de l'angle entre la direction des fibres et la direction de sollicitation [4], aussi appelé pente de fil (PdF), constitue également un autre critère local très important dans l'estimation du MOR. Celle-ci étant principalement localisée autour des nœuds, on pourrait dès lors penser que cette information est indirectement prise en compte par le modèle du KAR, et n'apporterait donc pas une amélioration des performances des machines de classement mécanique. N'ayant pas encore de résultats sur le chêne, on peut toutefois citer une campagne expérimentale qui a été menée dernièrement sur un lot de 400 pièces d'épicéa commun (*Picea abies*) provenant d'Europe Centrale, séchées à environ 12% d'humidité relative, de longueur 4m et de différentes sections : 36x210, 44x110, 45x150, 45x195 (mm²) pour quantifier l'importance de la prise en compte de la pente de fil ou de la nodosité. Le scanner CombiScan+ utilisé au cours de cette étude dispose d'un système de mesure de pente de fil locale utilisant l'effet trachéides [5]. Celui-ci consiste à projeter, sur les faces supérieures et inférieures des sciages, une ligne de lasers points. Une partie de la lumière incidente est diffusée de manière anisotropique dans le matériau, ce qui fait apparaître à la surface du bois une tache lumineuse elliptique, orientée parallèlement aux fibres (Fig. 4).

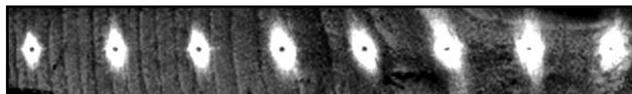


Figure 4: Mesure de la direction des fibres par effet trachéides

L'angle θ entre la direction des fibres et l'axe du sciage possède deux composantes que nous appellerons φ et ψ . L'angle φ entre l'axe du sciage et la projection de la direction des fibres sur la face observée correspond également à l'orientation de l'ellipse de diffusion du laser au point correspondant. Le tableau 1 représente les résultats obtenus par trois combinaisons de machines de classement mécanique actuellement utilisées dans l'industrie. La première correspond à une analyse acoustique combinée à une pesée des sciages (E-Scan) permettant de mesurer la densité et le MOE, et d'estimer le MOR. La deuxième correspond à un scanner optique seul (CombiScan+) estimant à la fois le MOE et le MOR. Enfin, la troisième correspond à la combinaison des deux premières (E+C) : le MOE est mesuré par le E-Scan tandis que le MOR est estimé à partir des données issues du E-Scan et du Combiscan+. Dans le cas des combinaisons Combiscan+ et E+C, une comparaison est faite entre les résultats obtenus sans l'information de pente de fil (Sans PdF), les résultats prenant uniquement en compte l'angle de

projection (φ), et ceux obtenus en considérant également l'angle de plongée ψ ($\varphi+\psi$). Tous les résultats sont exprimés comme coefficient de détermination R^2 entre les valeurs prédites par le modèle et celles mesurées par essais destructifs.

Tableau 1: Coefficients R^2 entre les paramètres estimés et mesurés par essais destructifs

		MOE	MOR
E-Scan	-	90.7%	58.1%
Combiscan+	Sans PdF	67.7%	60.6%
	φ	72.3%	65.2%
	$\varphi + \psi$	72.4%	69.4%
E + C	Sans PdF	90.7%	69.3%
	φ	90.7%	70.7%
	$\varphi + \psi$	90.7%	72.7%

Les résultats montrent une amélioration significative des performances du scanner optique après prise en compte de la pente de fil, aussi bien dans l'estimation du MOE que du MOR. En revanche, quand celui-ci se trouve combiné à l'analyse acoustique, cette amélioration est légèrement moins marquée. Il convient, pour expliquer ceci, de rappeler que le MOE estimé par le scanner optique seul est également utilisé dans l'estimation du MOR : une amélioration des performances dans l'estimation du MOE profitera également à l'estimation du MOR. On constate également que le modèle prenant en compte l'angle de plongée ψ est bien plus performant dans l'estimation du MOR que celui qui ne considère que l'angle projeté φ . L'intégration de ψ dans le modèle présente donc un intérêt malgré la forte incertitude liée à la mesure de cet angle [5]. Par ailleurs, cette incertitude est probablement la raison pour laquelle l'angle ψ ne permet pas d'améliorer significativement l'estimation du MOE. Malgré tout, on peut remarquer qu'il existe environ 30% de la variabilité des propriétés mécaniques (MOE sans analyse acoustique, et MOR) qui ne peuvent être expliqués par le modèle mis en place. Cette incertitude résiduelle peut s'expliquer notamment par les mesures de densité et de pente de fil, car celles-ci se basent sur des hypothèses fortes. Une autre explication serait que le modèle d'estimation de ces propriétés mécaniques n'exploite pas les mesures de manière adéquate. Enfin, ce modèle ne tient pas compte de singularités telles que le bois de compression et le bois juvénile, qu'aucun équipement industriel actuel ne peut caractériser. Un travail utilisant cette même méthodologie est actuellement en cours sur le chêne.

Identification d'éléments de construction

Revue de produits

La démarche consiste à discrétiser l'ensemble des éléments nécessaires à la construction de Bâtiments à Hautes Qualités Environnementales et à Hautes Performances Energétiques et à identifier ceux susceptibles d'être produits à partir de chênes de qualité secondaire. Il s'agit donc de repérer des matériaux de construction pour lesquels la présence importante de singularités et de bois d'aubier n'est pas trop pénalisante. Cette approche a permis de sélectionner deux produits : les murs contre-collés et les murs contre-cloués. Il s'agit de comparer les performances mécaniques et thermiques de panneaux fabriqués à partir de planches de chêne par rapport à ceux déjà disponibles sur le marché produits en résineux.

L'idée est de caractériser la tenue mécanique des murs en bois massifs de chêne pour pouvoir les comparer aux produits actuellement sur le marché. L'étude mécanique porte sur la rigidité des panneaux avec un dimensionnement à la flèche (Etats Limites de Service) et non en contrainte (Etats Limites Ultimes). En effet on observe en bureau d'étude que la flèche dans la grande majorité des cas dimensionne ce type de produit. Cette étude a nécessité d'élaborer des modélisations par éléments finis pour dimensionner des panneaux en bois massifs contre-cloués et contre-collés. Compte tenu des hypothèses présentées précédemment, et en supposant que les caractéristiques mécaniques d'un mur contre-collé en épicea ou en chêne sont les mêmes (si le collage du chêne est aussi performant que celui du résineux), il faut pour obtenir des performances similaires avec un mur contre-cloué multiplier par trois l'épaisseur du panneau. Cette analyse montre qu'il sera difficile de concurrencer le marché des murs contre-collés avec des murs contre-cloués à performances mécaniques identiques. Cette conclusion est néanmoins à relativiser s'il est possible de montrer que les épaisseurs de ces panneaux

sont surdimensionnées pour l'emploi que l'on veut en faire, ce que semble prouver une étude de cas menée dans ce sens.

Approche économique

L'objectif de cette partie de l'étude est d'apprécier la faisabilité technico-économique d'unités conçues pour la production des matériaux identifiés à partir d'une ressource en chênes de qualité secondaire. La logique qui a prévalu a été de rechercher des résultats d'exploitation équilibrés pour des dimensionnements (volume de production, niveau d'investissement) accessibles et compatibles pour des structures d'entreprises de type PME ou des groupements de PME, mais aussi permettant de multiplier le nombre de ces unités avec des implantations proches de la ressource forestière et ainsi de favoriser des circuits courts de production (approvisionnements, transformations). Les hypothèses d'exploitation retenues se basent sur des données de constructeurs que nous avons consultés ou observées dans le cas de production faisant appel aux mêmes procédés. Nous avons pu vérifier la rentabilité économique d'unités de production pour les 2 procédés de fabrication des panneaux (contre-collés ou contre-cloués). Cependant cela nécessite une valorisation des sciages de chêne avec un coût un peu plus élevé que celui actuel des planches de résineux, mais le prix de ces dernières devrait augmenter compte tenu des tensions prévisibles que vont connaître les grosses scieries industrielles de résineux pour s'approvisionner en bois ronds. Le volume annuel de production des unités imaginées représente environ 6% du marché estimé en 2015 et 3 % en 2020. Le prix de vente des panneaux pour atteindre l'équilibre est cohérent avec celui des produits résineux déjà existants sur le marché pour les contre-collés et un peu plus cher pour les contre-cloués, mais les prix des sciages résineux devraient augmenter comme nous l'avons déjà précisé, de plus il s'agit de produits en chêne, essence dont la noblesse peut être valorisée. Le montant des investissements est pratiquement identique pour les 2 procédés. La technologie pour le collage est plus onéreuse par rapport à celle du clouage mais la différence est compensée par des coûts de consommables en colle moindre que ceux des clous.

Conclusions et perspectives

Les résineux sont les principales essences utilisées dans la construction car elles présentent d'excellentes performances mécaniques pour les usages structurels (poids propre/résistance mécanique) et ce même pour des essences à croissance rapide comme le douglas. Cependant l'augmentation très importante des besoins pour les marchés de la construction attendue dans les années à venir va créer de fortes tensions sur les approvisionnements en bois résineux en Europe et en France en particulier. Les possibilités de production de matériaux pour la construction, à partir de la ressource nationale en bois de chênes de qualité secondaire, représentent donc un enjeu économique très important pour limiter les importations et une opportunité pour valoriser cette ressource forestière abondante. Les essais de caractérisation mécaniques d'un lot de sciages en chêne de qualité secondaire montrent que leurs performances (rigidité et résistance en flexion) permettent d'envisager leurs emplois en structure. Des essais cependant avec un nombre de planches plus important et issues d'un lot de billons de qualité secondaire plus représentatif, doivent encore être réalisés pour confirmer ces résultats. La méthode de classement mécanique par méthode visuelle s'avère très pénalisante pour cette qualité de bois, le recours à des machines de classement mécanique est une nécessité pour éviter de devoir déclasser une part importante de ces sciages issus de chêne de qualité secondaire pour des usages structurels.

Les panneaux en bois massifs formés de lits de planches croisés et assemblés par collage ou clouage apparaissent comme des matériaux de construction bien adaptés aux caractéristiques (mécaniques et esthétiques) des sciages de chêne à valoriser. Afin de caractériser les performances mécaniques de panneaux massifs réaliser à partir de lits planches de chêne croisés et cloués et permettre de les comparer avec celles des panneaux contre-collés, le développement d'un outil de modélisation numérique a été nécessaire. Le procédé de panneaux contre-collés apparaît comme la technique d'assemblage la mieux adaptée pour la production de panneaux de sciages reconstitués issus de chênes de qualité secondaire compte tenu : de l'opération d'aboutage qui utilise de la colle et impose déjà une mise en œuvre des bois à une humidité bien maîtrisée (10-12%), de la difficulté de clouage du chêne. De par la densité du chêne plus élevée que celles des résineux l'emploi des panneaux pour la réalisation de murs est à privilégier.

L'idée est d'implanter des unités de production sur des sites où cohabitent des installations pour la production de bois énergie (plaquettes, bois bûches) permettant ainsi d'écarter et de valoriser en bois

d'œuvre des grumes ou des parties de grumes issues d'un approvisionnement de chênes de qualité secondaire (de type BTL) incompatibles (diamètres, rectitude, qualité) à une transformation traditionnelle en sciage. Les études économiques réalisées à partir d'hypothèses qu'il faudra encore confirmer, montrent des possibilités de rentabilité pour les unités de production imaginées avec des niveaux d'investissements compatibles pour des PME ou des groupements de PME de la filière bois. Les volumes de production à commercialiser et les prix des produits envisagés ne devraient pas poser de difficultés par rapport aux débouchés potentiels des matériaux bois dont les perspectives d'utilisation dans le secteur de la construction sont en plein développement. Cependant pour une large diffusion, ces nouveaux produits requièrent des Avis Techniques pour leur mise en œuvre, en particulier pour les marchés publics et notamment les logements sociaux collectifs. Les procédures d'obtention de ces Avis Techniques étant souvent longues et onéreuses, il y a lieu de les anticiper et de ne pas sous-estimer leurs impacts dans la réussite des projets. Une volonté politique forte de nature à encourager et à accompagner financièrement des projets privés ou collectifs (groupements d'exploitants forestiers, de producteurs de bois énergie, de scieurs ou dérouleurs, de constructeurs) de création d'unités de productions de panneaux reconstitués de sciages ou de placages, permettrait de valoriser en matériaux de construction une partie de la ressource locale abondante en chênes de qualité secondaire et de réduire ainsi les importations de produits résineux.

Bibliographie

- [1] AFNOR, NF EN 338, Bois de structure - Classes de résistance, 1995
- [2] Tredwell T, (1973). Visual Stress Grading of Timber, Explanation and practical interpretation of the visual grading elements of BS 4978:1973. Timber grades for structural uses - Timber Research and Development Association, 1973
- [3] Roblot G, Bléron L, Mériaudeau F, Marchal R, Automatic computation of the knot area ratio for machine strength grading of Douglas-fir and Spruce timber, EJECE 14, 1317-1332, 2010
- [4] US Dept. of Agriculture, Wood Handbook : Wood as an Engineering Material, chap. 4, p. 29, 1999
- [5] Simonaho S-P, Palviainen J, Tolonen Y, & Silvennoinen R, Determination of wood grain direction from laser light scattering pattern, Optics and Lasers in Engineering 41, 95-103, 2004

IV.SNMPE (No. I-3-443) 2012

Contribution à l'analyse thermique d'un panneau particules à base du bois Algérien : Essais et modélisation numérique

Benbrahim.Z^{*1}, Belhamel.F², Haddadou.I¹, Amirou.S¹, Zerizer.A¹

¹ Unité de recherche Matériaux, procédés et Environnement, (35000) Boumerdes Algérie

² Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment, Souidania, Algérie
zouhevr@yahoo.fr

Résumé : Dans le cadre de la maîtrise et de la conservation de l'énergie, beaucoup d'industriels se sont engagés afin d'atteindre des objectifs communs de réduction de la consommation énergétique dans les principaux secteurs consommateurs. Afin de réduire la consommation d'énergie dans le secteur des bâtiments, les recherches s'accroissent pour viser une meilleure isolation et minimiser les pertes thermiques à travers les murs, les planchers, la toiture et les parois vitrées du bâtiment quand l'intérieur est chauffé ou climatisé.

Les bilans thermiques et l'investigation complète de l'écoulement d'air sur panneau particule Chauffée à flux de chaleur uniforme sont obtenus par méthode expérimentale. Un modèle physique résolu au moyen d'un code de calcul commercial est ensuite comparés aux valeurs expérimentales.

Mots clé : Isolation thermique, panneau particule, murs, consommation énergétique, écoulement d'air

Caractérisation physico-chimique du styrène acrylonitrile (SAN) soumis à une décharge corona

Kireche N.¹, F. Zeboudj F.¹, Belhiteche E.¹, Handala M.A.¹

¹ Faculté de Génie Electrique, Université MOULOUD MAMMERI, Tizi-Ouzou, Algérie
kireche_nora@yahoo.fr

Résumé : Le styrène acrylonitrile (SAN) est un polymère utilisé comme isolant dans l'électroménager et il sert aussi à la fabrication de nombreux articles domestiques. Ce matériau peut, lors de son fonctionnement, être soumis à diverses contraintes : mécanique, thermique, chimique et électrique. Il est donc indispensable de connaître son comportement vis-à-vis de ces contraintes afin d'assurer un dimensionnement adéquat et un fonctionnement fiable du matériel dans lequel il est utilisé. Les conséquences des diverses contraintes sur les polymères sont assez bien déterminées, cependant les mécanismes selon lesquels ces matériaux se dégradent sont encore mal connus particulièrement lorsqu'ils sont soumis à un vieillissement électrique sous décharges corona. La présente étude expérimentale a pour objet l'influence du vieillissement électrique sur l'état de l'interface isolante SAN/air. En effet, l'isolant solide est souvent utilisé en association avec l'air. Lorsqu'une tension est appliquée à cette isolation composée solide/gaz, un champ électrique élevé peut apparaître dans la couche de gaz à cause de la différence des permittivités des deux matériaux. Ceci peut donner naissance à une décharge corona qui, à plus ou moins long terme provoquera la dégradation superficielle du diélectrique.

Notre travail porte sur la caractérisation physico-chimique du SAN soumis à une telle décharge en utilisant deux techniques d'analyse : la microscopie électronique à balayage (MEB) et la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR). Les micrographies obtenues nous ont permis d'observer l'évolution de l'état de surface de l'isolant mettant ainsi en évidence la dégradation de ce dernier au cours du temps. Les spectres FTIR montrent un changement dans la structure chimique des échantillons vieillis électriquement. Des observations visuelles laissent apparaître un changement de couleur du matériau qui dénote de sa dégradation sous l'action des espèces produites dans la décharge électrique en présence de l'oxygène contenu dans l'air et de l'humidité ambiante.

Mots clés : Caractérisation physico-chimique du SAN, décharge corona, dégradation du SAN, FTIR, MEB.

Durabilité des composites Bois/Polymères

Dairi B.*¹, Djidjelli H.¹, Boukerrou A.¹

¹Laboratoire des Matériaux Organiques, Département de Génie des Procédés, Université Abderrahmane MIRA, Béjaïa Algérie
badrina_d@yahoo.fr

Résumé : Durant ces dernières années, une attention considérable des chercheurs est portée sur l'utilisation des fibres naturelles comme renfort dans la conception des matériaux composites permettant d'associer un matériau résistant, léger, non abrasif, structuré et à faible coût. Notre travail est axé sur l'élaboration des matériaux composites à base de polychlorure de vinyle chargé avec la farine de bois. Différentes formulations ont été préparées avec différents taux de charge (10, 20 et 30%). Les mélanges Polychlorure de vinyle (PVC)/Farine de bois (FB) sont initialement malaxés dans une calandre avant de préparer des plaques d'une épaisseur moyenne de 2mm par compression à 170°C. Les résultats expérimentaux révèlent que la densité des composites PVC/FB diminue avec l'augmentation de taux de charge. Le taux d'absorption d'eau dépend du temps d'immersion et du taux de charge. L'allongement à la rupture diminue avec l'augmentation de la teneur des particules de bois, alors que le module d'Young augmente.

Mots- clés : Polychlorure de vinyle, composites, charge cellulosique, farine de bois.

Comparaison du comportement à l'impact et à l'indentation du composite jute/époxy

Hachemane B.*¹, Bezzazi B.¹, Zitoune R.², Bouvet C.²

¹ U. R. Matériaux Procédés et Environnement, Université de Boumerdès, Algérie

² Institut Clément Ader « INSA, UPS, Mines Albi, ISAE », Université de Toulouse, France

Résumé : Afin d'exploiter les ressources naturelles disponibles en Algérie, une caractérisation expérimentale du comportement à l'impact, par un poids tombant, et à l'indentation quasi-statique d'un matériau composite jute/époxy a été entreprise. Dans le but de voir l'influence de l'énergie d'impact sur le comportement mécanique des plaques stratifiés (force et déplacement) et la taille des dommages, une campagne d'essais dynamique et statique instrumentés a été réalisée. Les résultats montrent que, la force de début d'endommagement ainsi que la taille du dommage sont fortement influencées par l'énergie d'impact et la vitesse de chargement. Ainsi la longueur de la fissure longitudinale augmente de 45% lorsque l'énergie d'impact est doublée de 5 à 10 Joules.

Mots clés : Impact, Jute, Indentation, matériau composite, infusion directe.

Caractérisation mécanique et biologique de bois traités thermiquement en vue de leur mise en œuvre

Simon Hannouz, Robert Collet, Laurent Bléron, Kevin Candelier, Philippe Gérardin

¹LaBoMaP, rue porte de Paris, 71250 Cluny, France

remy.marchal@ensam.eu

²LERMAB, Boulevard des Aiguillettes BP 70239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy, France

philippe.gerardin@lermab.uhp-nancy.fr

Résumé : Le traitement thermique permet d'améliorer la durabilité du bois face aux attaques fongiques. Mais cette amélioration se fait au détriment d'une perte de la résistance mécanique. Le travail présenté ici évalue la qualité de bois issus de traitements effectués dans un four industriel sur des essences feuillues et une essence résineuse. Les essences classées mécaniquement comme des résineux (douglas et peuplier) ont un module de rupture plus affecté. Les durabilités du chêne, du frêne et du peuplier traités sont suffisantes pour des emplois en extérieur hors contact avec le sol (classe d'emploi 3).

Mots clés : traitement thermique du bois, classement mécanique, durabilité

Caractérisation mécanique en flexion et en cisaillement d'un matériau composite sandwich jute/époxy/liège

Mir A.¹, Bezzazi B.¹, Zitoune Z.², Collombet F.²

¹Unité de recherche Matériaux, Procédés et Environnement Université M'Hamed Bougara Boumerdès, Algérie,

² Institut Clément Ader Université de Toulouse; France.

abdellah_mir@yahoo.fr

Résumé : Les matériaux eux-mêmes nous affectent peu, c'est la façon dont nous les utilisons qui influence notre vie. En effet, le développement et les changements rapides des produits, des pratiques technologiques et industrielles sont accompagnés par de nouvelles générations de matériaux. Parmi ces matériaux, les composites ne cessent d'évoluer vers des produits qui sont, soit le moins coûteux possible, soit le plus performant ou bien les deux à la fois. De plus, dans un souci de protection de l'environnement et de santé publique, les composites tendent à intégrer un caractère écologique. Notre étude porte sur la conception et la caractérisation d'un nouveau matériau composite de type sandwich à base de jute/époxy comme peaux et de liège aggloméré comme âme. Ce matériau composite est destiné à être utilisé dans les domaines de la construction et du transport.

Mots clés : jute, époxy, liège, sandwich.

Etude de caractérisation des bétons fibrés avec et sans ajout de laitier

Laouchedi D*¹

¹Unité de recherche Matériaux, Procédés et Environnement, Université de Boumerdès. Algérie

laoudali@hotmail.com

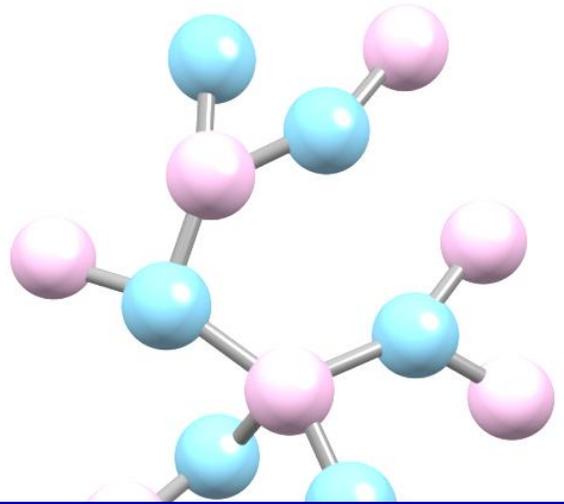
Résumé : L'objectif de notre travail concerne l'utilisation des fibres récupérées des déchets d'usinage (copeaux métalliques) à différents pourcentages (1%, 1.5%, 2%) et un sous produit industriel comme ajout cimentaire (laitier de haut fourneau), dont le but d'étudier leur influence sur les propriétés du béton soit à l'état frais ou à l'état durci.

Pour l'ensemble des résultats obtenus pour les différentes campagnes d'essais, nous avons pu constater une diminution d'ouvrabilité pour les bétons fibrés avec une augmentation de résistance par rapport au béton sans fibres, ainsi nous avons remarqué que le béton formulé avec 1.5% des fibres donne des meilleurs résultats par rapport aux autres bétons.

En ce qui concerne les bétons fibrés avec ajout, l'addition de laitier permet de donner des bétons de bonne ouvrabilité avec des résistances élevées et une masse volumique sensiblement élevée suite à la densification de la matrice par rapport au béton sans ajout.

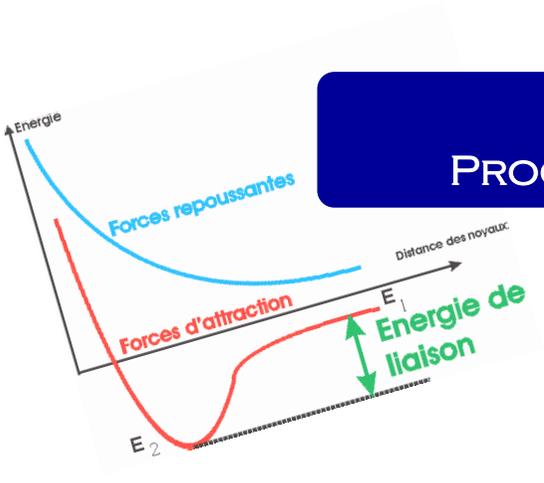
En conclusion, sur le plan physico mécanique : Les copeaux métalliques et le laitier du haut fourneau se combinent pour donner un squelette plus cohérent, une peau de béton plus imperméable et par conséquent un béton plus résistant.

Mots clés : copeaux métalliques, laitier de haut fourneau, bétons fibrés, ouvrabilité, contraintes



Thème II

PROCÉDÉS ET ENVIRONNEMENT



Etude bioécologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOHEMAN 1833 (Coleoptera: Bruchidae), dans deux parcelles semées à des dates différentes dans la région de Tizi ousou.

Lardjane N¹, Mezani S¹, Medjdoub -Bensaad F¹, Lardjane-Hamiti A¹
¹ Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie

Résumé : Notre étude constitue une approche bioécologique sur les populations de la bruche qui concerne l'analyse des relations spatio-temporelle entre la bruche et sa plante hôte *Vicia faba*, en suivant la phénologie de la plante hôte, ainsi que la dynamique de ses populations qui est influencée par les conditions climatiques et environnementales. Au cour de notre travail, nous avons réalisé deux parties, l'une sur le terrain dont nous avons suivi quelques aspects de la biologie de la bruche en rapport avec les stades phénologiques de sa plante hôte, l'autre au laboratoire dont nous avons réalisé des séries d'expériences pour déterminer quelques aspects de la nuisibilité de *Bruchus rufimanus*. La première partie, nous a permis de suivre la phénologie de la plante hôte semées à des dates différentes afin de connaître le cycle biologique de cette bruche. La deuxième partie, a permis d'accomplir le cycle de cet insecte. Les observations dans les deux parcelles montrent que la bruche de la fève *B.rufimanus* est monovoltine, son cycle de développement est strictement lié à la plante hôte, il débute au champ et il se termine au stock. L'activité des adultes est liée aux différents stades phénologiques de la plante hôte et aux conditions climatiques, la ponte débute avec la formation des gousses pour la parcelle tardive, mais elle se décale de deux semaines après leurs apparitions et se termine avec leurs noircissements.

Mots clés : *Bruchus rufimanus*, Tizi-Ouzou, ponte, *Vicia faba*

Contribution a l'étude des impacts du dessalement des eaux de mer sur l'environnement : cas du littoral de Boumerdès

Habet.L*¹, Benrachedi .K¹

¹*Laboratoire de Recherche de Technologie Alimentaire ; Faculté des Sciences de L'Ingénieur ; université de Boumerdès, Algérie*
habetlila@yahoo.fr

Résumé : L'objectif de cette étude consiste à étudier la propagation de la saumure et son impact sur le milieu marin.

Un pilote a été mi en place pour étudier les différents paramètres de propagation.

Différents points de rejets de saumure (P1 ; P2) ont été étudiés horizontalement et verticalement par rapport au niveau de la mer.

Les résultats expérimentaux obtenus, montrent que la dispersion de saumure est meilleure lorsque la position de point de rejet située loin et au fond de la mer (P2). Par contre, la saumure provoque un impact négatif sur la faune et la flore située au fond marin si la position du point de rejets se situe à P1.

Mots clés : Dessalement, Environnement, Saumure, Eau de mer

IV.SNMPE (No. III-1-40) 2012

Elaboration de matériaux catalytiques de type zéolithiques pour la production D'hydrogène via la réaction du réformage

Aoudjit .L^{*1}, Bachari. K², Saadi .A¹, Cherifi .O¹, Halliche .D¹

¹ *Laboratoire de Chimie du Gaz Naturel, Faculté de Chimie, BP 32, 16111, El Alia, U.S.T.H.B., Bab Ezzouar, Algérie*

² *Centre de recherche scientifique et technique en analyses physico-chimiques (C.R.A.P.C) BP 248, Alger RP 16004, Alger, Algérie,*

Résumé : La réaction de reformage du méthane par le dioxyde de carbone présente un double impact- aussi bien environnemental qu'économique est réalisée en présence de catalyseurs microporeux de type zéolithique a base de la HY modifié par ajout de Al (à caractère acide) et par La (à caractère basique), ces catalyseurs ont été caractérisés par les méthodes d'analyses suivantes : Analyse chimique (ICP), mesure de surfaces spécifiques via la méthode BET, diffraction des rayons X (DRX) et la spectroscopie infra-rouge (FTIR).L'application de ces solides dans cette réaction a montrés de très grandes performances catalytique dans le cas de catalyseur HNiY/La.

Mots clés : Zéolithe, CH₄/CO₂, Gaz de synthèse.

IV.SNMPE (No. III-1-43) 2012

New approach for modeling photovoltaic panel

Moufdi Hadjab^{1*}, Djellid Asma², Amina Benzina¹

¹ *Department of Electronic, university Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes 22000, Algeria.*

² *Department of Electronic, university of M'sila, M'sila 28000, Algeria.*

Abstract: In this paper, we present the results of the characterization and modeling of the electrical current-voltage and power-voltage of the photovoltaic (PV) panel BP3160W, using a new approach based on artificial intelligence. We analyze the electrical parameters of solar cells and electrical parameters of the optimal PV panel (current, voltage and power) according to changes in weather (temperature, irradiation...) by the simulation programs carried out in MATLAB. These simulation results were compared with experimental data to be validated.

Key words: One diode model, Modeling and behavior, Photovoltaic panel, neural network.

Etude des cinétiques de biodégradation de l'*o*-crésol par une souche appartenant au genre de *Pseudomonas*

Lassouane F^{*1}, Ait-Amar H¹, Amrani S²

¹ Laboratoire des Sciences de Génie des Procédés Industriels, Faculté de Génie Mécanique et de Génie des Procédés. USTHB, Alger

² Laboratoire de biologie des sols, Faculté des sciences biologiques. USTHB, Alger

Résumé : Une souche appartenant au genre *Pseudomonas* a été isolée à partir d'un sol à Alger, en raison de sa capacité d'utiliser l'*o*-crésol comme seule source de carbone et d'énergie. Les cinétiques de biodégradation de l'*o*-crésol ont été suivies dans des réacteurs batch en aérobiose à des concentrations allant de 250 à 1250 mg.L⁻¹. Les résultats obtenus montrent que la souche *Pseudomonas* sp. peut dégrader complètement l'*o*-crésol jusqu'à une concentration de 1250 mg.L⁻¹, au bout de 85 h. Le modèle cinétique d'Andrews a été adopté pour estimer les constantes cinétiques de croissance, celui-ci décrit d'une manière satisfaisante les résultats expérimentaux dans les intervalles de concentrations en *o*-crésol utilisées.

Mots clés : Biodégradation, *o*-crésol, *Pseudomonas* sp., Cinétiques de dégradation, Modèle d'Andrews

Impact de la Réduction des Déchets Industriels sur le Développement Durable

Bounazef D^{*1,2}, Chabani S³, Idir A², Nouiri A²

¹ Agence Nationale de Valorisation des Résultats de la Recherche et du Développement Technologique, El Madania, Alger, Algérie

² Ecole des Hautes Etudes Commerciales, Ben Aknoun, Alger, Algérie
Djida.bounazef@ymail.com

Résumé : Ce papier a pour objectif de montrer l'impact de la réduction des déchets industriels sur le développement durable. La réduction des déchets industriels est aujourd'hui au centre des préoccupations de la gouvernance des états et des entreprises, car entraînant la perte de performance des systèmes de production. Ces déchets sont une source néfaste sur le déséquilibre de l'environnement et de la biodiversité.

Cette étude est faite sur une entreprise algérienne à but lucratif à travers l'analyse de la réduction des déchets sur aussi bien son développement économique, ainsi que sa contribution dans le développement durable et la réduction de la pollution. La méthode utilisée dans l'élaboration de cette étude est le Six Sigma.

Les résultats de cette étude par l'application de la méthode Six Sigma montrent que dans le but d'un traitement écologique rationnel et la réduction des déchets industriels dans l'entreprise ont été possibles grâce à la réutilisation par le recyclage et le broyage des produits finis non-conformes entraînant par conséquent la protection de l'environnement, la diminution de la nocivité des produits rebutés, ainsi que la réduction des risques liés à la santé.

Mots clés : Déchets industriels, biodiversité, recyclage, méthode DMAIC.

Application de la technique EBIC pour la prédiction de la qualité des cellules photovoltaïques de silicium monocristallin et polycristallin

Saïl K.¹, Gafour M. H.¹, Bassou G.¹

Faculté des Sciences, Laboratoire L2MSM, Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbès, B.P.89, Sidi Bel Abbès,
22000, ALGERIA
sailkari7@yahoo.com

Résumé : L'utilisation de la technique EBIC sur des cellules photovoltaïques est devenue très courante. Les cellules sur lesquelles nous allons travailler sont à base de silicium mono et polycristallin. Ce dernier est devenu l'un des matériaux les plus promoteurs pour les applications photovoltaïques, en comparaison avec le silicium monocristallin. Il présente plusieurs avantages : peu de déchets de coupe, une fabrication nécessitant deux à trois fois moins d'énergie que les cellules à base de silicium monocristallin. L'intérêt d'une telle technique pour l'étude de ce type d'échantillon est de permettre la localisation et l'identification des défauts électriquement actifs dans les grains et joints de grains et la mesure de la longueur de diffusion moyenne. La connaissance de ce paramètre permet de prédire la qualité de la cellule du point de vue rendement. Dans cet article nous allons justement présenter une étude réalisée sur des cellules photovoltaïques fabriquées à base de Si monocristallin et polycristallin en essayant de comparer la longueur de diffusion des porteurs minoritaires dans chaque cas Cellules Solaires.

Mots-clés : Microscopie électronique à balayage (MEB), Technique EBIC, Cellules photovoltaïques.

1. INTRODUCTION

Le microscope électronique à balayage (MEB) est basé sur la détection des signaux émis par l'impact d'un faisceau d'électrons sur un matériau. Ses différents modes de fonctionnement correspondent justement, à l'exploitation des différentes émissions. L'utilisation du courant échantillon qui correspond au mode absorbé, ouvre un large éventail d'applications du MEB pour la caractérisation des dispositifs et matériaux semi-conducteurs, en plus des modes de fonctionnement fréquents d'imagerie à savoir les modes des électrons secondaires, rétrodiffusé et des rayons X. En effet, dans le mode absorbé, l'exploitation du courant induit par bombardement électronique ou ce qui est communément appelé courant EBIC (Electron Beam Induced Current), permet d'accéder à plusieurs types d'informations sur le matériau irradié qui peuvent être qualitatives [1-4] (hétérogénéité du semiconducteur, défauts localisés, dislocations, joints de grain, agrégats,...) ou quantitatives (longueur de diffusion des porteurs minoritaires, vitesse de recombinaison, durée de vie...)[5-7]. Cette méthode est basée sur la mesure du courant des porteurs minoritaires dans les dispositifs semi-conducteurs, générés par injection électronique. Ces porteurs en excès (paires électrons trous) doivent être nécessairement séparés après leur génération soit par une jonction pn soit par un champ localisé dû à un défaut local. Dans le cas d'une jonction électrique, celle-ci peut être alors disposée parallèlement ou perpendiculairement au faisceau d'électrons en fonction de la structure géométrique de l'échantillon. Cependant, la configuration où la jonction est parallèle à la surface permet non seulement la mesure de paramètres électriques mais aussi de visualiser leur cartographie de répartition et d'identifier les défauts électriquement actifs. Cependant elle reste une technique suffisamment résolue pour permettre des analyses localisées au niveau des circuits intégrés et dispositifs électroniques [8-10].

2. REALISATION DES ECHANTILLONS

Les cellules solaires à base de silicium monocristallin ont été réalisées au niveau de l'unité semiconducteur de l'entreprise nationale des industries électroniques (ENIE) de Sidi-Bel-Abbès. Le matériau de départ est du silicium type p dopé n avec du phosphore à partir de la source liquide POC13. Un barbotage du POC13, avec de l'azote utilisé comme gaz porteur, est utilisé pour faire arriver du phosphore dans le four de diffusion où se trouvent les plaquettes à doper. Le four est porté à une température de l'ordre de 1000°C. Concernant les cellules à base de silicium polycristallin, ces derniers nous ont été remis par un laboratoire spécialisé dans le développement et la réalisation des dispositifs à semiconducteur se trouvant à Lyon. Le matériau de départ est du silicium multicristallin de type p et le processus de réalisation est semblable à celui décrit pour le mono. La texturisation est faite en utilisant

la base KOH à faible concentration dans de l'eau désionisée (DI) et à une température d'environ 70°C. On rajoute une faible quantité d'IPA (alcool isopropylique) pour permettre à la solution alcaline de bien s'étaler et se fixer à la surface du silicium.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Analyses qualitatives (observations)

En premier lieu, nous avons procédé à des images en électrons secondaires pour les deux types d'échantillons. L'obtention de ces images n'exige pas une grande préparation une fois que le MEB est réglé. Il suffit pour cela de prendre des échantillons de dimensions adaptées afin de faciliter leurs introductions dans la chambre du microscope. Les micrographies de la figure (1) représentent un échantillon de la cellule photovoltaïque à base de silicium monocristallin (a) et à base de silicium polycristallin (b).

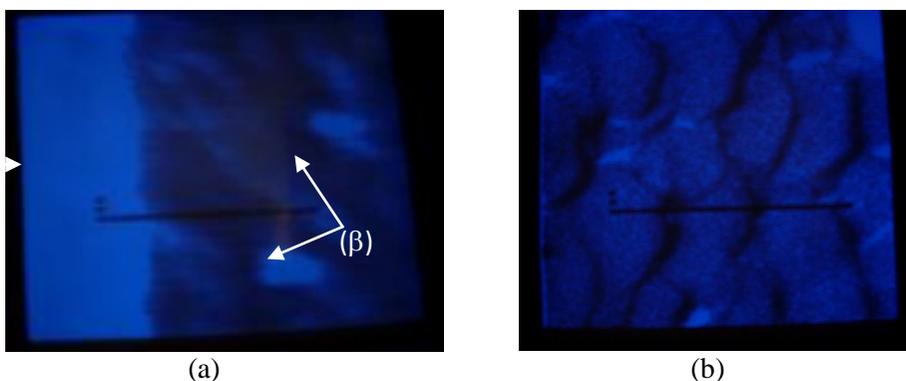


Fig.1 Image en es, des cellules solaires (a) monocristallin et (b) polycristallin à 15 kV, barre=100µm

La micrographie (a) montre l'état de surface de la cellule en Si-mono avec certaines parties en surbrillance. La partie (α) représente un doigt du peigne qui sert à la collecte du courant de la plaquette. Les taches brillantes (β) sont des fragments de métal provenant des manipulations lors de la réalisation des lignes de connexion par sérigraphie. Ces fragments constituent des défauts qui vont augmenter la vitesse de recombinaison en surface ce qui a pour effet de diminuer le courant de collecte et affecte ainsi la tension en circuit ouvert (V_{OC}) [11]. La micrographie (b) représente le revêtement de la surface de la cellule en Si poly. Ce revêtement en forme d'écaïlle est destiné à piéger la lumière dans le but d'augmenter le rendement de la cellule.

Avec ces échantillons, nous avons réalisé des images en mode EBIC. La micrographie de la figure (2) qui représente la cellule à base de silicium mono, révèle un contraste opposé à celui de l'image en es (fig.1(a)). Le métal apparaît avec un contraste noir du moment qu'aucune génération n'y est possible. Par ailleurs, on note que la forme du doigt de collecte présente des bords mal définis en 'zig-zag'.



Fig.2 Image EBIC de la cellule à base de Si monocristallin à 15 kV. Barre=100µm

L'image EBIC de l'échantillon polycristallin, est réalisée sur la tranche de la cellule comme il est indiqué sur le schéma de la figure (3). L'image EBIC obtenue avec un courant de bombardement de 1nA et une tension de 15kV, est donnée par la figure (4). Notons tout d'abord que le clivage de la

cellule afin d'obtenir une vue sur la tranche ne s'est pas fait correctement suivant un plan bien régulier. Nous distinguons clairement les zones actives des zones non actives en forme de sillon ce qui explique à priori le clivage mal réalisé.

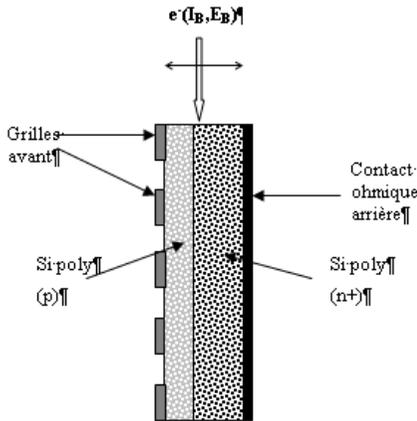


Fig.3. Coupe Schématique de la cellule photovoltaïque

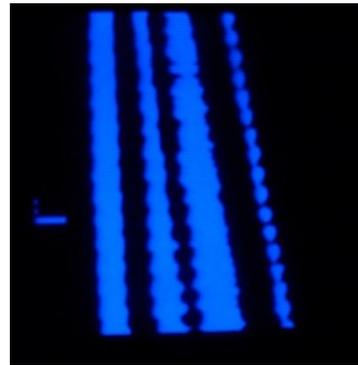


Fig (4). Image EBIC, de la cellule à base de Si polycristallin à 15 kV. Barre=100µm

Les parties présentant un contraste sombre correspondent vraisemblablement à des régions plus profondes par rapport aux autres parties. Notons enfin que la cellule est active sur toute sa profondeur ce qui laisse penser à rendement très important de la cellule.

3.2. Analyses quantitatives (estimation de la longueur de diffusion)

La mesure de la longueur de diffusion que nous proposons d'effectuer nécessite un relevé de la valeur du courant EBIC le long d'une ligne de balayage une fois l'image EBIC est obtenue.

Sur les figures (5) et (6), nous donnons les courbes obtenues par le balayage ligne, respectivement pour le poly et le mono. Ces courbes ont été utilisées pour l'extraction des longueurs de diffusion de chaque type. Dans ce cas le modèle théorique utilisé est celui donné par la relation suivante :

$$I_{EBIC} = I_{max} \cdot \exp\left(-\frac{x}{l}\right)$$

où I_{max} est le courant recueilli lorsque le faisceau incident est à l'aplomb de la zone de charge d'espace, x est la distance entre la zone de charge d'espace et la position du faisceau, l étant la longueur de diffusion. Ainsi, la longueur de diffusion du silicium monocristallin est de l'ordre de 40 µm alors que celle du silicium polycristallin est de l'ordre de 20 µm. Cette différence très importante traduit le fait que le Si poly reste toujours un matériau à travailler afin d'améliorer ses qualités intrinsèques et les rapprochées de celles du Si mono. En fait les faibles valeurs de la longueur de diffusion du Si poly sont dues à la présence des impuretés aux niveaux des joints de grains [12,13].



Fig (5). Balayage ligne, mode EBIC Si polycristallin, barre = 100

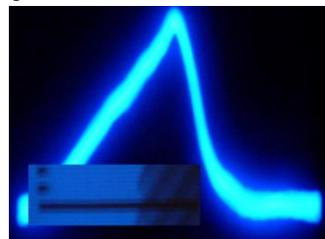


Fig (6). Balayage ligne, mode EBIC. Si monocristal, barre = 100 µm

4. CONCLUSION

Au cours de ce chapitre nous avons donné le principe de la méthode EBIC dans ces différentes configurations. Nous avons ensuite présenté les principaux résultats expérimentaux que nous avons

obtenus par cette technique sur des cellules photovoltaïque en silicium monocristallin et en silicium polycristallin. La comparaison de leurs longueurs de diffusion a montré que le silicium poly présente une longueur de diffusion bien plus faible que celle du silicium mono ce qui explique le meilleur rendement de cellule en silicium monocristallin.

Bibliographie

- [1] Y. Veschetti, et al, 2006, Thin Solid Films 511–512 vol. 543,
- [2] D.B. Holt, D.C. Joy, 1989, Sem Microcharacterization of Semiconductors. Academic Press London,
- [3] Y. Beggah, D. E. Mekki, N. Tabet, R.J. Tarento. Solid-State Electronics, Vol. 3, pp. 379-383, 1998
- [4] I. Bondarenko, H. Kirk, O. Kononchuk, G. Rozgonyi, 1996, Materials Science and Engineering B42, 32-37
- [5] J. Franc, E. Belas, A.L. Toth, H. Sitter, P. Hlidek, P. Moravec, P. Hoschl. Journal of Crystal Growth, 1999.197, 593-598,
- [6] K. S. Vincent, 2000. Ong, Dethau Wu. Solid-State Electronics, 44, 1585-1590,
- [7] A.Boudjani, G.Bassou, T.Benbakhti, M.Beghdad, 1995. Solid State Electronics Vol 38 N°2 pp 471-475,
- [8] K. Kaufmann, L. J. Balk, 1995. Journal of Physics D: Applied Physics, 28, 914,
- [9] T. MIYAJIMA, M. Ozawa, T. Asatsuma, H. Kawai and M. Ikeda, (1998), Journal of Crystal Growth, 189, 768,
- [10] M. J. Romero, D. Araujo, R. Garcia, 1996, Materials science and engineering B, 42, 172,
- [11] J. BROERSMA, J. J. E. Indenkleeff, H. K. Kuiken, 1984, Journal Engineering Math, 18, 315,
- [12] Gordon et al, 2008, Fabrication and characterization of highly efficient thin-film polycrystalline-silicon solar cells based on aluminum-induced crystallization, Thin Solid Films 516, 6984–6988.
- [13] Z.C. Liang et al., 2003. Characterization of direct epitaxial silicon thin film solar cells on a low-cost substrate, Solar Energy Materials & Solar Cells 80, 181–193.

IV.SNMPE (No. II-2-70) 2012

Elimination du Nickel en solution aqueuse par adsorption sur apatites naturelles et synthétique

Boudia .S¹, Fernane.F², Lateb.Y³, Saouli. H⁴, Berkane. N⁵

Laboratoire de Chimie Appliquée et de Génie Chimique Université M. Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie

Résumé : Le déversement de déchets contenant des métaux lourds dans l'environnement a conduit à l'élaboration de nouveaux matériaux fixateurs appelés fixateurs minéraux (fixateurs inorganiques), qui sont utilisés comme adsorbant. L'utilisation de ces matériaux, comme les phosphates apatitiques appelés couramment apatites, a montré que ces derniers présentent une grande efficacité dans la décontamination des effluents industriels. Ces fixateurs minéraux résistent aux radiations, restent stables dans un grand domaine de pH et présentent une grande affinité pour certains ions tels que le cuivre, le plomb, le cadmium, le nickel...etc. Notre travail porte sur l'utilisation de poudres poreuses d'apatites naturelles (provenant d'os animal calciné et des dents calcinées) et synthétiques pour décontaminer des solutions aqueuses chargées en ions métalliques divalents (Ni^{2+}). Après caractérisation (IRTF, DRX et MEB) des grains de poudres de ces apatites, des expériences de fixation des ions Ni^{2+} sont réalisées sur colonne. Les solutions dosées par spectrophotométrie UV/Visible ont permis d'évaluer le taux de rétention en ions Ni^{2+} par ces matrices apatitiques. Les résultats obtenus montrent que ces matériaux sont efficaces pour l'élimination des ions Ni^{2+} présents seuls en solution avec des taux de rétention d'environ 95% et 90% respectivement pour l'hydroxyapatite naturelle et l'hydroxyapatite synthétique et ce pour des volumes de solution percolé inférieure à 50 ml et pour la concentration initiale de $10^{-3}M$. Cependant, la présence de ligands organiques (notamment l'EDTA et la glycine) influence le pourcentage de rétention en ions Ni^{2+} . En présence de l'EDTA, la quantité de Ni^{2+} retenue par gramme d'apatite est plus faible comparée au cas de la glycine ou au cas de nickel non complexé. En milieu aqueux, la formation de complexes de nickel réduit le rendement de rétention des cations métalliques sur les particules poreuses d'apatite.

Mots clés : apatite ; dents ; os ; complexation ; sorption; Nickel

IV.SNMPE (No. III-3-86) 2012

Synthesis of titania pillared montmorillonite for adsorption and photocatalytic degradation of organic pollutants in water: effect of process parameters

Djellabi R.¹, Ghorab M. F.¹

¹Laboratoire de traitement des eaux et valorisation des déchets industriels
Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
rida.djellabi@yahoo.fr

Abstract: Titania pillared montmorillonite was prepared using conventional stirring method and used as a porous support for synthesis of TiO₂-based photocatalysts. The samples were prepared with varying TiO₂ loading (5, 10 and 20 mass %) and calcined at two temperatures (623 and 723K). The TiO₂-pillared montmorillonite (TiPM) samples were characterized using X-ray diffraction, X-ray fluorescence (XRF), infrared (FTIR) spectroscopy and N₂ adsorption/desorption isotherm. The (XFR) analysis shows that the impregnation of TiO₂ on Na- montmorillonite (NaM) was efficiently achieved; the loading of TiO₂ was 0.098-13.27-26.12-38.02 mass % for NaM, 5, 10 and 20 mass % samples respectively. The photocatalytic activity of the materials were evaluated by using crystal violet (CV) as a model organic pollutant under UV light ($\lambda = 365\text{nm}$). The study of the influence of the TiO₂ loading shows that the removal rates were higher for TiO₂-10 mass%. Furthermore the experimental results show that the samples calcined at 623K were also more efficient than the samples calcined at 723K. The high photocatalytic activity of TiO₂ pillared clay obtained at lower calcination temperature may be due to the partial formation of creystallite anatase oxides. The effect of parameters such as photocatalyst dose, pH and the presence of inorganic ions were studied.

Keywords: TiO₂-pillared montmorillonite; Photocatalysis; Adsorption; Pollution; Environment.

IV.SNMPE (No. II-2-87) 2012

Simulation du comportement thermique d'un moteur électrique a refroidissement externe

Meneceur N¹, Gherbi Med T¹, Meneceur R¹

¹ Institut des Sciences et Technologies Centre Universitaire d'El-Oued, ALGERIE
Meneceur_Noureddine21@yahoo.fr

Résumé : Les moteurs asynchrones sont généralement refroidis par l'air. Les ventilateurs sont les dispositifs de refroidissements les plus couramment utilisés pour l'évacuation de flux de chaleur. Puisque le moteur asynchrone est le siège de plusieurs dissipations thermiques dont le développement des outils de simulation numérique nécessite de localiser les sources de chaleur ainsi que les modes de transfert interne dans le moteur. Parmi les méthodes d'analyses utilisées pour la simulation numérique on trouve les méthodes nodales et les éléments finis.

Dans cet article notre étude de simulation fait recours aux résultats expérimentaux établis par une recherche effectuée dans le cadre d'une thèse de doctorat sur un moteur asynchrone de 4kw de puissance avec une ventilation extérieure. Ce choix est justifié par l'importance majeure portée sur ces résultats expérimentaux qui sont utilisés support de données pour notre simulation. On a utilisé la méthode numérique nodale qui est couramment la plus utilisée.

On a réalisé un programme de langage MATLAB basé sur la détermination de la distribution radiale de la température en régime permanent et transitoire et l'effet de la température ambiante sur la distribution de la température transitoire et permanente. Ces résultats se rapportent à l'étude de la demi-coupe axiale d'un moteur asynchrone.

Mots clés : Refroidissement, moteur électrique, ventilateur, thermique, température transitoire, méthode nodale.

Etude et traitement par le procédé de flottation des eaux chargées en hydrocarbures dans le but de les recycler dans l'environnement.

Chebbi S.¹ Merabet D.¹ Belkacemi H.¹

¹ Laboratoire de Technologie des Matériaux et de Génie des Procédés, Université Abderrahmane Mira, Béjaïa, Algérie salimachebbi@yahoo.fr

Résumé : Une partie considérable des eaux des puits de forage pétroliers, est purgée régulièrement dans des réservoirs de stockage des hydrocarbures, au niveau de l'entreprise SONATRACH, affiliée à la Direction Régionale de Béjaïa (DRGB). Soumises à une décantation naturelle, ces eaux chargées en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont d'abord stockées dans des fausses de purge, puis rejetées dans la mer. Leurs concentrations inquiétantes posent des problèmes environnementaux majeurs du fait de leur toxicité. De cette optique, on a mis au point une étude d'analyse et de traitement physico-chimique en appliquant le procédé de flottation visant surtout l'extraction des matières organiques (HAP) flottables, et envisager ainsi soit le stockage de ces eaux pour leur réutilisation dans différents secteurs économiques envisageables, ou bien les évacuer vers la mer en les recyclant dans l'environnement. Ainsi, ces eaux de production pétrolière seront d'avantage considérées comme une ressource plutôt que comme un sous produit.

Mots clés : hydrocarbure (HAP), pollution (flottation), environnement.

Adsorption versus coprécipitation d'alizarine sulfonate sur hydroxyapatite

Lemlikchi W.*¹, Belaïcha N.¹, Oubagha N.¹, Mecherri M.O.¹, Sharrock P.²

¹ Laboratoire de chimie analytique, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie

² LERISM, Université Paul Sabatier, Toulouse, France

Résumé : Nous avons comparé l'adsorption de pigments de l'industrie textile sur des particules d'hydroxyapatite (HA) par coprécipitation sur le gel d'hydroxyapatite et par adsorption sur des cristaux d'hydroxyapatite à pH neutre. En utilisant de l'alizarine sulfonate comme composé modèle, nous avons constaté que pour des concentrations de pigments voisines de 100 mg/l, 40 % du pigment peut être adsorbé sur les particules de HA de concentration 0,04 g/100 ml au voisinage du pH neutre, et que la quantité retenue diminue à mesure que le pH augmente. Les concentrations ont été mesurées par spectrophotométrie UV à 420 nm. D'autre part, en partant de valeurs de pH acides et en mélangeant l'hydroxyapatite dissoute avec la solution d'alizarine sulfonate, on trouve : - une adsorption de 83 % après une semaine, lorsque l'hydroxyapatite (HAp) forme un gel dès que le pH atteint 8, avec 0,04 g d'HAp dans 50 ml, pour des concentrations identiques d'alizarine et de HAp (50 %) ; - une adsorption de 99 % après 5 min dans un milieu basique et après 15 min dans un milieu neutre dans 100 ml de la solution d'alizarine sulfonate, pour des concentrations faibles de colorants (20 %). Les spectres infrarouges pris en utilisant des pastilles de KBr ne révèlent pas toutes les bandes d'adsorption alizarine sulfonate, malgré la coloration des particules HAp après l'expérience d'adsorption. Cependant, le filtrat coloré du gel HAp formé lors de la coprécipitation, présente, après séchage à 120°C, des bandes IR typiques du pigment d'alizarine, et des bandes larges de phosphate qui peuvent être attribuées à une phase minérale amorphe. L'apatite HA fraîchement précipitée est composée de nanoparticules de grande surface spécifique, ce qui explique l'augmentation de sa capacité d'adsorption ainsi que les différences de résolution des bandes infrarouge des groupes phosphates.

Mots-clés: Adsorption, alizarine sulfonate, coprécipitation, décoloration

IV.SNMPE (No. III-3-103) 2012

Effet de la nourriture sur la longévité des adultes du Coleoptère Bruchidae *Bruchus rufimanus*

Lardjane-Hamiti A.¹, Medjdoub-Bensaad F.¹, Lardjane N.¹

¹ Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Résumé : La bruche de la fève, *Bruchus rufimanus* (BOHEMAN, 1833) est un Coléoptère Bruchidae qui présente un cycle strictement dépendant de celui de sa plante hôte *Vicia faba*. Son activité reproductrice, contrairement aux bruches polyvoltines inféodées aux denrées stockées, est limitée à la période de végétation et de fructification de la fève. En dehors de cette période, les adultes sont en état de diapause reproductrice ou imaginale et vont passer l'hiver dans les graines entreposées pour certains et dans d'autres sites naturels, comme les écorces d'arbres, le sol ou les lichens pour d'autres. La présence prolongée d'une ressource trophique en quantité importante favoriserait le maintien, au cours du temps, des effectifs d'insectes dans une zone donnée. Dans ce sens, nous avons essayé dans cette étude d'examiner l'effet de la nourriture sur la longévité des adultes durant la période de diapause. Les résultats obtenus montrent que la durée de vie des adultes de *B. rufimanus* varie d'un mois à un autre, nous avons également noté une mortalité irrégulière entre les adultes mâles et les adultes femelles. La longévité des adultes émergents non nourris s'étale de 15 à 120 jours ; quand aux adultes nourris durant la période de diapause, la longévité varie de 15 à 210 jours. L'effet du miel comme source trophique sur la longévité de *B. rufimanus* paraît important, nos résultats montrent globalement que les bruches nourries vivent plus longtemps que celles non nourries

Mots clés : *Vicia faba*, *Bruchus rufimanus*, Nourriture, Longévité.

IV.SNMPE (No. III-3-123) 2012

Bioécologie et dynamique des populations de l'aleurode des agrumes *Dialeurodes citri* (Homoptera: Aleyrodidae) dans un verger de *Citrus* de la région de Tizi-Ouzou

Medjdoub-Bensaad F.¹, Lardjane-Hamiti A.¹

¹ Faculté des sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Département de Biologie. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

Medjdoubferroudja@yahoo.fr

Résumé : *Dialeurodes citri* (Ashmead) (Homoptera: Aleyrodidae), est un insecte ravageur dont les larves vivent sur les feuilles des agrumes. Les stades larvaires de ce ravageur sécrètent un miellat, et le champignon la fumagine, qui se développe sur le miellat, cause des dommages à l'arbre et son fruit.

L'étude portant sur la dynamique des populations de *Dialeurodes citri* Ashmead a été réalisée dans un verger d'agrumes situés dans la région de Tizi-Ouzou. Les résultats présentés, portent d'une part sur le cycle évolutif de ce ravageur et la variation de la densité numérique des populations selon l'exposition de l'arbre, d'autre part.

L'activité de ce ravageur commence dès mars, après une hibernation durant les mois de janvier et février sous forme du 3^{ème} et 4^{ème} stade larvaire. Trois phases de pontes observées sont en relation avec les trois poussées de sève.

Mots clé : Aleurode, *D.citri*, *Citrus*, Cycle évolutif, Tizi-Ouzou

Modes d'occupation de l'espace par la Mangouste (*Herpestes ichneumon*) dans la forêt de Darna (Parc National du Djurdjura)

Oubellil D.^{1*}, Bensidhoum M.¹, Mezani S.¹ et Amroun M.¹

¹Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

dj_oubellil@yahoo.fr

Résumé : Le Djurdjura est doté d'une diversité biologique remarquable, la diversité de ces milieux font de lui un habitat de choix pour une faune riche et variée.

Un relevé des indices de présence et des séances de piégeages ont été effectués dans la forêt de Darna (Parc national du Djurdjura) afin de montrer les modes d'occupation de l'espace par la Mangouste (*Herpestes ichneumon*). Les observations réalisées montrent que la disponibilité trophique, la tranquillité des lieux et la couverture végétale sont les facteurs déterminant l'utilisation de l'espace par l'espèce étudiée. Les milieux les plus fermés aux alentours des cours d'eau (ripisylve) offrent des conditions de survie meilleures que les espaces ouverts.

La Mangouste *Herpestes ichneumon* a tendance à fréquenter les endroits humides, couverts de buissons mais aussi les proximités des habitations humaines.

Une discussion des résultats est menée afin de rendre compte des exigences de l'espèce, de même qu'une comparaison avec les données recueillies dans le bassin méditerranéen est établie.

Mots clés : *Herpestes ichneumon*, occupation spatiale, anthropisation, Djurdjura.

Approche globale et approche ciblée dans la gestion des effluents hospitaliers.

Bouزيد. M^{*2}, Djadi. A¹; Guechtoulli. S¹; Zibouche. F²; Halouene. F³

¹ Technologie de la santé Algérie (T.S.A), Département de recherche et développement, Tipaza, Algérie.

² Unité de Recherche Matériaux, Procédés et Environnement (URMPE), Université de Boumerdès. Algérie.

³ Université M'HAMED Bougara Boumerdès ; Faculté des Sciences, Département de Biologie, Boumerdes, Algérie.

technosante1@hotmail.fr

Résumé : Des études récentes révèlent un danger certain lié aux résidus médicamenteux, produits chimiques, radionucléides, bio films, bactéries résistantes et virus, en aval des stations d'épuration (STEP). Ces résultats confirment l'existence de substances dangereuses dans les effluents hospitalières. Le Centre hospitalo-universitaire Frantz Fanon de Blida s'étale sur superficie de 35 Hectares, d'une capacité globale de 1613 lits, se situe en un point sensible de la Mitidja, Cette plaine s'étend sur une superficie de 1450 km², d'une épaisseur de 100 à 150 m avec 5 millions habitants. Les potentialités en eau souterraine de cette nappe sont 328 millions m³/an. La production de solutions nuisibles par le C.H.U est estimée à 100 litre par lit et par jour, les rejets peuvent contaminés les eaux de surfaces (Oued Sidi El Kebir, Oued Mazafran) et les eaux souterraines via l'infiltration et la nature perméable des sols. Il est à craindre que les courants souterrains contaminent à long terme une grande partie du sous-sol de la Mitidja. Devant l'urgence et le risque qu'ils représentent, nous avons développé une approche dite ciblée pour une gestion plus efficace des effluents hospitaliers.

En effet, dans l'approche globale les effluents hospitaliers sont collectés par un réseau d'assainissement, traités dans une station d'épuration avant d'être rendus dans le mitan naturel. L'approche ciblée évite les rejets dans le réseau d'assainissement de l'hôpital et la STEP, elle neutralise la pollution chimique et biologique à la sortie de chaque enceinte. Par ailleurs, la réalisation d'un laveur désinfecteur d'endoscope adapté à la spécificité des protocoles (exploration digestive, bronchique...) représente une application de l'approche ciblée. En effet, La gestion de la solution désinfectante par asservissement électrotechnique en circuit fermé permet la maîtrise de la pollution biologique (Σ Bi) et chimique (Σ Ci). Il paraît que l'évolution des sciences médicales s'accompagne de nouveaux soucis, en plus de la pollution biologique bactérienne et virale en parle aujourd'hui des protéines pathogènes et résistantes

au procédés de désinfection usuels. L'approche ciblée reste de mise et insiste sur le développement et l'adaptation de nouvelle technologie dans la procédure de désinfection.

Mots clés : système hydrogéologique sensible Mitidja, rejets spéciaux, pollution chimique, pollution biologique.

I-INTRODUCTION

Les fluides contaminés émanant des hôpitaux est un problème multi factoriel [1, 2]. Ils génèrent des pollutions chimiques et biologiques nocives [3, 4, 5, 6]. La diffusion des particules polluantes: croisée et directe [7] engendre des préjudices sociaux économiques notables dans les établissements de santé (contamination de la structure, matériel, personnel, infection nosocomiale...). Par ailleurs la gestion de ces rejets selon le procédé de l'approche globale [8] (système: Hôpital-Station d'épuration-Environnement) s'avère étroite. Les conséquences apparaissent d'ores et déjà pesantes pour l'environnement, les ressources en eau et la santé. Le danger est d'autant plus menaçant que la source ponctuelle [9] se situe dans une zone hautement sensible que la Mitidja (Algérie).

II-MATERIELS ET METHODES

Le Centre hospitalo-universitaire Frantz Fanon de Blida, construit en 1933, s'étale sur une superficie de 35 Hectares, d'une capacité globale de 1613 lits. L'ossature de l'hôpital repose sur une variété de disciplines importantes (Tableau N°1) [10]. Il produit des soins courants (Chirurgie...) et spécifiques (radio et chimiothérapie, infectiologie...). Il redonne par enchainement des effluents nocifs et peu biodégradables en grande quantité [1, 2].

Tableau 1: Différents services du C.H.U. F.F [10].

Hôpital H	Enceinte E	Produits chimiques et biologiques $\sum Ci + \sum Bi$	Présence dans l'environnement [3, 4, 5, 6] y
CHU	neurochirurgie, Chirurgie générale, orthopédique, cardiologie, ophtalmologie, ORL, Médecine interne, réanimation médicale, radiologie, biologie, anapathologie, génécologie.	Anticoagulants, Anti-diabétiques, Antifongiques, Antigoutteux, Anti-hypertenseurs, Anti-Inflammatoires, Antiparasitaires, Antiseptiques, Anti-ulcéreux, β -bloquants, Bronchodilatateurs, Diurétiques, Stéroïdes et hormones, antibiotiques...	Métoprolol (910 à 1 070 ng/L), aténolol (40 à 440 ng/L), Gluteraldéhydes (0,03 ppm à 0,5 ppm)...
Centre anti-cancer	Chirurgie, radiologie, radiothérapie, chimiothérapie.	Anticancéreux, Antiseptiques, Produits de Diagnostic, Radionucléides...	Organo-iodés (130 μ g/L), Acides iothalamique, ioxithalamique (1ng/L), Cyclophosphamide (4500 ng/L), ifosfamide (3000 ng/L), platine (3000 ng/L), Gluteraldéhydes (0,0007 à 0,0014 ppm)...
Psychiatrie	Pédopsychiatrie, psychiatrie.	Anticonvulsivants, Antidépresseurs, Anxiolytiques, Antipsychotiques, Antiseptiques...	Carbamazépine (1 μ g/l), primidone (1 μ g/l), Gluteraldéhydes (0,01 ppm et 0,13 ppm)...

III-CONFIGURATION HYDROGEOLOGIQUE DE LA SOURCE

Notre attention est renforcée d'autant plus que la *configuration hydrogéologique de la source* est sensible. En effet, Le bassin de la Mitidja représente une unité hydrogéologique distincte [11]. Cette plaine s'étend sur une superficie de 1450 km² [12], Par ailleurs, la composition lithologique de l'aquifère (alluvions, très perméables sur la majorité de la plaine alluviale), les structures en phases

communicantes des eaux de surfaces et les nappes phréatiques [9]. L'aspect cuvette qui caractérise le sol et le sous sol sur lesquels est sise notre source de pollution [11], justifient notre étude.

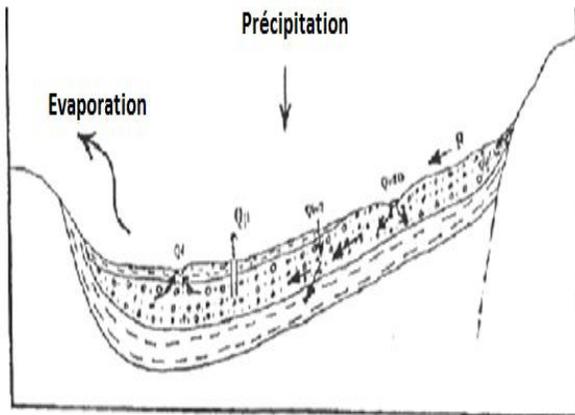


Figure N°1: Coupe du bassin versant du Mazafran.

Tableau N°2: Paramètres hydrogéologiques de la nappe de la Mitidja [11, 12].

Paramètres	Valeur
Epaisseur de la nappe	100 à 150 m
Potentialité en eau souterraine	328 millions m ³ /an
Drainage par les cours	-0,06 m ³ /s
Transmissivité	1,5 10 ⁻² à 7 10 ⁻²
Coefficient d'emmagasinement	0,1
Alimentation de la nappe	1,04 m ³ /s
Infiltration	0,06 à 0,322 m ³ /s
Débit sortant	-0,012 m ³ /s
Prélèvement d'eau	1,4 m ³ /s
Déstockage	-0,05 m ³ /s

La production de quantités importantes de solutions nuisibles (estimé à 100 litre par lit et par jour) par le C.H.U [10], peuvent contaminés les eaux de surfaces (Oued Sidi El Kebir, Oued Mazafran) et les eaux souterraines via l'infiltration et la nature perméable des sols [11]. Il est à craindre que les courants souterrains comme le montre la coupe du bassin versant du Mazafran (Figure N°1) contaminent à long terme une grande partie du sous-sol de la Mitidja [9]. Devant un tel scénario il n'est pas autorisé le moindre rejet dangereux dans ce système. La relation "source-système" c'est-à-dire, rejets hospitaliers espace sociale et économique dans le quel évolue la source, et qui exige une prise en charge rigoureuse des effluents hospitaliers. Cette relation "source-système" impose une nouvelle approche dans la gestion de ses rejets.

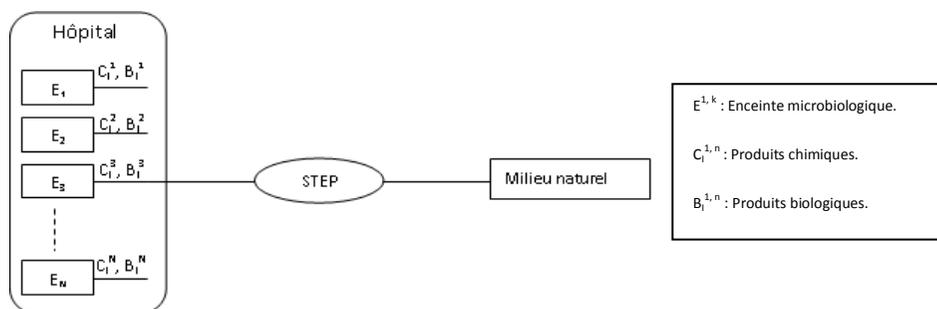


Figure 1: Esquisse hôpital.

IV-RESULTATS ET DISCUSSION

IV-1-Approche ciblée

Dans notre démarche dite ciblée, on considère l'hôpital comme un ensemble d'enceintes, chaque enceinte représente un service ou un laboratoire spécialisé. $H = \sum E_k$ ($\sum E_k$; k allant de 1 à n ou n désigne le nombre d'enceintes dans l'hôpital).

$$E_k = \sum C_i + \sum B_i$$

$$H = \sum E_k = \sum \{(\sum C_i + \sum B_i) + y\}$$

$$H = \sum E_k = \sum \sum C_i + \sum \sum B_i + \sum y$$

$\sum \sum C_i$: Produits chimiques comprenant les solvants, les médicaments et métabolites, dans la canalisation de l'hôpital dans leurs aspects intrinsèques.

$\sum \sum B_i$: Produits biologiques constitués de substances physiologiques, de germes émanant de différents services de l'hôpital dans leurs aspects intrinsèques.

$\sum y$: la combinaison des différents facteurs chimiques et biologiques en fonction de la condition physique donnée.

L'esquisse de l'hôpital se présente en générale sous la forme du schéma N°1.

IV-2- Caractérisation de la Pollution directe et croisée des enceintes hospitalières.

1- Laboratoire centrale de microbiologie Hôpital l'Hadi Flici d'Alger.

Tableau N°3: Moyenne des analyses microbiologiques (air, mur, sol et pailleasse) au laboratoire d'infectiologie de l'hôpital El Kettar.

Microorganismes (UFC/m ³)	Air	Mur	Sol	Palliasse	Normes
<i>Levures</i>	525	7,38 10 ⁴	7,30 10 ⁴	6,56 10 ²	<0,2
<i>Moisissures</i>	675	2,10 10 ³	3,62 10 ³	1,90 10 ³	<0,2
<i>Flore aérobie mésophile</i>	530	2,50 10 ⁴	1,26 10 ⁴	1,80 10 ⁴	<0,2
<i>Coliformes totaux</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	Absence	Présence	Absence	Absence
<i>Salmonelle</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
<i>Shigelles</i>	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence



Figure 2: Identification de levures, moisissures et flore aérobie mésophiles dans (air, mur, sol et pailleasse) du laboratoire centrale d'infectiologie de l'hôpital El Kettar.

2- Laboratoire de séparation, centre de transfusion sanguine de Blida.

Tableau N°4: Moyenne des analyses microbiologiques (air, mur, sol et pailleasse) du centre de transfusion sanguine, laboratoire de séparation, C.H.U F.F.

Microorganismes (UFC/m ³)	Air	Mur	Sol	Palliasse	Normes
<i>Levures</i>	533	1,56 10 ⁴	1,18 10 ⁴	6,56 10 ²	<0,2
<i>Moisissures</i>	750	1,71 10 ³	3,62 10 ³	1,07 10 ³	<0,2
<i>Flore aérobie mésophile</i>	570	3,45 10 ⁴	1,26 10 ⁴	1,38 10 ⁴	<0,2

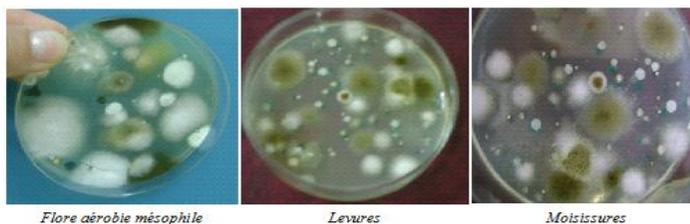


Figure 3: Identification de levures, moisissures et flore aérobie mésophiles dans (air, mur, sol et pailleasse) du centre de transfusion sanguine, laboratoire de séparation, C.H.U F.F.

3-Laboratoire de sérologie, centre de transfusion sanguine de Blida.

Tableau 5: Moyenne des analyses microbiologiques (air, mur, sol et pailleasse) du centre de transfusion sanguine, laboratoire de sérologie, C.H.U F.F.

Microorganismes (UFC/m ³)	Air	Mur	Sol	Palliasse	Normes
Levures	7,5 colonies	Absence	13,5. 10 ³	Absence	<0,2
Moisissures	19,5	Absence	11 ³	11 ³	<0,2
Flore aérobie mésophile	40,5	Absence	36 10 ³	≥30 col/ml	<0,2
Staphylocoques	Absence	1,5	5	Absence	Absence
Streptocoque	Absence	Présence	Présence	Présence	Absence

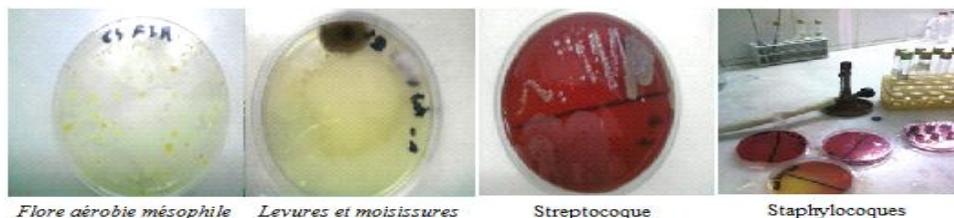


Figure 4: Identification de levures, moisissures et flore aérobie mésophiles dans (air, mur, sol et pailleasse) du centre de transfusion sanguine, laboratoire de sérologie, C.H.U F.F.

Nous avons effectués des prélèvements dans l'air, sur les murs, les sols et les pailles au niveau du C.H.U F. F de Blida (laboratoire de séparation et laboratoire de sérologie) puis le laboratoire central, hôpital d'infectiologie l'Hadi Flici d'Alger. L'analyse microbiologique montre une contamination notable par les levures, moisissures et flore aérobie mésophile total. Ce dénominateur commun est la conséquence des revêtements et matériaux non spécifiques qui caractérisent nos hôpitaux. Par ailleurs, les matériaux poreux et cassants sont autant de foyers infectieux intenable pour la désinfection ce qui implique la pérennité des infections nosocomiales. La pollution biologique redoutée: staphylocoques 1,5 et 5 colonies murs et sols est constatée au niveau de la sérologie (Blida) s'explique par la fréquence élevée des analyses du sang prises en charge, elle s'explique aussi par les remontée des courants d'air ascendant les réseaux d'assainissements. La pollution chimique fixe le glutaraldéhyde qui est une substance volatile qui génère des vapeurs dans l'atmosphère à la température ambiante et dont le seuil de perception se situe à 0,04 ppm [13, 14]. Sa détection dans l'air est mesurable par absorption sur gel de silice imprégné d'un réactif. Le dérivé obtenu est dosé par chromatographie liquide à haute performance (HPLC), avec une limite de détection de 0,005 ppm. Le glutaraldéhyde est utilisé comme désinfectant à froid en grande quantité notamment l'enceinte endoscopique qui fera l'objet d'un autre article dans l'application technique de l'approche ciblée à l'enceinte endoscopique.

CONCLUSION

Le système « structure - réseau – STEP » ne contrôle pas le comportement de l'entité polluante. Il ne permet pas non plus la traçabilité en cas de fuites. La source ponctuelle (hôpital) se présente comme une collectivité de sources ponctuelles secondaires (enceinte hospitalière). Chaque enceinte produit une pollution chimique et biologique spécifique. L'approche ciblée confine le facteur y (rejet zéro) en se basant sur la prise en charge des sources secondaires E_k dans le procédé de la gestion de la pollution. Les composantes chimiques $\sum Ci$ et biologiques $\sum Bi$ seraient nettement simplifiées.

$$H = \sum E_k = \sum Ci + \sum Bi \quad \text{avec} \quad y = \text{zéro}$$

BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]: E. Emmanuel. 2003. Evaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse. École Doctorale de Chimie de Lyon, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. France.
[2]: C. Boillot, C. Bazin, F. Tissot-Guerraz, J. Droguet, M. Perraud, J. Cêtre, D. Trepo, Y. Prrodin. Mars-Avril 2009. Evaluation des risques écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers, application à un hôpital d'une grande ville française ». Techniques Hospitalières, TH 714, 42-46.

- [3]: J. Haguenoer, A. Rouban, M. Aourousseau, C. Bohuon, F. Bourillet, P. Bourrinet, A. Carpentier, M. Delage, D. Dûchene, B. Festy, M. Galliot-Guilley, J. Guignard, J. Jamet, C. Jouanin, Y. Levi, J. Parier, G. Raynaud, J. Ribet, C. Santini, G. Velo. Septembre 2008. Médicament et environnement. Rapport : Académie nationale de pharmacie. France.
- [4]: J. Garric, B. Ferrari. 2005. Les substances pharmaceutiques dans les milieux aquatiques. Niveaux d'exposition et effet biologique : que savons-nous. Revue des Sciences de l'eau/ Journal of Water Science, Vol. 18, N° 3, 307-330.
- [5]: E. Milgrom, E. Baulieu. 2008. Hormones, santé publique et environnement. Rapport sur la science et la technologie N° 28. Académie des sciences. France.
- [6]: C. Catastini. Mars-Avril 2009. Recherche de molécules anticancéreuses dans des effluents hospitaliers. Etude pilote, Techniques Hospitalières, TH 714, 56-60.
- [7]: B. Chareyron. Mars-Avril 2009. Les effluents radioactifs directs et diffus générés par les activités de médecine nucléaire et de curiethérapie. Techniques Hospitalières, TH 714, 61-66.
- [8]: C. Sigwalt. Mai -Juin 2009. Traitement des effluents liquides. Techniques Hospitalières, TH 715, 53-56.
- [9]: A. N. Rousseau, A. Mailhot, S. Gariépy, E. Salvano, J.-P. Villeneuve. 2002. Calcul de probabilités de dépassement d'objectifs environnementaux de rejets de sources ponctuelle et diffuse à l'aide du système de modélisation intégrée GIBSI. Revue des Sciences de l'Eau, Rev. Sci. Eau n°15 spécial, 121-148.
- [10]: K. Rahal, R. Belouni, H.Tali-Maamar, M.Boudouane, M.F.K. Missoum, A. Benslimani, A. Aboun. 2009. Surveillance de la résistance des bactéries aux antibiotiques. 10^{ème} Rapport d'évaluation, Projet de l'Organisation Mondiale de la Santé, République Algérienne Démocratique et Populaire. Algérie.
- [11]: R. Rivoirard. 1952. Données sur l'hydrologie Algérienne, Aperçu sur l'hydrogéologie de la Mitidja. La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie. Tome II, Alger.
- [12]: M. Benziada. Avril 2003. Hydrogéologie de la plaine de la Mitidja (Algérie). CDER, Bulletin des Sciences Géographiques N° 11.
- [13]: M. Castegnaro, J. Dayan-Kenigsberg, C. Pleven, A. Picot, X. Rousselin, F. Zajdela, 2001. Manipulation des substances génotoxiques utilisées au laboratoire. INRS, ED 769, France.
- [14]: N. Bonnard, M.-T Brondeau, D. fargot, S. Malard, O. Schneider, R Serre. 2010. Fiche toxicologique glutaraldéhyde. FT 171, INRS, France.

IV.SNMPE (No. III-2-168) 2012

Élimination de l'uranium en utilisant des membranes polymères à inclusion

Saad saoud F.¹, Arous O.^{1,2}, Amara M.^{1,2}, Kerdjoudj H.¹

¹ Laboratoire d'Hydrométallurgie et de Chimie Inorganique Moléculaire de la faculté de Chimie (USTHB) Alger,

² Centre de recherche scientifique et technique en analyses physico-chimiques, Alger, ALGER.

saad_fifi@yahoo.fr

Résumé : Au cours de ce travail nous avons essayé d'éliminer l'uranium par la méthode de la complexation membranaire. Les membranes utilisées pour la réalisation de ces travaux sont des membranes fraîchement élaborées au laboratoire. Ce type de membrane est appelé membrane polymère à inclusion(MIP). Nous avons élaborés plusieurs membranes à base du polymère triacétate de cellulose (TAC) plastifiés par le tris-2-éthylhexyl phosphate(TEHP) ou 2-nitrophényloctyléther (2NPOE) et modifiés par les extractants trioctylphosphine oxyde (TOPO) ou tributyl phosphate (TBP). Les membranes élaborées ont été caractérisées par différentes méthodes telles que : La spectroscopie Infrarouge (FTIR), la diffraction des Rayons-X (DRX), la microscopie électronique à balayage (MEB), l'analyses thermogravimétrique et analyse enthalpique différentielle (ATG/DSC). Nous avons déterminé les paramètres physico-chimiques caractérisant les membranes et ayant une incidence directe sur les propriétés de transport en l'occurrence les flux de transfert, les perméabilités ainsi que la sélectivité et la stabilité des membranes.

Mots clé : PIM ; TEHP ; NPOE ; TOPO ; TBP ; Uranium

Evaluation de l'effet antioxydant du lycopène chez le rat hyperhomocystéinémique

Yefsah-Idres A¹, Othmani K¹, Aouichat S², Taghli R¹, Ghoul A¹., Hamdis N¹., Zerrouk F¹,
heneb a³, Saidi M⁴., **Benazzoug Y¹**

¹Biochimie & Remodelage de la Matrice Extracellulaire, Laboratoire BCM (FSB/USTHB), Alger Algérie

²Physiopathologie Cell. & Mol., Laboratoire BPO. (FSB/USTHB), Alger Algérie

³Laboratoire d'Anatomopathologie CHU de Tizi-Ouzou, Algérie

⁴Laboratoire D'analyse Médicale, Alger (Algérie)

yefsah_aicha@yahoo.fr

Résumé : De nombreuses études épidémiologiques ont démontré que l'augmentation de l'homocystéinémie constitue un facteur de risque des maladies athérosclérotiques et thrombotiques (Mc Lean *et al.*, 2004). Plus personne ne conteste aujourd'hui l'impact positif de la consommation de fruits et légumes sur la santé. En effet, ils participent à la prévention des principales pathologies qui affectent nos sociétés occidentales : cancers, maladies cardio-vasculaires. Leur consommation se traduit par une augmentation de la capacité antioxydante du plasma dans les heures qui suivent le repas.

L'expérimentation a été réalisée sur 30 rats Wistar males répartis en 3 lots : Lot 1 (Témoin), lot 2 (500 mg de méthionine /Kg de poids corporel/jour), et le lot 3 (5 mg de lycopène et 500 mg de méthionine /Kg de poids corporel/jour). La Méthionine et le lycopène sont administrés par voie orale pendant trois mois. La pesée corporelle ainsi que le dosage de certains paramètres biochimiques telles que l'homocystéine (méthode PFIA), les lipides plasmatiques (cholestérol, triglycérides par méthode enzymatique colorimétrique), la CKMB (méthode immuno-inhibition), sont réalisés. Au terme de l'expérimentation, nous avons procédé à une analyse histologique du tissu cardiaque avec une attention particulière à la matrice extracellulaire (MEC). L'administration d'un régime standard supplémenté en méthionine a révélé au niveau plasmatique, une augmentation significative de l'homocystéinémie ($P < 0.01$) des lipides ($p < 0.01$) et de la CKMB ($p < 0.01$). Au niveau tissulaire, nous avons noté la présence de diverses altérations touchant aussi bien les cellules que la matrice extracellulaire. Le traitement préventif par le lycopène a réduit significativement les valeurs des paramètres biochimiques plasmatiques analysés.

Cette étude suggère que les altérations plasmatiques et du tissu cardiaque engendrées par une surcharge en méthionine sont réduites par la supplémentation en lycopène, lequel exerce son effet cardioprotecteur grâce à ses propriétés anti-oxydantes et modulateur du remodelage matriciel et vasculaire.

Mots clés: Hyperhomocystéinémie – Lycopène - Rat

IV.SNMPE (No. III-2-192) 2012

Élimination d'un polluant métallique de l'eau par adsorption sur un matériau lignocellulosique – exemple de l'arsenic (III) sur des noyaux de dattes-

Khelaifia F/Z¹, Hazourli S¹, Nouacer S¹, Ziati M¹

¹Laboratoire de traitement des eaux et valorisation des déchets industriels, Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Annaba, Algérie
fz_khelaifia@yahoo.fr

Résumé : Le problème de la contamination des eaux par des polluants métalliques tel que l'arsenic, devient de plus en plus important ; il prend de l'ampleur surtout dans la majorité des pays asiatiques. La toxicité de ce polluant engendre des dégâts écologiques considérables rendant nécessaire le recours à des procédés d'élimination susceptibles de débarrasser (ou au moins ramener à des concentrations acceptables) ces eaux des éléments toxiques avant tout rejet. L'adsorption est une alternative prometteuse, efficace et très sélective. Le procédé d'élimination développé dans cette étude est simple et pourrait être utilisé sans grand frais pour épurer des eaux usées ou contaminées. Ce procédé consiste à utiliser des biomatériaux adsorbants à bas prix et localement disponibles, comme c'est le cas des noyaux de dattes. Cette étude a pour objectif, de valoriser les noyaux de dattes, et optimiser leur efficacité à adsorber l'As (III). L'influence de divers paramètres physico-chimiques tels que la concentration initiale du polluant, la granulométrie du matériau, la température et le pH de la solution, a été étudiée. Les données expérimentales ont été modélisées par les isothermes de Langmuir et de Freundlich.

Mots clés: adsorption, arsenic, noyaux de dattes, matériau lignocellulosique, eau.

IV.SNMPE (No. II-2-194) 2012

Dégradation photocatalytique d'un colorant textile par un matériau à base de la montmorillonite, TiO₂ et BiVO₄

Djouadi L¹, Boukhatem H¹, Abdelaziz N¹, Khalfaoui N¹, Moussaoui K¹, Khalaf H¹

¹Laboratoire de Génie Chimique(LGC), Faculté des sciences de l'ingénieur, Département de chimie industrielle, Université Saad DAHLEB de Blida, Algérie
djouadi_lila@yahoo.fr

Résumé : Le procédé de dégradation photocatalytique a reçu beaucoup d'attention ces dernières années dans le cadre de la purification de l'eau en tant que procédé d'élimination des colorants. Dans ce procédé, un catalyseur absorbe la lumière et convertit l'énergie photonique en énergie chimique par un système redox.

La photocatalyse hétérogène constitue une alternative prometteuse pour l'élimination des colorants présents dans l'eau. Le principe de la photodégradation catalytique repose sur le phénomène naturel de photolyse qui intervient dans l'environnement lorsque les conditions nécessaires au déroulement des réactions photochimiques sont réunies.

L'utilisation d'un catalyseur favorise la formation de radicaux libres et assure une forte augmentation de la vitesse de dégradation.

Notre étude a pour but d'utiliser cette technique, pour suivre la cinétique de dégradation photocatalytique du colorant rhodamine 6G, en utilisant comme matériau la Montmorillonite-TiO₂/BiVO₄(70/30) (molaire). Le matériau synthétisé a été caractérisés par : mesure texturales (BET) et fluorescence X (FX). Le catalyseur Montmorillonite-TiO₂/BiVO₄(70/30) (molaire) montre une importante surface spécifique de 322 m²g⁻¹.

Nous avons étudié l'effet de certains paramètres influençant la vitesse de la photodégradation tels que: la concentration du matériau et le pH de la solution. L'utilisation du modèle cinétique de Langmuir-Hinshelwood (L-H) confirme que l'ordre de la réaction est égal à 1.

Mots clés : Catalyseur, montmorillonite, photodégradation, rhodamine 6G.

1. INTRODUCTION

Les rejets de l'industrie du textile constituent d'énormes nuisances sur la santé humaine, en particulier, les différents colorants qui sont utilisés en excès pour améliorer la teinture. De ce fait les eaux de rejets se trouvent fortement chargées en colorants [1]. Comme il est déjà connu, ces composés ou leurs métabolites font partie des composés réfractaires aux techniques conventionnelles de traitement. Dans cette optique, on propose le procédé photocatalyse hétérogène comme une techniques d'oxydation avancée apte de minéraliser complètement ce type de composés [2]. Cette technique nous semble très attractive à développer et elle permet de produire des radicaux libres $O_2^{\cdot-}$ et OH^{\cdot} à l'aide d'un photocatalyseur qui se trouve en suspension dans la solution à traiter, lorsque il est soumise à un rayonnement approprié. Ces radicaux sont très réactifs car leur potentiel d'oxydation est relativement élevé. La Mont-TiO₂/BiVO₄ est un photocatalyseur utilisé dans ce but.

2. ETUDE EXPERIMENTALE

2.1. Préparation du matériau

2.1.1. Préparation de la solution pontante TiO₂

On utilise une méthode appelée «méthode de sol-gel» [2,3] où on a préparé une solution colloïdale de titane par l'ajout de l'isopropoxyde de titane [Ti(OC₃H₇)₄] à une solution d'acide chlorhydrique (1 N) avec un rapport molaire HCl/Ti=4 . Le mélange est laissé sous agitation pendant 3 h à température ambiante.

2.1.2. Préparation de la solution pontante BiVO₄

On utilise une méthode appelée «méthode hydro-thermique» [4-8] où on dissout une quantité de Bi(NO₃)₃.5H₂O dans une solution de HNO₃, tandis qu'une quantité de NH₄VO₃ a été dissoute dans une solution de NaOH. Après mélange des deux solutions, une suspension orange a été obtenue. L'acidité de la suspension a été ajustée à pH 7 avec une solution de NaOH, la suspension a été autoclavée à 120 °C pendant 1 h, et on obtient la solution de BiVO₄.

2.1.3. Préparation du matériau Mont-TiO₂/BiVO₄(70/30) molaire

On disperse Mont-Na dans l'eau distillée à raison de 1% (masse), la solution est laissée sous agitation durant toute une nuit (plus que 8 h) pour avoir une bonne dispersion.

Puis les deux solutions de TiO₂ et de BiVO₄ sont ajoutés simultanément goutte à goutte sous agitation et chauffage, à cette suspension de Mont-Na d'une façon à avoir un pourcentage de 70% de Ti et de 30% de Bi. Le mélange est laissé se refroidir à la température ambiante, centrifugé et lavé avec d'eau distillée, puis il est séché dans un four micro-ondes à 100 W pendant 10 min. La poudre obtenue est soumise à une calcination à 300 W dans un four micro-ondes pendant 10 min.

3. MISE EN ŒUVRE DES TESTS PHOTOCATALYTIQUES

3.1. Principe de la photocatalyse

La réaction photocatalytique est initiée par l'absorption de photons par le matériau semi-conducteur. L'absorption d'un photon d'énergie supérieure à la largeur de la bande interdite ($E_g > 3,2$ eV, soit 388 nm, ce qui correspond à de UV proche) séparant la bande de valence de la bande de conduction du matériau induit la promotion d'un électron de valence à la bande de conduction et la formation d'un trou positif sur la bande de valence [9]. La formation de paires électron/trou (e^-/h^+) à la surface de semi-conducteur est à l'origine de son activité photocatalytique [10] (Figure 1) :

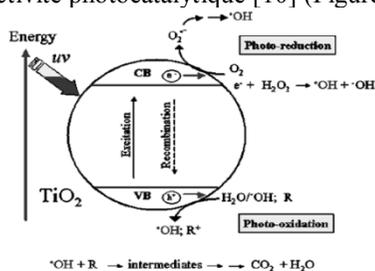


Figure 1 : Schéma du mécanisme de dégradation photocatalytique.

Les paires (e^-/h^+) formées peuvent soit se recombiner entre elles au sein du semi-conducteur, soit migrer vers la surface, ou bien être capturées par des molécules adsorbées. Les électrons générés par l'excitation lumineuse peuvent réduire un accepteur d'électron et les trous peuvent oxyder un donneur d'électron.

Les paires (e^-/h^+) peuvent initier des réactions d'oxydation menant à la formation [10] des radicaux les plus courants dans nos systèmes sont : OH^\cdot Et $O_2^{\cdot-}$.

3.2. Description de l'installation

Les réactions de la photodégradation du colorant rhodamine 6G, qui est une molécule organique dont la structure chimique est présentée par la Figure 2, a été réalisée dans un photo-réacteur approprié schématisé ci-dessous (Figure 3). Il est constitué de trois parties : une boîte d'acier à double enveloppe, une cellule cylindrique et un réacteur.

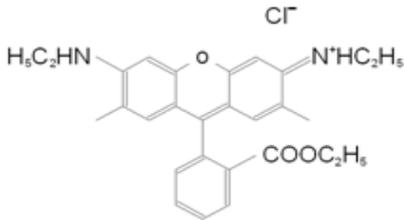


Figure 2 : Rhodamine 6G [11].

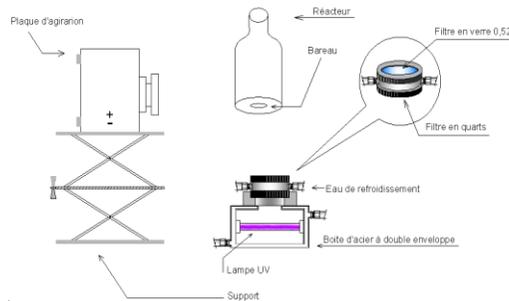


Figure 3 : Schéma de photoréacteur.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Caractérisations

4.1.1. Mesure texturales (BET)

D'après le Tableau 1 on remarque que: L'échantillon Mont-TiO₂/BiVO₄ (70/30) donne une surface spécifique de 322 m²g⁻¹. L'importante surface obtenue, est due à l'insertion d'un nombre de piliers important, ce qui conduit à un nombre de pores plus grands, d'où une plus grande surface spécifique.

Tableau 1: La surface spécifique.

Echantillon	Surface spécifique (m ² g ⁻¹)
Mont-Na	84
Mont-TiO ₂ /BiVO ₄ (70/30)	322

4.1.2. Étude par la fluorescence X (FX)

L'analyse chimique des échantillons, par cette technique, permet de donner une idée sur la composition de la montmorillonite avant et après intercalation, et d'établir avec précision sa teneur en ses éléments. Les résultats obtenus sont illustrés au Tableau 2.

Dans l'échantillon intercalé, nous observons :

- Une diminution notable de la composition en Na₂O par rapport à la Mont-Na. Ceci montre bien que cet élément ne rentre pas dans la composition du feuillet, et s'échange facilement. Cela confirme qu'il s'élimine après le processus d'intercalation et participe à la capacité d'échange cationique de la montmorillonite.

- L'intercalation de TiO₂ et BiVO₄ est justifiée par la présence de TiO₂, Bi₂O₃ et V₂O₅ dans l'échantillon Mont-TiO₂/BiVO₄(70/30).

Tableau 2: Analyse FX.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Bi ₂ O ₃	V ₂ O ₅
Mont-Na	62,12	19,30	3,63	0,95	4,25	5,61	3,20	1,24	-	-
Mont-TiO ₂ /BiVO ₄ (70/30)	41,41	15,70	3,29	0,01	3,01	0,02	2,85	23,46	7,04	3,01

4.2. Dégradation du colorant en présence du matériau

4.2.1. Effet de la concentration en matériau

On remarque d'après la figure 4.A que la concentration de 0,14 gL⁻¹ en catalyseur a donnée le meilleur résultat avec un taux de dégradation de 94,77% au bout de 3h. En effet une concentration faible ne produit pas suffisamment d'entité oxydante (OH[•]), tandis qu'une augmentation de la quantité du matériau va engendrer une augmentation du nombre des sites actifs sur la surface du matériau, qui conduira à un nombre plus important des radicaux hydroxyles favorisant une meilleure dégradation photocatalytique du colorant.

4.2.2. Effet du pH

On constate d'après la figure 4.B que le taux de dégradation du colorant augmente avec l'augmentation du pH. Cela s'explique par le fait qu'en milieu basique la surface du matériau devient chargée négativement, ce qui favorise l'adsorption du colorant cationiques. En revanche, un milieu acide défavorise l'adsorption du colorant par la répulsion électrostatique créée entre la surface du photocatalyseur et les colorants, qui empêche la formation de OH[•] qui conduit à une diminution de la photo-oxydation.

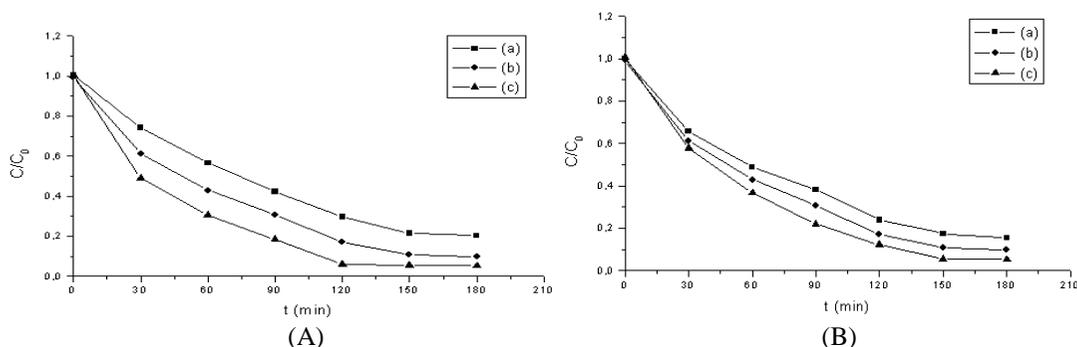


Figure 4 : Dégradation photocatalytique du rhodamine 6G (A) à différentes concentrations en matériau: (a)0,06 , (b)0,10 , (c)0,14 gL⁻¹. (B) à différents pH: (a)3, (b)4,90, (c)10.

4.3. Cinétique de dégradation photocatalytique

Les résultats expérimentaux de photodégradation sont analysés par application du modèle de Langmuir-Hinshelwood donné par l'équation suivante :

$$-(dC/dt) = (k \cdot K \cdot C) / (1 + K \cdot C) \quad (1)$$

L'intégration de cette expression donne l'équation du premier ordre suivante :

$$\ln(C_0/C) = K_{app} \cdot t \quad (2)$$

Le tracé de $\ln(C_0/C)$ en fonction du t représenté par les figures suivante confirme l'applicabilité du modèle de Langmuir-Hinshelwood.

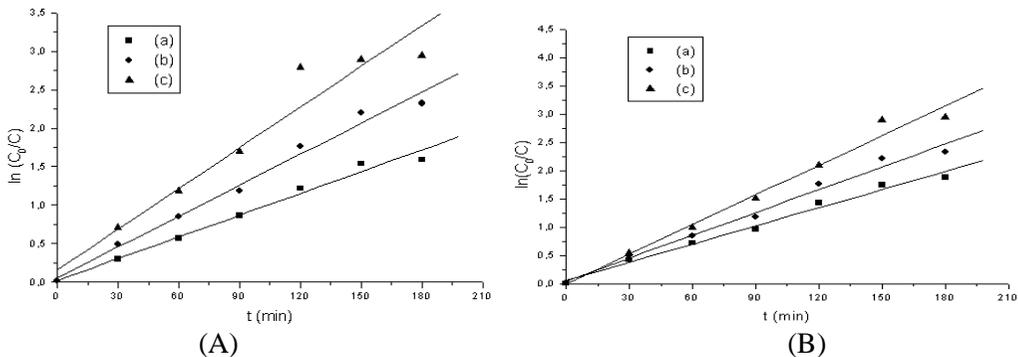


Figure 5 : Cinétique de dégradation photocatalytique (A) à différents concentrations en matériau : (a)0,06, (b)0,10, (c)0,14gL⁻¹. (B) à différents pH : (a)3, (b)4,90, (c)10.

5. CONCLUSION

La caractérisation du matériau synthétisé par les méthodes d'analyse telle que BET et FX ont montré l'efficacité du procédé d'intercalation.

Les résultats obtenus indiquent que le matériau Mont-TiO₂/BiVO₄(70/30) a un pouvoir photocatalytique intéressant sur le colorant rhodamine 6G sous les conditions suivantes : Concentration de Mont-TiO₂/BiVO₄(70/30) 0,14 gL⁻¹ et pH de la solution 10.

L'analyse des résultats expérimentaux des tests photocatalytiques du colorant, par l'application du modèle cinétique Langmuir-Hinshelwood; confirme en sa partialité que la dégradation photocatalytique obéit à cette cinétique et que l'ordre de la réaction est égale à 1.

REFERENCES

- [1] Bouafia-Chergui, S., Oturan, N., Khalaf, H., and Oturan, M.A. 2010. Parametric study on the effect of the ratios [H₂O₂]/[Fe³⁺] and [H₂O₂]/[substrate] on the photo-Fenton degradation of cationic azo dye Basic Blue 41. *Journal of Environmental Science and Health*, 45, 622-629.
- [2] Pichat, P., Khalaf, H., Tabet, D., Houari, M., and Saidi, M., 2005. Ti-montmorillonite as photocatalyst to remove 4-chlorophenol in water and methanol in air, *Journal of Environ Chem Lett*, 2, 191-194.
- [3] Damardji, B., Khalaf, H., Duclaux, L., and David, B., 2009. Preparation of TiO₂-pillared montmorillonite as photocatalyst Part I. Microwavecalcination, characterisation, and adsorption of a textile azo dye, *Journal of Applied Clay Science*, 44, 201-205.
- [4] Zhang, X., Ai, Z.H., Jia, F.L., Zhang, L.Z., Fan, X.X., and Zou, Z.G., 2007. Selective synthesis and visible-light photocatalytic activities of BiVO₄ with different crystalline phases, *Journal of Mater Chem Phys*, 103, 162-167.
- [5] Zhang, L., Chen, D.R., and Jiao, X.L., 2006. Monoclinic structured BiVO₄ nanosheets: hydrothermal preparation, formation mechanism, and coloristic and photocatalytic properties, *Journal of Phys Chem B*, 110, 2668-2673.
- [6] Yu, J.O., and Kudo, A. 2006. Effects of structural variation on the photocatalytic performance of hydrothermally synthesized BiVO₄, *Journal of Adv. Funct. Mater*, 16, 2163-2169.
- [7] Ge, L., 2008. Novel visible-light-driven Pt/BiVO₄ photocatalyst for efficient degradation of methyl orange, *Journal of Mol. Catal. A: Chem*, 282, 62-66.
- [8] Ren, L., Jin, L., Wang, J.B., and Yang, F., Qiu, M.Q., Yu, Y., 2009. Template-free synthesis of BiVO₄ nanostructures: I. nanotubes with hexagonal cross sections by oriented attachment and their photocatalytic properties for water splitting under visible light, *Journal of Nanotechnology*, 20, 115-603.
- [9] Mills, A., and LE.Hunte, S., 1997. An overview of semiconductor photocatalysis, *Journal of photobiology A : Chemistry*, 108, 1-35.
- [10] Huchon, R., 2006. Activité photocatalytique de catalyseurs déposés sur différents supports (medias), Application a la conception d'un photoréacteur piloté. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard, Lyon I, France.
- [11] Shinozaki, R., and Nakato, T., 2008. Photochemical behavior of rhodamine 6G dye intercalated in photocatalytically active layered hexaniobate, *Journal of Microporous and Mesoporous Materials*, 113, 81-89.

Étude de la biodisponibilité des métaux lourds dans les sédiments superficiels de l'estuaire de la Tafna (Rachgoun, wilaya d'Ain Temouchent)

Fellah A¹, Dali Youcef N² et Derrag Z².

¹ Laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement, Département de Chimie, Faculté des sciences, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen Algérie.

² Laboratoire de Valorisation des Actions de l'Homme pour la Protection de l'Environnement et Application en Santé Publique, Département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen Algérie.
f.amel24best@hotmail.fr

Résumé : Les estuaires comptent parmi les zones les plus exposées aux différents types de pollution, entre autres métallique. En effet, la contamination de ces écosystèmes aquatiques, dont les sédiments constituent de véritables réservoirs pour l'accumulation des métaux lourds, demeure un sérieux problème d'environnement de plus en plus inquiétant. C'est dans cette optique que nous nous sommes intéressés à l'évaluation du degré de pollution métallique des sédiments superficiels au niveau de l'estuaire de la Tafna (Rachgoun, wilaya d'Ain Temouchent), qui est soumis en permanence à de nombreux rejets d'eaux usées, déchets et activités anthropiques.

Le présent travail consiste à faire une étude spatiotemporelle des teneurs des sédiments superficiels en huit éléments métalliques (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb et Zn), durant la période allant d'octobre 2009 jusqu'en mars 2010. Suivi de la spéciation des métaux dans les sédiments en utilisant la méthode des extractions séquentielles du BCR (bureau communautaire de référence), afin d'évaluer la disponibilité de ces contaminants. La technique d'analyse utilisée est la spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (SAAF).

Les résultats révèlent que la mobilité des métaux est faible, et le risque de la biodisponibilité semble être relativement réduit grâce à la faible quantité de métaux présents dans la fraction carbonatée. Seul le cadmium présente un état critique via l'environnement vu sa concentration totale dépassant la teneur moyenne de référence de 0,73 mg/kg (établie par l'IAEA-405), ainsi son taux élevé dans la phase carbonatée ($\approx 42\%$) impliquant son influence directe sur le milieu.

Mots clés : pollution métallique, estuaire, sédiments superficiels, métaux lourds.

Potentiel de la méthode du sol-gel pour l'élaboration du semiconducteur lamellaire (MoS₂) pour une application photovoltaïque

Chibane.L¹, Belkaid.M.S², Boudia.O³

¹ Laboratoire des Technologies Avancées du Génie Electrique,
Département d'Electronique, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO), Algérie.
chibane83@yahoo.fr

Résumé : Nous présentons dans ce travail l'étude de couches minces de bisulfure de molybdène MoS₂ déposées sur des substrats de silicium de type p par la méthode de sol-gel avec le procédé du retrait-trempe ou dip-coating. Afin de minimiser les défauts dans les dépôts obtenus, des recuits thermiques leurs ont été appliqués. La caractérisation physico-chimique par EDS (Spectroscopie à Dispersion d'Energie) des dépôts obtenus montre la formation de MoS₂ stœchiométrique d'un rapport de masse Mo/S de 1/2. La caractérisation morphologique par MEB (Microscopie Electronique à Balayage) confirme la formation de MoS₂ avec une structure lamellaire qui s'uniformise davantage avec l'augmentation des températures du recuit thermique.

Mots-clés : matériau, MoS₂, dichalcogénure, semi-conducteur lamellaire, photovoltaïque.

IV.SNMPE (No. III-3-203) 2012

Chemical constituents of *Ailanthus altissima* and the effects of its aqueous extract on isolated smooth muscles, perfused heart and blood pressure in the rat.

Bouaziz A.¹, Shtayway A², Abou Zarga Moussa³, Khennouf S.¹, Bentahar A¹

¹Laboratory of Phytotherapy Applied to Chronic Diseases, Department of biology and animal physiology, Faculty of biology, University Ferhat Abbas, Setif, Algeria.

² Animal & Human Physiology laboratory, Department of biology, Faculty of science, university of Jordan, ³ Natural Products laboratory, Department of chemistry, Faculty of science, University of Jordan, Amman, Jordan.
bouaziz_amel2011@yahoo.fr

Abstract: *Ailanthus altissima*, known as tree of heaven, has been used in folk medicine in Jordan for its antispasmodic and astringent effects, and as a remedy for asthma, ulcer, hypertension and cardiac depressant. This work aimed to analyze *A. altissima* aerial part chemically and to study the biological effect of the aqueous extract (AE) on rat isolated smooth muscles, perfused heart, and on blood pressure. Chemical analysis of the chloroform and butanol fractions of *A. altissima* resulted in the isolation of five compounds: quercein-3-O-glucoside (isoquercetin), luteolin-7-O-glucoside, shikimic acid, β - sitosterol glucoside, and shingulactone A. The compound, luteolin-7-O-glucoside was isolated for the first time from *this* species, whereas shikimic acid was isolated for the first time from the genus of *Ailanthus*. The AE of *A. altissima* caused an inhibition in the amplitude of phasic and tonic contractions of rat isolated ileum, and relaxed the tone of carbachol- precontracted trachea. In addition, AE extract caused a significant increase in the amplitude of contraction of the isolated perfused heart. On the other hand, plant extract caused a significant decrease in the heart rate. Moreover, AE exerted a hypotensive effect since it decreased both the systolic and diastolic blood pressure in the anesthetized rat when administered intravenously. These results could provide a scientific base for the medicinal uses of this plant.

Key words: *Ailanthus altissima*, chemical analysis, flavonoids, heart, smooth muscles, hypertension

IV.SNMPE (No. III-2-244) 2012

Retention capacity of arsenic (V) on chemically treated date pits

Ziati M.*, Idir A., Hazourli S.

Laboratory of water treatment and valorization of industrial wastes,
Chemistry Department, Faculty of Sciences, Badji-Mokhtar University, Algeria.
ziatimou@yahoo.fr

Abstract: The objective of this study is the valorization of a natural lignocellulosic residue "date stones" and its application in the adsorption of arsenic (V) content in water. The chronological steps for obtaining adsorbent material were: cleaning, drying, crushing and finally a chemical treatment with ferrous oxide.

Retention tests of arsenic (V) on the studied material were realized in static mode.

The obtained results show that the maximum adsorption capacity is of about 10mg/g; the date pits without chemical treatment, hardly reaches the capacity of 1mg/g. The study of the influence of pH and temperature of the medium showed that at neutral pH and a temperature of 25°C, the optimal adsorption of arsenic (V) on chemically activated date pits is reached, in agreement with the Langmuir and Freundlich model.

Keywords: dates pits, chemical treatment, adsorption, arsenic (V).

Adsorption du phénol sur la bentonite de Mostaganem activée à l'H₂SO₄ par comparaison avec celle du charbon actif commercial.

Ait Ahsene -F¹, Belakrouf-A¹

¹Faculté des sciences de l'ingénieur M'Hamed Bougara, Boumerdès, Algérie.

aissatfetta@yahoo.fr

Résumé : Notre recherche s'oriente dans le cadre du développement durable, ayant un double impact économique par la maîtrise de consommation d'eau et d'énergie sur les sites industriels et écologique par la réduction des produits chimiques lors du process et la valorisation industriels des matériaux naturels. Le traitement par adsorption sur du charbon actif est l'une des techniques les plus efficaces pour les rejets phénoliques, néanmoins elle n'est guère utilisée en Algérie ainsi que dans la plupart des pays en voie de développement, compte tenu de son prix exorbitant. Pour cela nous nous sommes intéressés à l'adsorption du phénol sur la bentonite de Mostaganem activée à 15% avec de l'acide sulfurique en comparaison avec celle du charbon actif commercial.

Lors du lavage de l'argile, nous avons pu optimiser le temps et la vitesse d'agitation nous permettant de minimiser l'énergie, ainsi que le nombre d'ions extraits de la bentonite est inversement proportionnel à l'augmentation du volume d'eau.

L'analyse par DRX des bentonites brute et activée à l'H₂SO₄ ont révélé la présence de minéraux argileux et de phases cristallines essentiellement sous forme de tectosilicates (montmorillonite, kaolin et d'impuretés de quartz et de calcite). L'examen de ces spectres a confirmé réellement une bonne purification de la bentonite à 15 % d'activation. L'analyse par BET a montré que la surface spécifique a augmenté de manière très significative suite à l'activation acide (185,2 m²/g contre 52,6 m²/g) soit une augmentation de trois fois plus ; La surface des micropores a aussi considérablement augmenté, elle est passée de 14,72 à 26,7 m²/g soit 45% en plus ; Aussi une augmentation dans le volume des micropores est observée. En milieu neutre le charbon actif a révélé une adsorption importante par rapport à la bentonite activée de Mostaganem et en milieu acide l'adsorption du phénol sur la bentonite est très considérable.

Mots clés : Bentonite, Adsorption, Charbon actif, Optimisation, phénol.

Optimisation de la maintenance d'une ferme éolienne basée sur les modèles stochastiques

Benmessaoud T.*¹, Mohammedi K.¹, Smaili Y.¹, Toulal B²

¹Laboratoire Énergétiques, Mécanique et ingénieries, Boumerdès Algérie

²Département d'Electrotechnique, Université de Batna, Algérie

t.benmessaoud@gmail.com

Résumé : Cet article porte sur la modélisation et la simulation des performances d'une ferme éolienne avec comme objectif la définition d'une maintenance optimale. Considérée comme une source alternative d'énergie propre, elle est néanmoins sujet a des variations horaires ou saisonnières de la vitesse et de la direction du vent. Par conséquent, les turbines subissent une charge aléatoire contrairement à la majorité des machines industrielles opérant dans des conditions plus ou moins statiques. La tâche de prévision des défaillances devient alors complexe suite à cette charge aléatoire. Le processus de prise de décision concernant le choix du planning et du type de maintenance à appliquer présente à son tour des difficultés qu'il va falloir surmonter à l'aide d'une modélisation adéquate du fonctionnement des turbines éoliennes. La simulation sous l'environnement Matlab en se basant sur un modèle d'optimisation stochastique contribuera à la définition d'une stratégie de maintenance à même de permettre une meilleure disponibilité et par conséquent une augmentation de la puissance produite.

Mots clés : Ferme Eolienne; Maintenance; Performances; Défaillances; Optimisation.

Modélisation et Commande des Systèmes Photovoltaïque Intégrés dans l'habitat et les Sites Isolés

Ounnadi M. ^{*1}, Abbassen L. ¹, N. Benamrouche¹, Saraoui R. ¹

¹ Laboratoire des Technologies Avancées de Génie Electrique (LATAGE)
Université Mouloud Mammeri, FGEI, Département d'électrotechnique, Algérie

m.ounnadi@yahoo.fr

Résumé : Le développement durable des régions isolées et éloignées du réseau électrique est fortement lié à la disponibilité de l'énergie qui est indispensable pour le fonctionnement des structures de base, telles que l'éclairage public, l'éducation, la communication et la santé. L'utilisation des systèmes photovoltaïques représentent la solution économique et technologique souvent la plus rentable pour électrifier les sites isolés.

Dans cet article, nous avons présenté un modèle de simulation d'un système photovoltaïque alimentant des charges (AC). Le modèle contient une représentation détaillée de l'ensemble des éléments qui constitue le système ; le générateur photovoltaïque, le Hacheur (boost), l'onduleur de tension, le Filtre (LC) et une charge de type (RL) équilibrée. Une commande à contre réaction de tension est utilisé pour le hacheur (DC / DC) dans le but de l'amplification et la régulation de la tension en sortie du générateur photovoltaïque selon la tension adéquate en amplitude et aux chargements des Batteries. L'onduleur de tension (DC/AC) convertis la tension continue en tension alternative grâce à une commande à MLI (sinus/triangle), et transfère l'énergie produite des modules PV à la charge en gardant l'amplitude et la fréquence successivement (220 V, 50 Hz) constantes. La modélisation et la commande ont été effectuées sous le logiciel Matlab/Simulink, la validation des résultats obtenue par des réponses en tension et courants qui donnent la preuve du contrôle dans le comportement dynamique du système photovoltaïque.

Mots-clés: Générateur PV – Hacheur (Boost) – commande – Onduleur – Filtre et la Charge.

1. INTRODUCTION

L'énergie électrique produite en Algérie est issue généralement des centrales thermique et à gaz. Le transport et la distribution de cette énergie à des zones lointains et les sites isolés, nécessite de grand moyens d'investissement. Cependant, les systèmes de conversion de l'énergie solaire en énergie électrique constitue un meilleur moyen d'approvisionnement en électricité pour ces zones, bien que ces systèmes sont encore trop chers, et présentant des déficiences importantes en rendement et en fiabilité, mais pour cela, bien qu'il existe de plus en plus des travaux de recherches prouvant la fiabilité de ces sources comme, l'énergie photovoltaïque (PV). Beaucoup de réticentes existent encore pour installer ces systèmes à grande échelle, autant en production de masse que chez des particuliers.

Notre travail dans cet article, est consacré à l'étude par simulation numérique de l'ensemble des éléments électrique constituant des systèmes photovoltaïques intégrer dans l'habitat et les sites isolés.

2. SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE PROPOSE

Le schéma de simulation de l'ensemble des éléments électrique constituant un système photovoltaïque alimentant une charge RL équilibrée est donné par la figure (1).

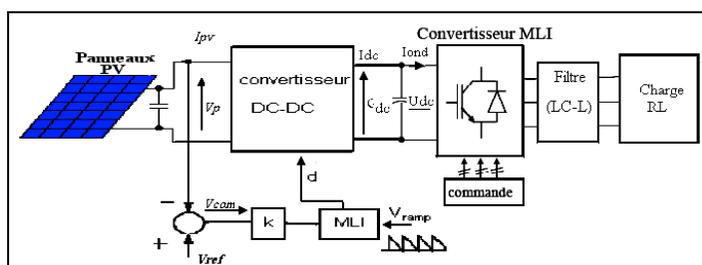


Fig1. Schéma synoptique d'un système photovoltaïque alimentant une charge de type (RL)

2. 1. Générateur photovoltaïque

Notre système photovoltaïque est constitué de trois générateurs, et chaque générateur est formé de 30 modules avec un nombre de cellule en série, $N_s=540$ et en parallèle, $N_p=4$ [1]. Par ailleurs, nous avons étudié l'influence des paramètres extérieurs, tels que l'éclairement et la température sur les caractéristiques (courant-tension, puissance-tension). Le schéma électrique équivalent d'une cellule photovoltaïque est représenté sur la figure (2) [2-5].

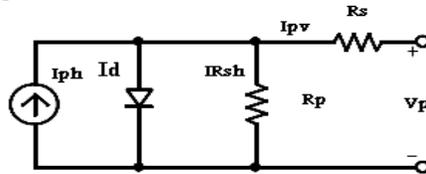


Fig. 2. Schéma électrique à une diode d'une cellule photovoltaïque

L'équation mathématique courant-tension d'une cellule photovoltaïque est donnée par l'équation suivante:

$$I_{pv} = I_{ph} - I_d - I_{Rsh} \quad (1)$$

Avec :

I_{Rsh} : Est le courant traversant la résistance parallèle.

2. 1.1. Modélisation du générateur GPV

Le module photovoltaïque (ISOFOTON DE 106Wc), est le modèle choisi pour la simulation, Il contient (72) cellules solaires de silicium multi cristallines, et fournit une puissance maximum nominale de 106W [1].

Les caractéristiques physiques et électriques du modèle de panneau photovoltaïque sont données sur le tableau suivant :

Tableau 1 : Caractéristiques physiques et électriques du modèle de générateur PV

Caractéristiques physiques	I106/12
Nombre de cellules en série (n_s)	36
Nombre de cellules en parallèle (n_p)	2
Caractéristiques électriques	$(G = 1000 \text{w/m}^2, 25^\circ\text{C}^0, \text{AM}1.5)$
Tension nominale (V_n)	12 V
Puissance maximale (P_{max})	$(106 \pm 5\%) W_c$
Courant de court-circuit (I_{cc})	6.54 A
Tension du circuit ouvert (V_{oc})	21.6 V
Courant (I_m) au point de MPPT	6.1 A
Tension (V_m) au point de MPPT	17.4 V

Pour un module constitué de N_s cellules en série et N_p en parallèle, l'équation du courant photo-généré I_{ph} ramenée aux conditions de référence (G et T) est donné par:

$$I_{ph} = [I_{cc} \cdot \frac{G}{G_r} + I_t \cdot (T_c - T_r)] \cdot N_p \quad (2)$$

Avec :

I_{ph} : Le courant photo-généré [A].

G_r : Eclairement ou flux de référence 1000 W/m^2 .

$I_t = \frac{d.I_{cc}}{d.T}$: Coefficient de température du courant de court-circuit [$I_t = 23 \cdot 10^{-4} \text{ A}$].

I_{cc} : Courant de court-circuit.

T_c : Température de la cellule [kelvin].
 T_r : Température de référence [300 °K].
 N_p : Nombre de cellules connectées en parallèle.

Le courant de conduction de la diode dans le cas d'un module est donné par l'équation suivante :

$$I_d \approx -I_{sat}(T) \cdot \left[\exp\left(\frac{q \cdot (V + \frac{R_s \cdot I}{N_s})}{n \cdot k \cdot T}\right) - 1 \right] * N_p \quad (3)$$

Le courant de saturation de la diode est donné par l'équation suivante :

$$I_{sat} = I_o \left(\frac{T_c}{T_r}\right)^3 \cdot \exp\left[\frac{q \cdot E_g}{n \cdot k} \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T_c}\right)\right] \quad (4)$$

Avec :

q : La charge de l'électron [$1.6 \cdot 10^{-19} j/^\circ K$].
 V : Tension aux bornes de la charge.
 k : Constante de Boltzmann [$1.38 \cdot 10^{-23} j/^\circ K$].
 n : Coefficient adimensionnel du matériau semi-conducteur.
 n_s : Nombre de cellules connectées en série.

I_o : Courant de saturation inverse de la diode à la température de référence [$2.2 \cdot 10^5$].

E_g : Est le gap d'énergie du semi-conducteur, $E_g = 1.1 eV$ pour le silicium cristallin.

Le modèle mathématique de la température de la cellule résulte de la notion de *NOCT*, par définition le "*NOCT*" (Nominal Operating Cell Temperature) est la température de la cellule fonctionnant sous $800 W/m^2$ d'éclairement à $20^\circ C$ de température ambiante et $1 m/s$ de circulation d'air ambiant [6].

Le *NOCT* est donné par l'équation suivante:

$$T_c - T_a = \left(\frac{NOCT - 20}{600}\right) \cdot G \quad (5)$$

Avec :

T_a : Température ambiante en °C

G : Eclairement en W/m^2

L'équation mathématique de la cellule est donnée comme suit:

$$T_c = 276 + \frac{G}{4} + 0.9 \cdot T_a \quad (6)$$

2. 2. Modélisation du hacheur survolteur

La technique de commande à MPPT choisi pour le hacheur Boost, est la méthode a contre réaction de tension. Le schéma de simulation est donné sur la figure (3).

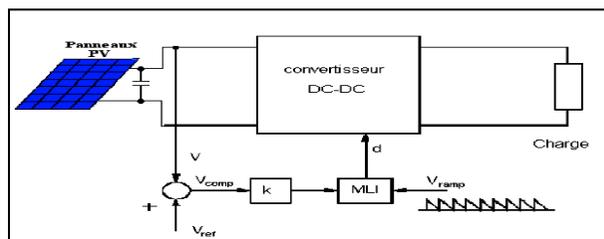


Fig.3. Schéma de commande à contre réaction de tension [7]

Le circuit électrique équivalent du hacheur survolteur est donné par la figure (4).

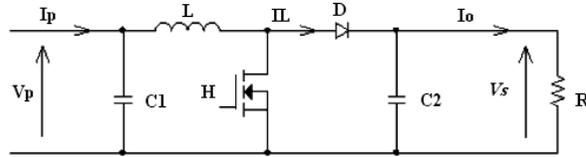


Fig.4. Circuit électrique du convertisseur (Boost) [8]

Les équations mathématiques régissant le fonctionnement du hacheur survolteur sont données par le système d'équation (7):

$$\begin{cases} I_L = I_p - C1 \cdot \frac{dV_p}{dt} \\ I_o = (1 - \alpha) \cdot I_L - C2 \cdot \frac{dV_s}{dt} \\ V_p = (1 - \alpha) \cdot V_p + R_L \cdot I_L + L \cdot \frac{dI_L}{dt} \end{cases} \quad (7)$$

2. 3. Principe de la commande a MLI

La figure (5) illustre le circuit d'un onduleur monophasé, et la figure (6) donne le principe de la modulation de largeur d'impulsion.

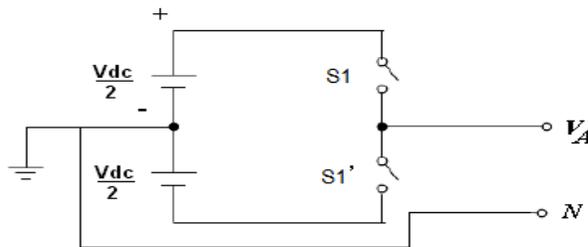


Fig.5. Schéma du circuit monophasé d'un onduleur de tension

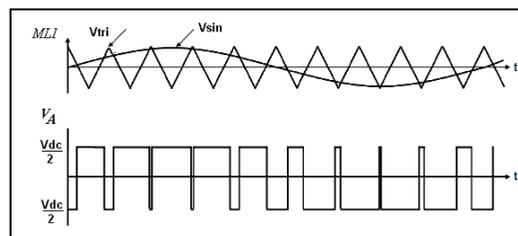


Fig.6. Schéma du signal de commande à MLI et la tension (V_A) de sortie d'un onduleur monophasé

Comme représenté par la figure (6), la tension délivrée par l'onduleur est déterminée comme suit :

- Lorsque $V \sin > V_{tri}$, $V_A = \frac{V_{dc}}{2}$

- Lorsque $V \sin < V_{tri}$, $V_A = -\frac{V_{dc}}{2}$

2. 3.1. Modèle d'état de l'ensemble (onduleur, filtre LC et la charge (R_c, L_c))

Le circuit électrique de l'ensemble onduleur, filtre LC et la charge $R_c L_c$ est donnée par la figure (7)

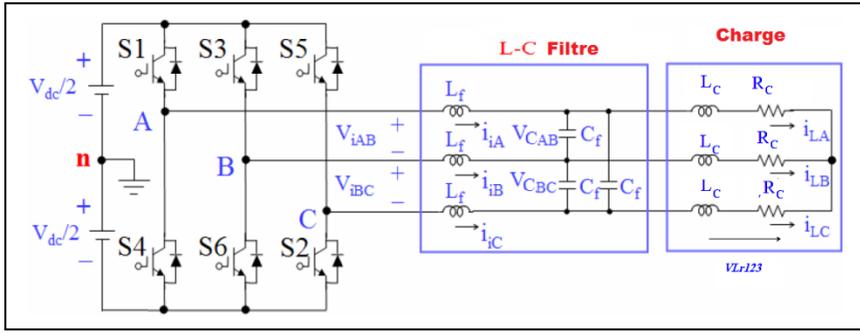


Fig.7. Schéma électrique triphasé d'un onduleur de tension alimentant une charge RL

Les courants et les tensions décrites dans la figure (7) sont donnés par les équations suivantes :

$$\begin{cases} \frac{dVc}{dt} = -\frac{1}{3.Cf} .I_i + \frac{1}{3.Cf} .I_L \\ \frac{dI_i}{dt} = -\frac{1}{L_f} .Vc + \frac{1}{L_f} .V_i \\ \frac{dI_L}{dt} = -\frac{1}{L_r} .Vc + \frac{R_r}{L_r} .I_L \end{cases} \quad (8)$$

Avec,

$$Vc = [V_{CAB} \ V_{CBC} \ V_{CA}]^T, \quad L_i = [i_{iAB} \ i_{iBC} \ i_{iCA}]^T = [i_{iA} - i_{iB} \ i_{iB} - i_{iC} \ i_{iC} - i_{iA}]^T,$$

$$V_i = [V_{iAB} \ V_{iBC} \ V_{iCA}]^T \text{ Et } I_L = [i_{LAB} \ i_{LBC} \ i_{LCA}]^T = [i_{LA} - i_{LB} \ i_{LB} - i_{LC} \ i_{LC} - i_{LA}]^T$$

Le modèle d'état des équations (8) s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned} \dot{X}(t) &= A.X(t) + B.U(t) \\ y(t) &= C.X(t) + D.U(t) \end{aligned}$$

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3.Cf} & \frac{1}{3.Cf} & \frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3.Cf} & \frac{1}{3.Cf} & \frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3.Cf} & \frac{1}{3.Cf} & \frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} & -\frac{1}{3.Cf} \\ -\frac{1}{L_f} & -\frac{1}{L_f} & -\frac{1}{L_f} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{L_f} & -\frac{1}{L_f} & -\frac{1}{L_f} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{L_f} & -\frac{1}{L_f} & -\frac{1}{L_f} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{L_c} & \frac{1}{L_c} & \frac{1}{L_c} & 0 & 0 & 0 & -\frac{R_c}{L_c} & -\frac{R_c}{L_c} & -\frac{R_c}{L_c} \\ \frac{1}{L_c} & \frac{1}{L_c} & \frac{1}{L_c} & 0 & 0 & 0 & -\frac{R_c}{L_c} & -\frac{R_c}{L_c} & -\frac{R_c}{L_c} \\ \frac{1}{L_c} & \frac{1}{L_c} & \frac{1}{L_c} & 0 & 0 & 0 & -\frac{R_c}{L_c} & -\frac{R_c}{L_c} & -\frac{R_c}{L_c} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{CAB} \\ V_{CBC} \\ V_{CA} \\ i_{iAB} \\ i_{iBC} \\ i_{iCA} \\ i_{LAB} \\ i_{LBC} \\ i_{LCA} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{L_f} & \frac{1}{L_f} & \frac{1}{L_f} \\ \frac{1}{L_f} & \frac{1}{L_f} & \frac{1}{L_f} \\ \frac{1}{L_f} & \frac{1}{L_f} & \frac{1}{L_f} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{iAB} \\ V_{iBC} \\ V_{iCA} \end{bmatrix}$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{CAB} \\ V_{CBC} \\ V_{CA} \\ i_{iAB} \\ i_{iBC} \\ i_{iCA} \\ i_{LAB} \\ i_{LBC} \\ i_{LCA} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{iAB} \\ V_{iBC} \\ V_{iCA} \end{bmatrix}$$

Le schéma de simulation sous matlab simulink du système photovoltaïque proposé est donné par la figure (8).

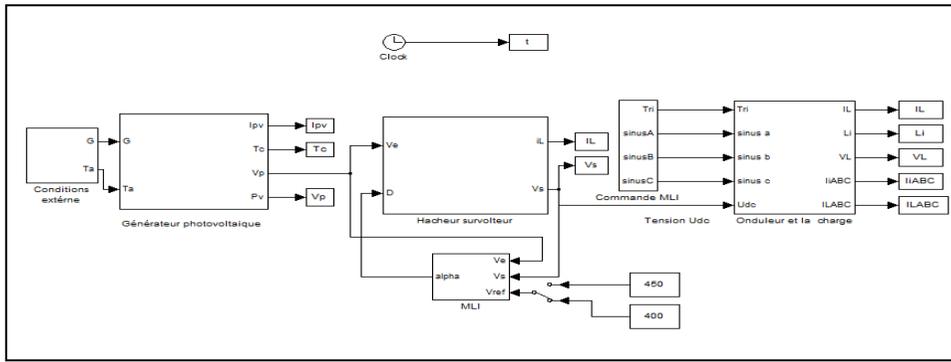


Fig.8. Schéma de simulation sous Matlab-SIMULINK

3. RESULTAT DE SIMULATION

Les caractéristiques ($I_{pv}(V_p), P_v(V_p)$) du générateur photovoltaïque à éclairement variable et température constante sont données par la figure (9).

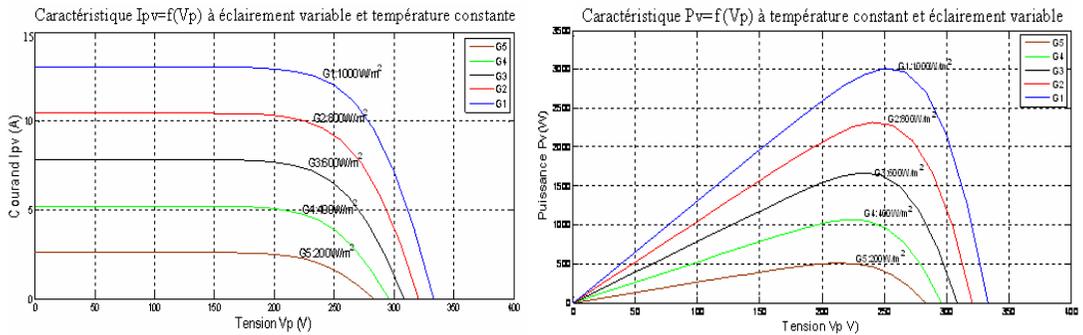


Fig.9. Influence de l'éclairement sur les caractéristiques du générateur photovoltaïque

Les caractéristiques ($I_{pv}(V_p), P_v(V_p)$) du générateur photovoltaïque à éclairement constant et température variable sont données par la figure (10).

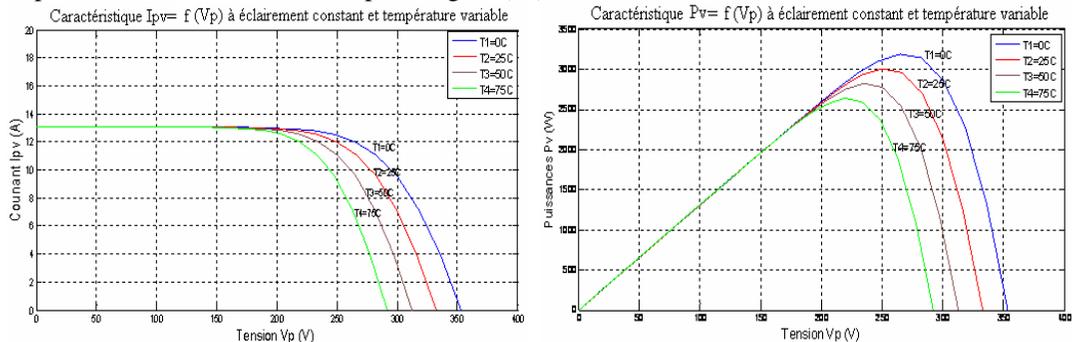


Fig.10. Influence de la température sur les caractéristiques du générateur photovoltaïque

La caractéristique de la tension du hacheur survolteur est donné par la de la figure (11)

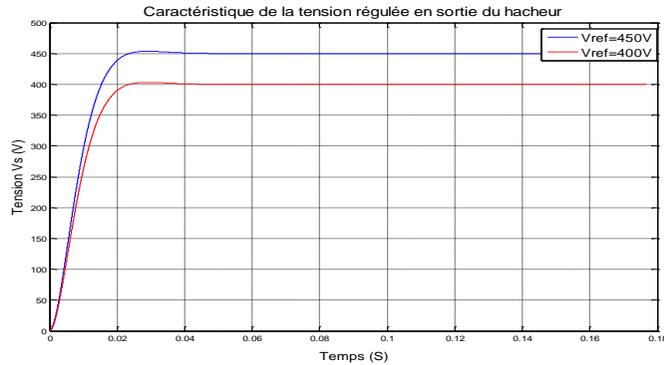


Fig.11. Caractéristique de la tension de sortie du hacheur survolteur

Les caractéristiques des tensions simples et les tensions composées en sortie d'onduleur sont données par les figure (12)

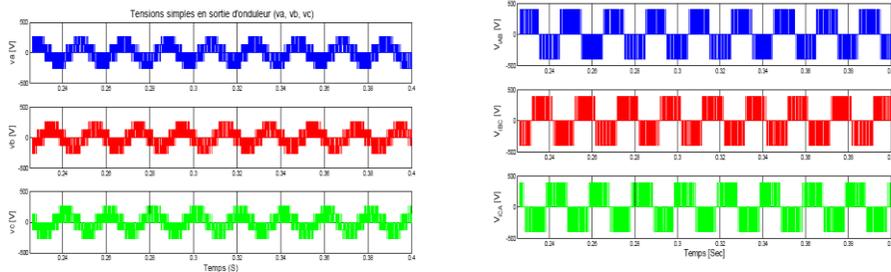


Fig.12. Caractéristique des tensions de sortie de l'onduleur de tension

Les différentes caractéristiques des tensions et des courants à la sortie de l'onduleur, à la sortie du filtre et les courants de la chargée ainsi que les signaux de commande de la MLI sont donnés par la figure (13).

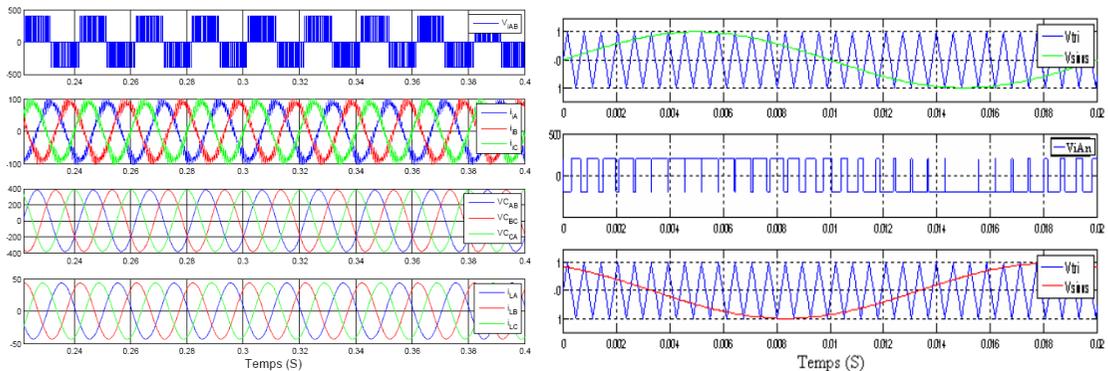


Fig.13. Caractéristique de l'ensemble, tensions composées, Courants de ligne de l'onduleur, tensions filtrée, courants de la charge et la commande à MLI.

4. Conclusion

Dans cet article, nous avons donné le modèle mathématique d'un générateur photovoltaïque, en s'appuyant sur le schéma électrique équivalent simplifié à une seule diode. l'amplification et la régulation de la tension en sortie du générateur photovoltaïque est faite par la commande à contre réaction de tension d'un hacheur boost *DC/DC* et par la suite une commande à *MLI* d'un onduleur *DC/AC* convertis la tension continue en tension alternative en gardant l'amplitude et la fréquence égale à (220 V, 50 Hz) respectivement. Les résultats obtenus par des réponses en tension et courants prouvent le bon fonctionnement du système étudié.

5. REFERENCE

- [1] Bouchtouche cherfa, F., 2004. Etude et réalisation d'une centrale photovoltaïque connectée au réseau de distribution électrique BT. Mémoire de magister, Ecole National Polytechnique ELHARACH, Algerie.
- [2] Protin, L. et Astier, S., Convertisseurs Photovoltaïques, Techniques de l'Ingénieur, Traité de Génie Electrique, D3-360, pp. 1 - 18.
- [3] Jamri, M. S., and Wei, T. C . 2010. Modeling and Control of a Photovoltaic Energy System Using the State-Space Averaging Technique. American Journal of Applied Sciences 7 (5): 682-691, ISSN 1546-9239
- [4] Khouzam, K., 1990. Optimum Load Matching in Direct Coupled PV Power Systems - Application to Resistive Loads. IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 5, N°2, 265 – 270
- [5] Pankow, Y., 2004. Etude de l'intégration décentralisée dans un réseau Basse Tension. Application au générateur photovoltaïque. Thèse de doctorat, Ecole centrale de Lille, France.
- [6] Labbé, J., 2006. L'hydrogène électrolytique comme moyen de stockage d'électricité pour systèmes photovoltaïques isolés. Thèse de doctorat de l'école des mines de paris.
- [7] SANDIA REPORT, "Status and Needs of Power Electronics for Photovoltaic Inverters", SAND2002-1535, Unlimited Release, Printed, June 2002.
- [8] AIT-CHEIKH, S., 2007. Etude, Investigation et conception d'algorithmes de commande appliqués aux systèmes photovoltaïques. Thèse de doctorat, Ecole National Polytechnique ELHARACH, Algerie.

IV.SNMPE (No. III-2-285) 2012

Evaluation des effets écotoxicologiques des rejets industriels déversés dans le lac de Réghaïa, par utilisation de biotests sur des plantes

Khelif L*, Abrous-Belbachir O, Djebbar R

Laboratoire de Physiologie Végétale, LBPO, FSB, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Algérie.

kheliflily@yahoo.fr

Résumé : Les rejets industriels de la zone Rouiba- Réghaïa (Alger) sont déversés directement dans le lac de Réghaïa par le biais d'Oued El Biar, par conséquence, cette zone humide a connu une augmentation importante de sa charge polluante. Des analyses physicochimiques ont révélé la présence de plusieurs composés organiques et inorganiques toxiques dans son environnement. Ces méthodes, bien que sensibles, ne permettent pas d'évaluer l'impact des polluants sur les écosystèmes, ce qui nécessite l'utilisation d'outils biologiques « les biotests » qui se basent sur la mesure des effets induits par les polluants sur des organismes vivants, selon un protocole normalisé. Dans ce travail nous avons utilisé des biotests sur deux plantes, la dicotylédone *Trifolium alexandrinum* et la monocotylédone *Avena sativa* chez lesquelles l'effet des rejets industriels collectés en amont du lac a été testé et comparé avec celui de l'eau de l'aval du lac. Différents paramètres ont été mesurés: germination, croissance, chlorophylles, proline, ainsi que l'activité anti-oxydante de la catalase. Les résultats obtenus montrent qu'à l'opposé des eaux prélevées en aval du lac, les eaux à proximité des rejets industriels sont très toxiques pour les deux espèces (diminution surtout de la croissance des racines et de la teneur en pigments photosynthétiques). Par ailleurs, la forte accumulation de la proline (chélateur de métaux lourds) dans les feuilles et l'augmentation de l'activité enzymatique antioxydante de la catalase, semblent représenter des biomarqueurs potentiels de pollution.

Mots-clés : Rejets industriels, biotests, lac de Réghaïa, *Trifolium alexandrinum*, *Avena sativa*.

IV.SNMPE (No. III-3-311) 2012

Étude de l'influence des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* L. et de *Lavandula stoechas* L. sur la croissance de deux champignons phytopathogènes : *Monilia fructigena* et *Venturia inaequalis*

Mostefa sari F.¹, Mokabli A.¹ Chérif H-S.²

¹ Institut des sciences de la nature et de la terre, Département de biologie, Centre universitaire de Khemis Miliana.

² Institut des sciences Agro-vétérinaires, Laboratoire de biotechnologie végétale, département de Biologie, Université Saad Dahleb de Blida.

msarifouzia@yahoo.fr

Résumé : Les champignons phytopathogènes causent des pertes économiques considérables. Afin de lutter contre ces agents nuisibles, plusieurs études ont été menées sur les plantes de la famille des lamiacées qui sont connues par un pouvoir antimicrobien très important.

Les fractions volatiles (huiles essentielles) de *T. vulgaris* L. et de *Lavandula stoechas* L. ont été extraites par la technique d'hydrodistillation. Le but des manipulations est d'estimer l'inhibition de la croissance de *Monilia fructigena* et de *Venturia inaequalis* en présence de différentes concentrations d'H.E de chaque plante (0.596 %, 0.39%, 0.249% et 0.05%). La méthode utilisée est celle de diffusion sur gélose PDA.

Les essais préliminaires nous ont permis de choisir le Tween 80 comme solubilisant de l'H.E dans les milieux de cultures. Nous avons révélé une action inhibitrice remarquable de l'HE de *T. vulgaris* L. sur les deux espèces de champignons testées; la concentration minimale inhibitrice (CMI) obtenue pour *Venturia inaequalis* est supérieure à celle de *Monilia fructigena*; la valeur de cette dernière étant de 0.05%. Les résultats de l'action de l'HE de *L. stoechas* L. sur *Venturia inaequalis* (CMI = 0.59%) sont nettement inférieurs à ceux obtenus pour l'H.E de *T. vulgaris* L. (CMI < 0.05 %), cependant, les valeurs de CMI obtenues chez *Monilia fructigena* sont les mêmes (0.05%) pour les H.E des deux plantes.

Les mots clefs: *Thymus vulgaris* L., *Lavandula stoechas* L., huiles essentielles, activité inhibitrice.

IV.SNMPE (No. III-2-333) 2012

Élimination du plomb en solution par la sciure de bois

Chouchane. S*¹, Chouchane. T², Boukari. A²

¹Laboratoire d'Ingénierie des Surfaces, Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Badji-Mokhtar Annaba, Algérie.

²Unité de Recherche Appliquée en Sidérurgie Métallurgie URASM/CSC, Annaba Algérie.

chouchsam01@yahoo.fr

Résumé : Cette étude présente les résultats obtenus lors de l'utilisation de la sciure de bois pour l'élimination du plomb contenu dans les eaux usées. Les propriétés de sorption ont été déterminées en régime discontinu. Les résultats des essais à 20°C, une vitesse d'agitation de 200 tr/min, un pH = 4,4 et un diamètre de grains compris entre 150 et 200µm, montrent qu'un gramme de sciure de bois activé peut fixer 40,04 mg/g de plomb selon le modèle de Langmuir avec une cinétique du pseudo premier ordre, où le temps d'équilibre est de 10 minutes. Les mesures réalisées révèlent aussi que la diffusion externe contrôle la vitesse du processus globale de la sorption et la diffusion dans les pores n'est pas le seul mécanisme limitant cette cinétique. En dernier, on montre que cette sorption est spontanée ($\Delta G < 0$) jusqu'à 40°C, exothermique ($\Delta H < 0$) et qu'aucun changement n'a été aperçu au niveau de la structure de la sciure de bois ($\Delta S < 0$).

Mots clés : Plomb, sorption, sciure de bois, eau, pollution

Etude de l'Efficacité de la Photocatalyse Hétérogène pour la Dépollution d'une Eau polluée

Djouder. R^{1,2}, Laoufi. N.A², Bentahar. F²

¹ Centre de Développement des Energies renouvelables, Alger, Algérie

² Laboratoire "Phénomènes de Transfert" Faculté de Génie Mécanique et de Génie des Procédés Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène, Alger. ALGERIE

radia_djouder@yahoo.fr

Résumé : Dans le but d'élimination de la matière organique présente dans le milieu aquatique, nous nous sommes intéressés dans cette étude à l'utilisation des procédés d'oxydation avancée en particulier la photocatalyse hétérogène. Le processus photocatalytique repose sur l'excitation d'un semi conducteur par un rayonnement lumineux. Dans cette étude nous avons utilisé une source lumineuse artificielle et le TiO₂ comme semi conducteur. Afin de vérifier l'efficacité de ce procédé dans le traitement des eaux nous avons utilisé l'acide salicylique comme molécule modèle. Des mesures expérimentales d'abattement de l'acide salicylique sont effectuées sur une installation de laboratoire. Le lit photocatalytique est constitué de dioxyde de titane supporté sur une plaque en verre ordinaire, ce support catalytique est placé au centre d'un réacteur parallélépipédique et soumis à un rayonnement UV. L'évaluation de la concentration en polluant en fonction du temps est mesurée dans la boucle fluide constituée du réacteur parallélépipédique et d'un réservoir contenant le polluant. En faisant varier les différents paramètres, ce procédé a permis d'obtenir un taux d'élimination de l'acide salicylique très important. L'étude cinétique a montré que la dégradation de l'acide salicylique suit une cinétique d'ordre un.

Mots clés : Procédés d'oxydation avancée, photocatalyse hétérogène, dioxyde de titane.

1. INTRODUCTION

Les procédés d'oxydation avancée ont reçu beaucoup d'attention dans le cadre de la purification de l'eau en tant que procédé d'élimination de polluants organiques [1-3] (J. Wu et al, 1998, O. Legrini et al, 1993, C. Galindo et al, 2000). La photocatalyse hétérogène apparaît aujourd'hui comme une application intéressante des procédés d'oxydation avancée, conduisant à une minéralisation complète de la plupart des composés organiques. La photocatalyse hétérogène s'inscrit dans une démarche de développement durable car elle fait intervenir une source d'énergie inépuisable, gratuite et non polluante : le soleil et opérant à température ambiante et pression atmosphérique. Le principe de la photocatalyse est basé sur la photo-excitation en présence d'eau et d'air d'un semi-conducteur sous rayonnement ultra violet (UV), assurant la production de radicaux hydroxyles (OH[•]) [4-6] (O. d'Hennezel et al, 1998, H. Chen et al, 1995, A. Mills et al, 1994), l'une des espèces les plus oxydantes. En présence d'oxygène, ces espèces oxydantes entraînent une minéralisation totale des polluants organiques présents dans l'eau, en les transformant en dioxyde de carbone, eau et d'autre produit non toxique [7,8] (S. Tunesi and M. Anderson, 1991, C. Kormann et al, 1991). Le dioxyde de titane est le plus utilisé en photocatalyse hétérogène car il est peu coûteux, réutilisable, il peut être utilisé aux conditions ordinaires (atmosphériques, l'oxygène étant employé comme oxydant), il présente une stabilité chimique relativement élevée en grande partie, non toxique et il est assez inerte biologiquement et chimiquement [9] (I.K. Konstantinou. and T.A. Albanis, 2004).

Afin de vérifier l'efficacité de ce procédé dans le traitement des eaux nous avons utilisé l'acide salicylique comme molécule modèle. Deux lampes émettant dans l'ultraviolet de puissances différentes ont été utilisées afin d'étudier l'influence de la puissance lumineuse sur l'efficacité de la réaction photocatalytique.

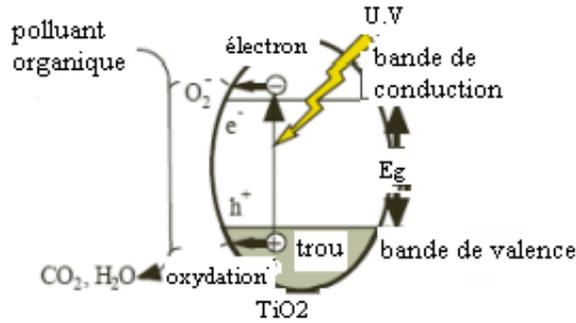


Figure 1. Principe de la photocatalyse hétérogène

2. INSTALLATION EXPERIMENTALE

Le réacteur est constitué d'une cuve dans laquelle s'imbrique de façon parfaite une plaque en verre ordinaire sur laquelle ont été déposées plusieurs couches de dioxyde de titane (TiO₂). Deux lampes émettant dans l'ultraviolet de puissances différentes ont été utilisées. La cuve est reliée à un réservoir contenant le mélange réactionnel par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique assurant la circulation du fluide en circuit fermé.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Etude de l'influence de la position de la source lumineuse

Afin de déterminer la position adéquate de la source lumineuse, permettant une irradiation maximale de la plaque supportant le catalyseur, nous avons effectué une série d'expériences à des distances comprises entre 10 et 27 cm.

Les résultats expérimentaux représentés sur la Figure 2 montrent que le taux de dégradation est fonction de la position de la lampe. Nous constatons que la dégradation de l'acide salicylique est complète après 200 minutes d'irradiation avec une distance entre la source lumineuse et le support catalytique de 19 cm, alors que les autres distances nécessitent plus de temps pour éliminer le polluant

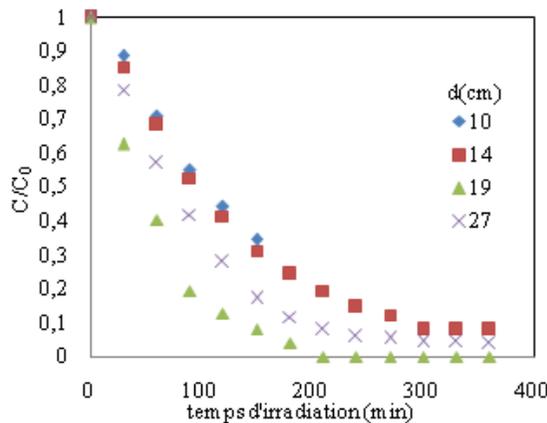


Figure 2. Evolution de la concentration réduite de l'acide salicylique en fonction de temps pour différents niveaux (puissance de la lampe 400 W, C₀=7,24.10⁻² mM, Q=120 mL/min, T=27°C)

3.2. Comparaison de la cinétique de dégradation de l'acide salicylique en utilisant deux puissances lumineuses

Généralement, le processus de la photocatalyse hétérogène suit le modèle cinétique de Langmuir-Hinshelwood représentée par l'équation 1

$$r = -\frac{dC}{dt} = k_r \theta_x = \frac{k_r K C}{1 + K C} \quad (1)$$

Toutes les expériences effectuées sur le système TiO₂/U.V. montrent une dégradation d'allure

exponentielle au cours du temps (figure 3), la réaction obéit donc à une cinétique du pseudo- premier ordre.

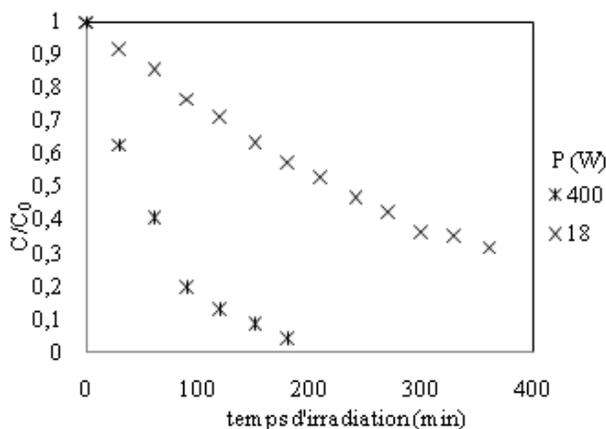


Figure 3. Evolution de la concentration réduite de l'acide salicylique en fonction du temps pour les deux puissances 400 et 18 W (Q=120 mL/min, C₀=7,24.10⁻² mM, d=19cm).

L'expression de la vitesse peut s'exprimer par l'équation réduite suivante :

$$r = -\frac{dc}{dt} = k_r KC = k_{app}C \quad (2)$$

Avec :

C : concentration en acide salicylique dans la solution à l'instant t (mM) ;

C₀ : concentration initiale en acide salicylique à l'instant t=0(mM);

K : constante d'adsorption (L.mmoI⁻¹);

k_{app} : constante de vitesse apparente (min) ;

k_r : constante de vitesse réelle de dégradation (mM.min⁻¹) ;

r : vitesse de la réaction (mol.min⁻¹) ;

t : temps d'irradiation UV (min).

Pour vérifier cette hypothèse nous avons tracé le logarithme népérien de la concentration réduite, en fonction du temps, (figure 4). L'observation des courbes montre que la cinétique est d'ordre un. La concentration suit de façon satisfaisante l'expression (3)

$$-\ln \frac{C}{C_0} = k_{app}t \quad (3)$$

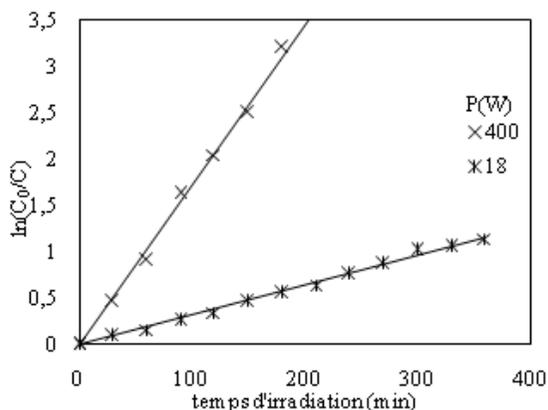


Figure 4. Evolution de ln (C₀/C) de l'acide salicylique au cours du temps pour différentes puissances de la lampe (Q=120 mL/min, C₀ =7.24.10⁻² mM, d=19cm, T=25°C)

A partir des tracés, nous avons déterminé par régression linéaire les valeurs des constantes de vitesse apparentes. Le tableau 1 regroupe les résultats obtenus.

Tableau 1 : Valeurs des constantes de vitesse pour différentes puissances de lampes

Puissance de la Lampe (W)	k_{APP} (min^{-1})
18	$0,0033 \pm 0,0002$
400	$0,0180 \pm 0,0010$

D'après le tableau 1, la comparaison des valeurs des constantes de vitesses des deux lampes montrent une accélération de la réaction photocatalytique de l'acide salicylique avec l'augmentation de la puissance de la source lumineuse.

4. CONCLUSION

L'étude de la dégradation photocatalytique de l'acide salicylique, nous a permis de constater l'existence d'une distance optimale de la source lumineuse par rapport au support catalytique qui a permis une dégradation complète du polluant. De plus, nous avons remarqué que l'élimination de ce polluant organique pouvait être dégradé par la photocatalyse hétérogène quelque soit la puissance lumineuse utilisée. Par ailleurs, l'étude cinétique de cette dégradation montre que la vitesse de dégradation de l'acide salicylique suit une cinétique de pseudo premier ordre pour les deux puissances lumineuses utilisées. Le modèle de Langmuir-Hinshelwood décrit de façon satisfaisante la cinétique de dégradation de l'acide salicylique pour les deux puissances lumineuses.

5. Bibliographie

- [1] Wu. J., Eiteman M. A. and Law. S. E. 1998. Evaluation of membrane filtration and ozonation processes for treatment of reactive-dye wastewater. *Journal of Environmental Engineering*, 124 (3), 272–277.
- [2] Legrini. O., Oliveros. E. and Braun. A. M. 1993. Photochemical processes for water treatment. *Chemical Reviews*, 93 (2), 671–698.
- [3] Galindo. C., Jacques. P and Kalt. A. 2000. Photodegradation of the aminoazobenzene acid orange 52 by three advanced oxidation processes: UV/H₂O₂, UV/TiO₂ and VIS/TiO₂. Comparative mechanistic and kinetic investigations. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 130 (1), 35–47.
- [4] d'Hennezel. O., Pichat P and Ollis. D. F. 1998. Benzene and toluene gas-phase photocatalytic degradation over H₂O and HCL pretreated TiO₂: by-products and mechanisms. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 118 (3), 197–204.
- [5] Chen. H. Y., Zahraa O., Bouchy M., Thomas F and Bottero J. Y. 1995. Adsorption properties of TiO₂ related to the photocatalytic degradation of organic contaminants in water. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 85 (1-2), 179–186.
- [6] Mills. A., Holland. C. E., Davies. R. H and Worsley. D. 1994. Photo mineralization of salicylic acid: a kinetic study. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 83 (3), 257–263.
- [7] Tunesi .S and Anderson. M. 1991. Influence of chemisorption on the photodecomposition of salicylic acid and related compounds using suspended titania ceramic membranes. *Journal of Physical Chemistry*, 95 (8), 3399–3405.
- [8] Kormann. C., Bahnemann D. W and Hoffmann M. R. 1991. Photolysis of chloroform and other organic molecules in aqueous TiO₂ suspensions. *Environmental Science and Technology*, 25 (3), 494–500.
- [9] Konstantinou. I.K and Albanis. T.A. 2004. TiO₂ assisted photocatalytic degradation of azo dyes in aqueous solution: kinetic and mechanistic investigations A review, *Applied Catalysis B: Environmental*, 49, 1–14.

**Effet insecticide de deux huiles végétales (Anis et Cresson) sur la bruche du niébé :
Callosobruchus maculatus F. (Coleoptera : Bruchidae).**

Mamou R.¹, Akli S.¹, Mesbahi O.¹, Kellouche A.¹

¹Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques Université Mouloud MAMMERRI de Tizi Ouzou,
Algérie

mamou.rabah@yahoo.fr

Résumé : Jusqu'à présent, la lutte chimique est le moyen le plus sollicité pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées. Néanmoins, malgré son efficacité cette méthode présente de nombreux inconvénients tels que : le phénomène de résistance des ravageurs, la toxicité des denrées traitées, la pollution et à ceux-ci s'ajoute le coût élevé de ses produits.

De nombreuses études ont montré l'action insecticide de diverses substances d'origine végétale. Ce qui justifie amplement l'initiative de cette étude qui consiste à évaluer l'activité insecticide de deux huiles végétales : anis (*Pimpinila anisum* L.) et cresson (*Nasturtium officinale* R. Br.) sur quelques paramètres biologiques du ravageur du niébé (*Callosobruchus maculatus*) à savoir : la longévité des adultes, la fécondité des femelles, et enfin la viabilité embryonnaire et postembryonnaire des œufs. L'efficacité de ces huiles est évaluée selon deux modes : par contact et par fumigation.

Dans les différentes expériences réalisées pour le test par contact, il ressort que les deux huiles utilisées entraînent : (1) une mortalité des adultes exprimée par une longévité de moins de 24 heures à la dose de 0,4 ml/50g pour l'huile de *Pimpinila anisum* L. et à 0,6 ml/50g pour l'huile de *Nasturtium officinale* R. Br., (2) une inhibition de la ponte des femelles qui ne dépasse pas 0,25 œufs/femelle à la dose de 0,4 ml/50g pour l'huile de *Pimpinila anisum* L. et à 0,6 ml/50g pour l'huile de *Nasturtium officinale* R. Br., (3) une diminution de l'éclosion des œufs qui ne dépasse pas 66% dès la faible dose (0,1 ml/50g) et qui s'annule à la dose de 0,4 ml/50g pour l'huile de *Pimpinila anisum* L. et à 0,6 ml/50g pour l'huile de *Nasturtium officinale* R. Br., et enfin (4) une nette réduction des taux d'émergence à la première génération qui s'annule à la dose de 0,4 ml/50g pour les deux huiles.

Lors des tests par fumigation, seule l'huile d'anis s'est montrée toxique à l'égard des bruches adultes avec une mortalité observée de 96,25% et une DL₅₀ de 1,63 ml/l d'aire après 96 heures d'exposition.

Nos résultats montrent qu'une protection des récoltes de niébé contre les attaques sévères de *Callosobruchus maculatus* est possible en utilisant des huiles de *Pimpinila anisum* L. ou de *Nasturtium officinale* R. Br. L'utilisation des extraits et des huiles de ces espèces dans la lutte contre *Callosobruchus maculatus* peut représenter alors une solution alternative supplémentaire pour les populations locales qui souhaitent traiter le niébé avec les plantes à effet insecticide.

Mots clés : *C. maculatus*, *Pimpinila anisum* L., *Nasturtium officinale* R. Br., test par contact, test par inhalation, DL₅₀.

Avantages, Spécificités et applications du solaire thermique.

Hamoudi S.*¹, Bezzi N*¹, Moussaoui-Nasri F.*¹.

¹Laboratoire de Technologie des Matériaux et de Génie des Procédés, Université de Béjaïa. Route de Targa
Ouzemmour, Béjaïa Algérie.

hsouaad@yahoo.fr

Résumé : La demande énergétique mondiale en constante augmentation, l'instabilité et l'incertitude du prix des énergies fossiles, la libéralisation du marché électrique et une conscience environnementale renforcée durant ces dernières années ont renouvelé l'intérêt du développement des énergies renouvelables. Dans ce contexte, l'apport envisagé est de définir les énergies renouvelables, notamment, l'énergie solaire thermique qui présente plusieurs avantages tels que la protection significative non polluante de l'environnement et l'abondance de sa source d'énergie. Cette dernière, considérée comme la plus importante dans ce domaine, devrait être développée autant que possible pour réaliser un avenir soutenable.

Mots clefs : Environnement, Pollution, Energies renouvelables, solaire thermique.

IV.SNMPE (No. III-1-395) 2012

Etude du vieillissement du polypropylène en présence d'agents pro oxydants

Bensaad F¹, Belhaneche N², Serier A¹

¹Laboratoire de revêtement des matériaux et environnement, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes, Algérie

²Laboratoire des sciences et technique de l'environnement, Ecole nationale polytechnique, El-Harrach, Algérie
fatima_bensaad@yahoo.fr

Résumé : L'objet du présent travail est l'étude de vieillissement naturel du PP en présence d'agents pro oxydants, le stéarate de Ca et le complexe Ca/Zn. Afin d'étudier le vieillissement naturel, les formulations préparées ont été exposées durant 18 mois à Boudouaou au niveau de la wilaya de Boumerdès. Des prélèvements ont été effectués tous les trois mois pour les trois formulations vieillis et les témoins et ont été caractérisés.

Les modifications chimiques du PP ont été analysées par spectroscopie FTIR. L'évolution des propriétés mécaniques en traction et dureté a été suivie en fonction du temps de vieillissement.

Les résultats obtenus ont montré que toutes les formulations considérées sont affectées, les échantillons contenant les agents pro oxydants sont les plus affectés. Par ailleurs, il a été trouvé que le stéarate de Ca est plus efficace que le complexe Ca/Zn en tant que pro oxydant.

Mots-clés : polypropylène (PP), vieillissement naturel, pro oxydant

IV.SNMPE (No. III-2-375) 2012

Dégradation du Rouge de Crésol par différents procédés photochimique en phase homogène

Fassi.S*¹, Bousnoubra.I¹, Djebbar.K¹ et Sehili.T¹

¹Laboratoire des sciences et technologie de l'environnement. Département de chimie. Faculté des sciences exactes
.Université de Constantine.

fassisoumia@yahoo.fr

Résumé : Ce travail a pour objectif de tester et de comparer l'efficacité de plusieurs procédés photochimiques dans le processus de dégradation d'un colorant présent dans l'eau : le Rouge de Crésol. Des essais ont d'abord été effectués par photolyse direct à 254nm et à 365nm. On a observé que le rendement d'élimination de ce substrat n'est pas élevé. Outre cela, l'influence de l'intensité d'émission a nettement augmenté ce rendement lequel est attribué à une forte contribution des photons (11.3% pour 1 lampe et 49.5% pour 3 lampes). Cependant, un meilleur taux de dégradation a été obtenu par les procédés d'oxydations avancées en présence de rayonnement UV en utilisant les systèmes : H₂O₂/UV et S₂O₈²⁻/UV. Cette efficacité pourrait être attribuée aux radicaux OH[•] et SO₄^{-•} produits in situ à 254nm. Ces expériences ont été réalisées, en s'étant bien assuré que le RC a été insensible au H₂O₂ et S₂O₈²⁻ pour le domaine de concentration choisies. Par ailleurs, les résultats expérimentaux ont montré que le radical SO₄^{-•} est plus sélectif que le radical OH[•] et pourrait être par conséquent, plus efficace dans le cours de la dégradation de ce colorant.

Mots clés : RC, oxydation, irradiation, environnement, eau.

1. INTRODUCTION

L'utilisation massive des colorants synthétique dans le secteur industriel, particulièrement celui du textile, a engendré une pollution de l'environnement aqueux par le rejet de ses effluents dans les rivières. De ce fait, ils peuvent conduire par voie de conséquence à une destruction importante de la faune et de la flore [1-2] (T.Sauer 2002, C.Galindo 2002). Cependant ces substances toxique ont pu être réduite à des doses non dangereuses voire éliminées grâce d'une part, à une législation rigoureuse et d'autre part, aux traitements chimiques mis en œuvre antérieurement : les échanges ioniques [3-4] (O.Dusart 1991, F.Perineau, 1983) les procédés de floculation/coagulation [5] (Z.Linsheng 1992), les procédés d'adsorption sur différents supports [6-9] (G.Mc kay 1988, V.Specchiar 1988, V.V.Sethuraman 1975, G.Mc Kay 1985) les procédés biologiques [10-12] (J.Paprowicz 1988, J.Porter J 1976, T. Ogawa 1986) et plus récemment la dégradation par les radiation UV et par les procédés d'oxydation avancées [13-16] (C.Milano J 1994, S.Al-Quaradawi 2002, N.Daneshvar 2003, C. Gomes Da Silva 2003). L'efficacité de ces derniers systèmes résident essentiellement en la production in situ des

radicaux hydroxyles, qui sont considérés comme espèces très réactives vis-à-vis de plusieurs composés organiques [17] (G.U. Buxton 1988).

L'objet de cette étude est d'évaluer et de comparer l'efficacité des processus photochimiques photolyse directe et POA_s tels : H₂O₂/UV et S₂O₈²⁻/UV sur l'élimination du colorant (Rouge de Crésol) en phase homogène. Au cours de ce travail nous avons également testé l'influence de quelques paramètres comme la dose en H₂O₂, en S₂O₈²⁻. Ces investigations permettront de mieux situer le degré d'efficacité de ces procédés durant le processus de décoloration.

2-PARTIE EXPERIMENTALE

2-1-Matériels et Méthodes

Les solutions mères du Rouge de Crésol (abréviation RC), du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂ 33 % , Fluka non stabilisée), du persulfate de sodium (Na₂S₂O₈, Prolabo), ont été préparées à partir de produits commerciaux dans l'eau ultra pure (eau "Milli Q" Milli pore) à l'obscurité et sous agitation magnétique. Les solutions filles devant servir à l'analyse ont été obtenus par des dilutions jusqu'aux concentrations désirées.

Le dispositif utilisé pour les irradiations de solution homogène à 254 nm, consiste en une enceinte cylindrique équipée de trois lampes UV à vapeur de mercure basse pression d'une puissance de 30 W émettant chacune un rayonnement monochromatique à 254 nm. Le réacteur destiné aux expériences d'irradiation est placé au centre du dispositif. Ce dernier est un tube en quartz présentant donc une bonne transmittance au rayonnement UV. La température du réacteur est maintenue entre 20°C et 22°C.

2-2-Méthodes d'analyse

Les mesures de l'absorbances aux différents temps d'irradiation, ont été effectués à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Visible du type Helios "α" Unicam lequel est informatisé pour la mémorisation et le traitement des spectres. Ces mesures ont été réalisées à λ= 436 nm représentant la longueur d'onde maximale du colorant et dans des cuves en quartz pour un trajet optique de 1cm.

3-RESULTATS ET DISCUSSION

3-1-Photolyse directe à 254 nm et à 365 nm

Les expériences de photolyse directe ont été réalisées en réacteur tubulaire statique en milieu dilué. La photodégradation a été suivie par spectrophotomètre à différents temps d'irradiation. Les résultats obtenus montrent que ce composé (RC) est difficilement photolysable pour les deux longueurs d'onde d'irradiation (254 nm et 365 nm) Ainsi les pourcentages de disparition du RC sont très faibles par cette technique (Figure 1).

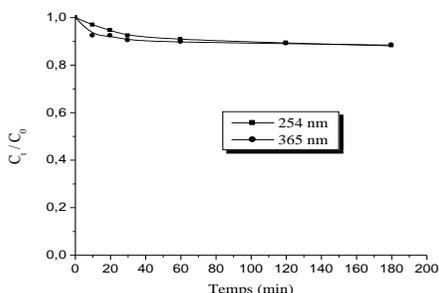


Figure (1) : Cinétiques de disparition du RC par photolyse à 254 nm et à 365 nm

3-1-1-Influence du flux lumineux

La photolyse du Rouge de Crésol (6 10⁻⁵M) a été effectuée dans un réacteur tubulaire composé de trois lampes symétriques. Elle consiste à irradier le colorant d'abord par une lampe puis par deux puis par trois lampes simultanément figure (2)

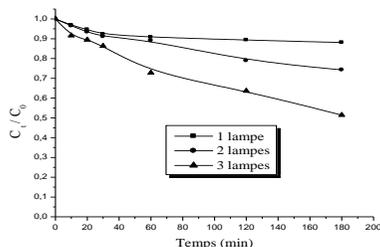


Figure (2) : Influence du flux lumineux sur la dégradation du Rouge de Crésol ($6 \cdot 10^{-5}M$) par photolyse directe à 254 nm.

Pour ces expériences, nous constatons que la vitesse, et le pourcentage de dégradation du colorant augmentent sensiblement avec l'intensité lumineuse, entraînant par là-même une diminution des temps de demi vie ($t_{50\%}$). Ces résultats démontrent bien l'apport énergétique de la lumière sur le processus de décoloration du RC par photolyse directe. Cependant, l'efficacité reste quand même un peu insuffisante malgré cet apport énergétique 11.3% pour 1lampe, 26.1% pour 2 lampes et 49 % pour 3 lampes.

3-2-Les procédés d'oxydation avancés POA(s)

3-2-1- Photoxydation par le procédé H_2O_2 /UV à 254 nm

L'utilisation de rayonnement UV seul n'est pas toujours très efficace pour la dégradation des colorants. Un des moyens de dégrader plus efficacement ces colorants est de combiner le rayonnement UV (à 254 nm) et le peroxyde d'hydrogène. Cette combinaison facilite la décomposition de H_2O_2 pour donner deux radicaux hydroxyles.



Cependant, la production des radicaux hydroxyles est affectée par les conditions de milieu tels que : le pH, la concentration en H_2O_2 et la présence de consommateurs de radicaux (H_2O_2 lui-même en forte concentration).

1- Etude thermique du mélange RC- H_2O_2

Cette étude consiste à vérifier les possibilités de réaction d'oxydation pouvant se produire entre le colorant et le peroxyde d'hydrogène en absence de rayonnement UV à 254 nm. Pour cela, nous avons préparé une solution contenant, une concentration fixe du colorant ($6 \cdot 10^{-5}M$) et la concentration du H_2O_2 est $10^{-1}M$. Nous avons suivi ensuite l'évolution de ce mélanges par balayage spectrophotométrique entre 200 et 800 nm

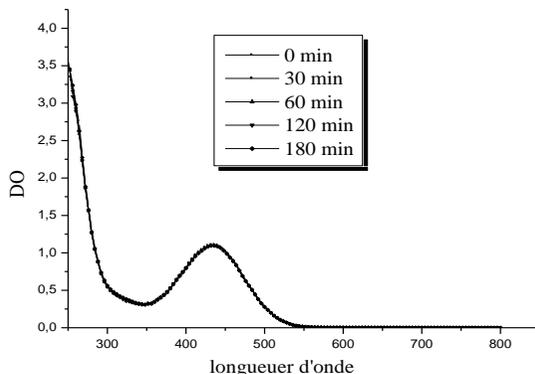


Figure (3) : Evolution thermique du mélange RC ($6 \cdot 10^{-5}M$)- H_2O_2 ($10^{-1}M$)

Pour les résultats reportés dans la figures (3), nous n'avons remarqué aucun changement tant sur le plan structural (présence de toutes les bandes) que sur le plan de l'absorbance (aucune variation de la DO), pour différents temps de réaction et pour le même balayage spectrophotométrique

2 - Etude photochimique du mélange RC-H₂O₂ /UV

Pour montrer l'efficacité de ce procédé, nous avons effectué une série d'irradiation à 254 nm sur des solutions contenant une concentration fixe du RC (6 10⁻⁵M) et différentes concentrations du H₂O₂ (10⁻¹ M, 10⁻² M, 10⁻³ M et 10⁻⁴ M).

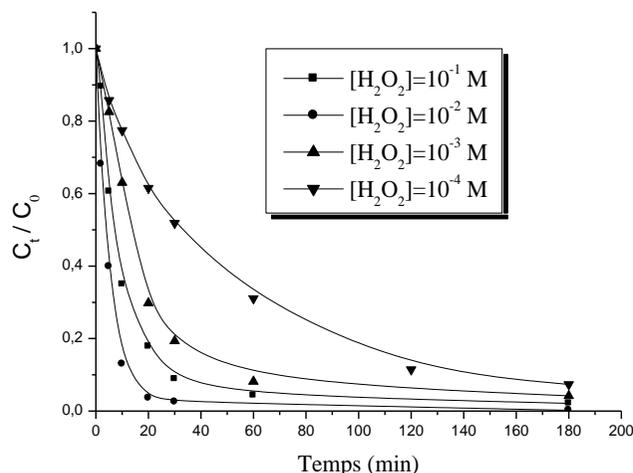
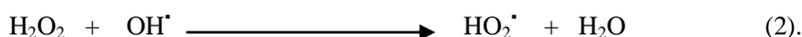


Figure (4) : Evaluation des performances du procédé H₂O₂ /UV (254 nm) sur la transformation du Rouge de Crésol.

Nous observons que la dégradation du RC (6 10⁻⁵M) par ce procédé s'améliore sensiblement avec l'augmentation de la concentration du H₂O₂ (figure 4). Cependant, pour la concentration la plus élevée (10⁻¹ M) en H₂O₂, nous avons constaté une augmentation du temps tel que t_{50%}, et une diminution des vitesses initiales. Cette anomalie pourrait être attribuée à un effet de piégeage des radicaux OH[•] par H₂O₂ selon la réaction (2).



3-2-2-Photoxydation par le procédé S₂O₈²⁻ / UV à 254 nm

L'absorption d'un photon par S₂O₈²⁻ provoque la rupture de la liaison peroxyde pour donner naissance à deux radicaux anion-sulfates :



Le radical-anion est un oxydant puissant. Son potentiel d'oxydation est de (2.6 V) et comparable à celui des radicaux hydroxyles (2.7V). Il est donc capable d'oxyder la plupart des composés organiques. Il peut également arracher un électron à une molécule de H₂O pour donner un radical hydroxyle :



1- Etude thermique du mélange (RC-S₂O₈²⁻)

L'étude thermique du mélange (RC-S₂O₈²⁻) nous a permis de prendre en considération les doses du S₂O₈²⁻ nécessaires pour faire apparaître l'efficacité propre du procédé S₂O₈²⁻ / UV à 254 nm. Pour ce faire, nous avons effectué un mélange contenant le RC à une concentration fixe (6 10⁻⁵ M) et 10⁻¹ M de S₂O₈²⁻. La figure (5) montre l'évolution de ce mélange à différents temps de réaction.

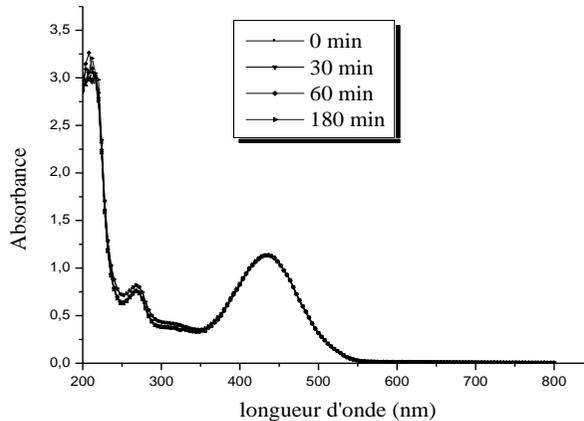


Figure (5) : Evolution thermique du mélange RC ($6 \cdot 10^{-5}M$) / $S_2O_8^{2-}$ ($10^{-1}M$)

2-Etude photochimique du mélange (RC- $S_2O_8^{2-}$)

Nous avons effectué des expériences de photooxydation à 254 nm sur des solutions contenant une concentration fixe du RC ($6 \cdot 10^{-5}M$) et des concentrations variables de 10^{-1} , $10^{-2}M$, $10^{-3}M$, et $10^{-4}M$ du $S_2O_8^{2-}$. L'effet des différentes concentrations du $S_2O_8^{2-}$ sur la cinétique de disparition du RC par le procédé $S_2O_8^{2-}/UV$ (254 nm) est présenté sur la figure (6).

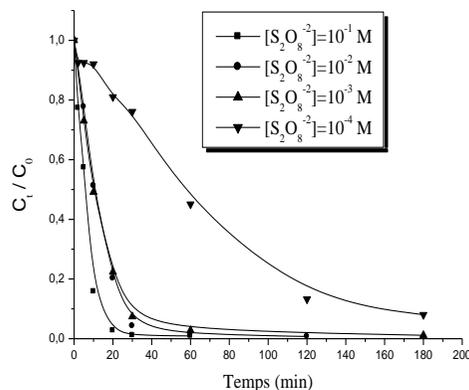


Figure (6) : Influence de la concentration initiale du $S_2O_8^{2-}$ sur la cinétique de disparition du RC par le procédé $S_2O_8^{2-}/UV$ à 254 nm.

On note que le taux de disparition du RC croît en même temps que la concentration en persulfate. Nous constatons aussi que la décoloration dépend de la dose de persulfate utilisée puisque la vitesse de cette décoloration s'accroît en même temps que l'augmentation de la concentration de ce réactif et que la bande principale localisée à 436 nm, disparaît au bout de 180 minutes pour la plus faible dose, soit $10^{-4}M$ et au bout de 60 minutes pour la plus forte, soit $10^{-1}M$. Cette décoloration, pourrait être liée à la destruction progressive de la bande la plus intense absorbant dans le visible du système conjugué qui est responsable de la couleur des transitions caractéristiques des cycles aromatiques constituant la molécule à savoir $n-\pi^*$ et $\pi-\pi^*$.

4-CONCLUSION

Le travail présenté dans cette étude a pour but d'étudier l'élimination d'un colorant en milieu dilué d'une part par photolyse directe UV à 254 nm et à 365 nm et d'autre part par des procédés d'oxydation avancées : H_2O_2/UV et $S_2O_8^{2-}/UV$. Les résultats obtenus ont démontré que l'efficacité de ces dernières systèmes a été nettement supérieure comparativement à celle de la photolyse directe UV

L'influence des paramètres comme la concentration en H₂O₂ et en S₂O₈²⁻/a permis d'augmenter sensiblement l'efficacité du procédé H₂O₂/UV et de S₂O₈²⁻/UV en restant toutefois dans les limites optimales de son utilisation. Le développement de ce procédé à l'échelle industrielle et en particulier dans le domaine de traitement des eaux résiduaires industrielles nécessite cependant des travaux similaires sur des effluents industriels réels, afin de vérifier l'efficacité de ces procédés dans des milieux plus complexes et d'en évaluer ainsi les coûts du traitement.

5-REFERENCES

- [1] Sauer T , Gesconato Neto G. jose H.J, Moreira R.f P.M.2002 Journal of photochem. Photobiol A: Chemistry, 149 147-154.
- [2] Galindo C, Jacques P, and Kalt A 2002, Journal Chemosphere 45 997.
- [3] Dusart O and serpaud B 1991. Journal la tribune de l'eau. 44, 15-22.
- [4] Perineau F, Moliner J. and Gazet A. (1983). Journal Wat. Res., 17,5 (1983) 559-567.
- [5] Linsheng Z and Dobias B 1992. Journal Water Treatment. 7 221-232.
- [6] Mc kay G. and al Duri B A.A 1988. Journal Colourage. 35, 20 24- 28.
- [7] Specchiar V , Ruggeri B.and Gianetto 1988. Journal Chem. Eng. Comm. 68 99-117.
- [8] Sethuraman v.v. and Raymahashay B. C 1975. Journal Env. Sci.Tech. 9 1139-1140
- [9] McKay G.,Otterburn M.C 1985. Journal Water, Air and Soil Pollution. 24 307-322.
- [10] Paprowicz J. and Slodezyk S 1988.Journal Env. Tech .Let. 9 271-280.
- [11] Porter J.J. and Snider E.H 1976 .Journal W.P.C.F. 5 926-935.
- [12] Ogawa T, Yatom C., Idaka E.and Kamiya H 1986. Journal S.D.C. 102 12-14
- [13] Milano J.C. Loste-Berdot P. and Vernet .L 1994. Journal Environ. Techn. 16 329-341
- [14] Al-Quaradawi S. and Salman RS 2002. Journal of photochem . photobiol. A Chemistry: 148 161-168
- [15] Daneshvar N. Salari D.and Khataee A.R 2003. Journal of photochem. Photobiol. A: Chemistry ; 157, 111-116.
- [16] Gomes Da Silva C.and Luis Faria J. 2003.Journal of photochem. Photobiol. A: Chemistry, 157, 133-143.
- [17] Buxton G.U, Greenstock C.L., Helman W.P. and Ross A.B.1983 Journal .Phys. Chem. 17(2), 513-886.

Adsorption du phénol Sur un charbon actif préparé à partir d'un bitume routier issu du raffinage de pétrole.

Ferhouné I.¹ *, Barani D.¹, Guerram A.¹

¹Département de Génie des Procédés, Université KASDI Merbah - Ouargla. , Algérie
issam_fer@yahoo.fr

Résumé : Le charbon actif venant du bitume issu du raffinage du pétrole a été préparé dans un four électrique sous une température de 600° C et un flux d'azote de 750 ml.min⁻¹. Les diamètres des particules de charbon utilisées étaient entre 0.3 et 0.5 mm. L'activation chimique a été réalisée avec de l'acide phosphorique H₃PO₄ (85%) et des temps d'imprégnation de 1, 2 et 3 heures.

Le charbon actif a été examiné pour l'élimination du phénol des solutions aqueuses. La variation du temps d'imprégnation a eu un effet significatif sur sa capacité d'adsorption. Les études cinétiques ont montré que le temps d'équilibre est atteint après deux heures. Les données expérimentales ont été analysées par les modèles de l'isotherme de Langmuir et de Freundlich qui ont montré la nature favorable de ces isothermes aux systèmes utilisés. Dans le modèle de Langmuir le facteur de séparation sans dimension RL a révélé aussi la nature favorable de l'isotherme. Le charbon actif a été caractérisé par la détermination de la surface et le nombre d'iode. L'analyse par spectroscopie FTIR a montré la présence de groupes aliphatiques, d'anneaux aromatiques et de groupes phénoliques ou lactoniques sur la surface du charbon actif préparé. Les résultats ont montré que le charbon actif préparé est un adsorbant efficace pour l'élimination du phénol des solutions aqueuses.

Mots clés : Charbon actif, cinétique, adsorption, phénol, nombre d'iode, Langmuir, Freundlich, pollution.

Economie des énergies fossiles par la voie de la cogénération en Algérie

Khoudja. A¹, Balistrrou. M¹

¹ *Énergétique, Mécanique et Ingéniering, UMBB, FSI, Boumerdes, Algérie*
akila.khoudja@cder.dz

Résumé : Cet article étudie l'économie d'énergie primaire par l'étude de la faisabilité qui exploite les critères technico-économiques et environnementales pour l'installation d'un système de cogénération en Algérie dans les deux secteurs d'activités ; l'industrie et le tertiaire. Ainsi que la législation locale concernant l'autonomie de consommation énergétique qui signifie une production simultanée d'énergie électrique et thermique et/ou mécanique pour la consommer sur site sans avoir besoin d'être alimenté par le réseau électrique national de la SONELGAZ SPA, le seul distributeur légal d'électricité et de gaz dans le pays, ce qui permet à cette dernière de diminuer sa charge de demande clientèle qui dépasse trop sa production. On a donc utilisé une méthodologie qui commence par faire un choix justifié de la technologie adoptée et l'adapter à l'état initial du site en étudiant ses besoins énergétiques en quantité ($kW_{\text{éle}}$, $\text{thermie}_{\text{gaz}}$) et en coût (tarification et facturation), son plan de masse et l'implantation de ses annexes et équipements. Ensuite, on entame le dimensionnement de la l'installation suivie du code de calcul qui décide la faisabilité du projet financièrement, techniquement et environnementalement et valorise la quantité de gaz à effet de serre évitée et celle de l'énergie primaire économisée.

Mots clés : Cogénération, maîtrise d'énergie, gaz à effet de serre, production d'électricité, faisabilité du projet.

Comparaison et validation statistique entre les résultats obtenus par simulation numérique en les confrontant aux résultats expérimentaux

Bendida Medjahed^{1,2}, Miloud Abidat¹

¹ *Laboratoire de Mécanique Appliquée ; Faculté de Génie Mécanique, Université des Sciences et de la Technologie Oran, Algérie.*

² *Laboratoire de Modélisation Numérique et Expérimentale des phénomènes Mécanique ; Faculté des Sciences et de la Technologie Mostaganem Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem, ALGERIE.*
madepodim2006@yahoo.fr

Résumé : L'étude présentée dans ce Publication en une Comparaison et validation statistique entre les résultats obtenus par simulation numérique à l'aide du code CHENSI en les confrontant aux résultats expérimentaux de l'université Hambourg (Expérience dans le domaine MUST). Le travail consiste à exploiter les données expérimentales obtenues en soufflerie atmosphérique sur un modèle physique du site de la campagne MUST (Mock Urbain Setting Test), dans le but d'évaluer le modèle CFD CHENSI développé par l'équipe Dynamique de l'Atmosphère Habitée du LMF/ ECN. Le code est basé sur le modèle standard (k- ϵ) de Launder et Spalding (1974). Pour l'intégration des EDP constituant le modèle mathématique, la méthode des volumes finis de (Ferziger et Peric1996) a été utilisée avec la disposition décalée des inconnues MAC de (Harlow et Welch 1965) pour la discrétisation des termes des EDP. Les conditions aux limites sont imposées selon des lois de paroi (au sol et sur les bâtiments) ou en condition de Dirichlet (frontières d'entrée) ou de Neuman (frontière de sortie ou limite supérieure). Le domaine numérique utilisé est comparable à celui de l'expérience de soufflerie avec un maillage cartésien tridimensionnel. Les résultats numériques présentés sont relatifs aux caractéristiques de l'écoulement moyen, à l'énergie cinétique de turbulence (k) et au champ de concentration d'un scalaire passif (C), suivant deux directions d'incidence du vent (0° et -45°).

Afin de comparer de façon objective les performances du modèle CHENSI avec celui obtenu expérimentale, les indicateurs statistiques proposés par Chang et Hanna (2004) ont été calculées. Pour les 2 directions du vent incident, l'analyse montre que les résultats pour l'écoulement moyen, reflètent assez bien la réalité physique. On note cependant que l'énergie cinétique de turbulence 'est sous estimées par rapport aux valeurs mesurées en soufflerie. Le champ moyen de concentration est en bon accord avec celui obtenu expérimentalement.

Most-clefs: Pollution, MUST, Code CHENSI, Milieu Urbain

Caractérisation de la densité de charge de surface de membranes nanoporeuses

Hanafi.Y*¹, Baddari.K², Zibouche.F¹

¹Unité de Recherche Matériaux Procédés et Environnement, Université M'hamed Bougara, Algérie

²Faculté des Sciences, Université M'Hamed Bougara, Algérie.

hanafi07@yahoo.fr

Résumé : La sélectivité d'une membrane vis-à-vis d'un soluté dépend en partie de sa structure poreuse (effets stériques) mais il est désormais clairement établi qu'une part non négligeable de la sélectivité est régie par les interactions électrostatiques entre les espèces chargées présentes en solution et la surface de la membrane elle-même chargée dans la plupart des cas.

Dès lors, la détermination de paramètres représentatifs des interactions membrane-solution, tels que le potentiel zêta, constitue un atout majeur pour la compréhension et la prévision des performances de filtration d'une membrane. Il s'avère donc essentiel, pour optimiser les conditions d'utilisation d'une membrane, d'étudier préalablement ses propriétés électriques et électrocinétiques. Celle-ci consiste à mesurer le potentiel et le courant d'écoulement, peuvent ensuite être reliés directement à la densité de charge de surface du matériau étudié.

Une caractérisation préliminaire réalisée avec des films denses de Téflon nous a permis de valider la méthode de mesure du courant d'écoulement. Cette étape était nécessaire car la mesure du courant d'écoulement est délicate à mettre en œuvre puisque les courants mesurés n'excèdent pas quelques dizaines de nanoampères.

Les résultats obtenus avec une membrane polyamide NF270 ont permis de mettre en évidence la présence d'une charge de surface négative (due à la présence de fonctions acides carboxyliques) et de comprendre les écarts de perméabilités de différents types d'électrolytes à travers cette membrane.

Mots clés : membrane, courant d'écoulement, potentiel d'écoulement potentiel zêta, nanofiltration.

Etude Expérimentale de la Climatisation Géothermique en Algérie

Bendaikha W.*¹, Larbi S.²

¹ Centre de développement des Energies Renouvelables, Alger, Algérie

² Département génie Mécanique, Ecole Nationale Polytechnique, El-Harrach, Alger, Algérie

w_bendaikha@yahoo.com

Résumé: Dans le cadre du programme de promotion des énergies propres et renouvelables du ministère de l'environnement et de la direction de l'environnement de la wilaya de Saïda, un système de climatisation géothermique, a été mis en place à l'école primaire « Si Ben Salah », située à Sidi Aïssa commune de Sidi Amar Daïra de Sidi Boubeker à 6 km de la wilaya de Saïda.

Une étude expérimentale approfondie a été effectuée sur l'installation de climatisation par une pompe à chaleur air/eau avec utilisation de l'eau issue d'une source géothermale. L'installation permet la répartition de la chaleur et du froid par des conduites d'air pour la climatisation d'une salle de cantine de l'école primaire de 240 élèves.

L'efficacité du système en mode chauffage a été trouvée de l'ordre de 3.34. Pour tout le système, elle a été trouvée de l'ordre de 2.49. En mode refroidissement, le EER est égal à 11.5, ce qui montre l'efficacité de ce système installer en Algérie.

Mots-clés: Climatisation, pompe à chaleur, géothermie.

IV.SNMPE (No. III-2-458) 2012

ACV comparative de deux process de transformation de lait

Younsi. F*¹, Louhab. K²

¹Laboratoire des Technologies Douces, Valorisation, Physico-Chimie des Matériaux Biologiques et Biodiversité, Faculté des Sciences, Boumerdes, Algérie.

²Laboratoire de Recherche Technologie Alimentaire, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Boumerdes, Algérie.
younsi_umbb@yahoo.fr

Résumé : L'industrie laitière en Algérie fonctionne essentiellement sur la base de matières premières importées, c'est-à-dire de la poudre de lait et de la matière grasse de lait anhydre (MGLA). Sur le plan technologique, deux process de transformation nous permettent d'obtenir du lait pasteurisé : la reconstitution et la recombinaison. Le premier process consiste en la réhydratation du lait entier en poudre, quant au deuxième procédé, le produit fini est obtenu à partir d'un mélange de lait reconstitué à base de poudre de lait écrémé et de matière grasse laitière anhydre.

Cette étude réalisée au sein de la laiterie et fromagerie de Boudouaou (LFB), vise à fournir une analyse comparative des impacts environnementaux générés par ces deux process. L'approche utilisée est l'analyse de cycle de vie, sa pratique et surtout sa normalisation internationale (normes ISO 14040 à 14043) en font un outil performant et reconnu. Seuls les impacts les plus significatifs ont été pris en compte dans cette étude, à savoir : potentiel de réchauffement climatique, consommation des énergies non renouvelables, écotoxicité terrestre et acidification terrestre.

Les résultats obtenus démontrent clairement les avantages de la recombinaison par rapport à la reconstitution du lait. En effet, l'adjonction de la MGLA dans le process de transformation a permis de réduire les impacts de 3 à 6%. Ces résultats s'expliquent à la fois par la substitution dans le scénario2 d'un volume de poudre de lait (5 tonne) par la MGLA et la nature de celle-ci. En effet, étant un coproduit, les impacts imputés à la MGLA sont négligeables devant ceux qui sont attribués à la poudre de lait qui est le produit principal. Dans ce contexte, il semble donc plus optimal de privilégier la recombinaison de lait à base de MGLA.

Mots clés : transformation laitière, analyse de cycle de vie, lait recombinaison, lait pasteurisé, MGLA.

IV.SNMPE (No. III-1-462) 2012

Procédés d'épurations du biogaz

Kadir L.¹, Saidi A.²

¹ Centre de Développement des Energies Renouvelables, Bouzareah, Alger, Algérie

² Centre de Développement des Energies Renouvelables, Bouzareah, Alger, Algérie
lamiorg@yahoo.fr

Résumé : Le biogaz est une source d'énergie renouvelable qui présente de nombreux avantages sociaux et environnementaux. Le biogaz résulte d'un processus de dégradation biologique des matières organiques en l'absence d'oxygène. Il peut notamment être produit dans des installations de stockage des déchets ou dans des digesteurs.

Le biogaz avant épuration est un mélange composé principalement de méthane (CH₄) et de dioxyde de carbone (CO₂). Il contient également, à l'état de trace, des composés, tels que le sulfure d'hydrogène (H₂S), l'ammoniac (NH₃) et d'autres composés organiques volatils. Dans plusieurs pays européens, le biogaz après épuration systématique est injecté dans le réseau de gaz naturel.

Pour pouvoir atteindre les spécifications du gaz naturel, le biogaz doit être composé de 95 à 98 % de méthane et ne doit pas contenir d'eau, d'ammoniac, de sulfure d'hydrogène ni de gaz carbonique. Le CO₂, en grande concentration, diminue la capacité énergétique du biogaz. Le H₂S est toxique et corrosif. Le NH₃ lors de sa combustion produit des oxydes d'azote (NO_x) dangereux.

Mots clés : Biogaz, épuration du biogaz, déchets, élimination de H₂S, élimination de CO₂

Couplage d'un Comportement Elastique à un Endommagement Non Local

Bélaidi Chabane Chaouche.O.¹, Almansba.M.¹, Ferrah.D¹., Hannachi.N.E.¹

¹LAMOMS, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, BP 17 Route de Hasnaoua TiziOuzou, Algérie
bel_ouar@yahoo.fr

Résumé : De nombreuses études ont abordé le problème de la localisation des déformations dans un milieu continu. La localisation peut être définie comme une zone où les déformations restent continues, mais se concentrent dans une bande de taille, très petite vis-à-vis de la structure, qui dépend des conditions de chargement. Ce phénomène de localisation conduit rapidement à la ruine de la structure. Pour les matériaux hétérogènes quasi-fragiles tels que les bétons, la bande de localisation est formée par une collection de microfissures. Cette bande de localisation, de dimension microstructurelle, ne peut pas être décrite correctement par les modèles continus classiques. Ces difficultés se traduisent par une forte dépendance des résultats par rapport à la finesse et à l'orientation du maillage dans un calcul éléments finis. La taille de la zone de localisation devient fonction de la taille des éléments finis où le critère de localisation est atteint. Il en résulte une non-objectivité des résultats vis-à-vis de la discrétisation spatiale, conduisant à dissiper de moins en moins d'énergie quand on raffine le maillage. Dans cet article, un modèle élastique isotrope couplé à endommagement non local est développé pour reproduire le comportement structurel du béton. L'idée consiste à introduire dans le modèle un limiteur de localisation, appelés également technique de régularisation afin d'enrichir la description mécanique du milieu de manière à pouvoir décrire des états non homogènes de déformation pour éviter la sensibilité de la solution au maillage durant la phase d'adoucissement. Cette technique de régularisation consiste à introduire une information spatiale, généralement sous la forme d'une longueur interne en délocalisant l'endommagement. La longueur interne est liée aux interactions entre les défauts et donc à la microstructure du matériau.

Comme application nous avons choisi de faire l'étude de l'influence de la formulation non locale sur une éprouvette en traction. Cette technique a permis d'obtenir de bons résultats pour les problèmes de propagation de fissures, l'épaisseur de la zone endommagée est indépendante du maillage, ce qui atteint l'objectif fixé pour ce type de modèle.

Mots clefs : Matériaux fragiles, Endommagement non local, adoucissant, localisation, Longueur interne

Hybrid cements from metakaolin, slag and clinker mixtures. Influence of activators

Zibouche F*¹, **A.Ferna'ndez - Jime'nez**², **N. Boudissa**¹, **A.Palomo**², **M.T Abadlia**¹

¹Unité de Recherche Matériaux Procédés et Environnement, Université de Bumerdès. Algeria

²Eduardo Torroja Institute (CSIC), Madrid, Spain

zibouchefatima@yahoo.fr

Résumé: Hybrid cements containing a mixture of aluminates gels-substituted CSH (CASH) and NASH phases and other phases are investigated. The mechanical strength and structures of hybrid cement with geopolymeric matrix of aluminosilicates and clinker are examined. These geopolymeric matrixes are based on polycondensation of the powder precursors by alkaline activation. The activators can be solids (alkalis of sulfates and carbonates,) or liquid (alkaline solutions of silicates). The type of alkaline cation (Na, K) influences the activation.

The phase's transformations are characterised by the following parameters: the effect of cures (2, 7, 28 days) and their impact on the hardening, the texture and the mechanical strength. These properties are correlated by complementary techniques of DRX, FTIR, SEM / EDX. Alkaline potassium K more than the sodium Na allows the obtaining of products of denser reactions what increases the strength of cohesion of the matrix and show higher mechanical resistances.

Keywords: hybrid cements; Geopolymers; Mechanical strength; FTIR; MEB

1. INTRODUCTION

The search for low-CO₂ cements as partial replacements or complete alternatives to Portland cement has prompted innovative thinking in the development of new binders, [1] as alkali-activated aluminosilicates [2-3]. The search for low-CO₂ cements as partial replacements or complete alternatives to Portland cement has prompted innovative thinking in the development of new binders, as alkali-activated aluminosilicates. [2-3]. Alkali-activated aluminosilicates are differentiated from hydrated Portland cements by their higher initial alkalinity and the absence of lime.

The gel of hydrated sodium aluminosilicate (NASH), is the main reaction product of alkali-activated aluminosilicates. It differs from the gels of hydrated calcium aluminosilicate (CASH) from Portland Cement. The introduction of (Supplement Cementitious Materiels) such as processed natural materials (metakaolin), industrial wastes (blast furnace slag) to reduce the amount of binders Portland Cement have become a common measure. The activation of alkaline systems containing amounts SCM represents a possible solution environmentally sustainable manner. [3-4]. Activating admixtures have been used to promote aluminosilicate reactivity (sodium or potassium hydroxide) and consolidation of microstructure through enhanced gel formation (sodium or potassium silicate solutions) in these studies. The variability in materials used, activator concentrations and mix proportioning means that interpreting the 'geopolymerisation' contribution to product performance from one system to another is particularly challenging.

The reaction mechanisms leading to phase formation in alkali-activated systems was discussed and summarised more schematically in the review by Duxson *et al.* [2]. The hydrolysis of silicates (and aluminosilicates) defines the initial reactivity of the substrate. The fundamental chemistry of aqueous silica and silicate systems were initially reviewed but even within the cement chemistry theme, there has been much interest, *e.g.* in the context of the alkali-silica reaction. [5-6]. The alkaline activation of aluminosilicates leads to geopolymers having higher mechanical performances and fast hardening) with regard to the cement Portland. The formation of these binders crosses by a reaction of polycondensation [7]. Their amorphous three-dimensional network through the XRD is constituted with units of silicate of alkaline captions balancing the charge [7-9] of the initial aluminates. The various parameters of the compositions, the processing time and the temperature have a direct influence on the final properties of the formed inorganic polymer.

The aim of this work is to study a MK/GBFS/Clinker-based composite geopolymers synthesis and esteemed physical and mechanical strength. The cohesion, the mechanical resistance of these composites base on the formation of the matrix mixed geopolymeric. Several formulations using a various minerals as alkaline precursor to the geopolymeric binder, are prepared from raw component cement, slag, metakaolin, eau), and solid activators like alkaline carbonates and sulphates, or liquid

activator as alkali silicate solutions. The formulation optimisation of the MK/GBFS/Clinker-based composite geopolymer appear as an alternative competitive to the traditional cementitious materials. Alkali activation of Slag is a (Si + Ca) system, and that of geopolymer is a (Si + Al) system with metakaolin as main material. The study consists in estimating the interactions of the various constituents of the system and in finding a compromise enter a series of generally contradictory requirements.

2. Experimental procedures

2.1. Materials

Commercial clinker CEM, Algerian Slag BFS (blast furnace, and metakaolin MK, are used. An analysis by fluorescence X, indicates the chemical composition of these materials sources, witch are summarized on the table1.

Powders are crushed up to a size grading lower than 45 μ m. The study grading distribution of the powder raw materials: BFS, CEM, and MK, are characterized by a granulomètre. The alkaline precursors are: Na₂SO₄, K₂SO₄, NaOH, KOH, (Merck in 99 % of purity), of the silica-gel): K-silicate (8,2 K₂O 27,8 % % H₂O), and Na-silicate (8,2 Na₂O 27,8 % % H₂O).

Table1. Chemical composition raw materials (% by mass - XRF)

Matières	Abréviation	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Métakaolin	MK	0.04	55.03	37.69	2.89	0.44	3.20	0.02
Slag ^a	BFS	38.09	36.63	7.25	0.46	8.51	0.62	0.53
Ciment	CEM	60.07	22.40	7.56	3.92	3.26	1.18	0.89

^a Ground granulated blast furnace slag.

2.2. Preparation

A powders mixture formed by 2/5 of métakaolin MK, 2/5 of slag BFS and 1/5 of clinker is the base of the binder subjected to the alkaline activation. The activators are : either solids as Na₂SO₄ and K₂SO₄, either liquid and prepared with 85 % of solution MOH 4M + 15 % M-silicate (M: Na / K).

The pâte of the various composites are prepared with a liquid proportion/solid W/B = 0.4. The sample dimensions are 6×1×1 cms. They are cured out in time of 2, 7 and 28 days in temperature of 25°C.

F5NS	F8NS	F5KS	F8KS	F15NSi	F15KSi
5% Na ₂ SO ₄	8 % Na ₂ SO ₄	5% K ₂ SO ₄	8 % K ₂ SO ₄	15% Na-silicate	15% K-silicate

2.3. Methods and characterisation

After the cure, samples are reduced on powder, to be analyzed by using the data of diffraction of X-rays from a Bruker D8 Advance powder diffractometer according to the following parameters; 40KV, 30 my, radiation CuKa, variable lenth: 6 mm, time / Step: 0.5, step size: 0.0197436, 2theta: 5-60, Scan time: 23 ' 46 " FTIR spectral are obtained by analysis on a spectrometer NICOLET 6700. The pastilles sample are prepared by grinding of 1 mg of sample with 3 000 mg of KBr. The spectrum analysis is realized in transmission in a range from 450 to 4000 cms⁻¹. A scanning electronic microscope with JEOL JSM 5400 equipped with an analyzer (EDX) LINKISIS, in energy dispersif was used for the characterization of the microstructure and chemical composition of samples geopolymers. The prepared samples are stored under vacuum during a week, covered with 12 mm of gold of thickness and examined. Tests of compression are executed according to the standard ASTM C39-96. Six samples of every formulation are estimated and the average data are raised by using a universal machine of test IBETEST 200-10-W. In these measures, the geopolymers samples are placed between two pistons. A compressive strength increasing is applied up to fracture. The maximal strength applied by crossed sector, is registered and taken as measure of the mechanical strength of the material.

3. Results

3.1. Mechanical strength

The table2 show the values of compression and flexion resistances of every formulation after two days of cure. The obtained mechanical properties for the various samples are in accordance with the results

of previous works [9]. The table2 presents the values of mechanical resistances, flexion and compression of geopolymeric composites after two days of cure.

Tableau2: Mechanical strength at 02 days of formulations.

Formulations	F5NS	F8NS	F5KS	F8KS	F15KSi	F15NSi
Compression	16,11	15,78	13,02	14,58	19,30	14,03
Flexion	3,53	3,65	2,47	1,97	3,33	3,83

3.2. Analyse des phases par diffraction de rayons X

Results obtained for each formulation after two days of cure are illustrated by the figure1. The main observed phase into all amorphous phase, characteristic of geopolymers.

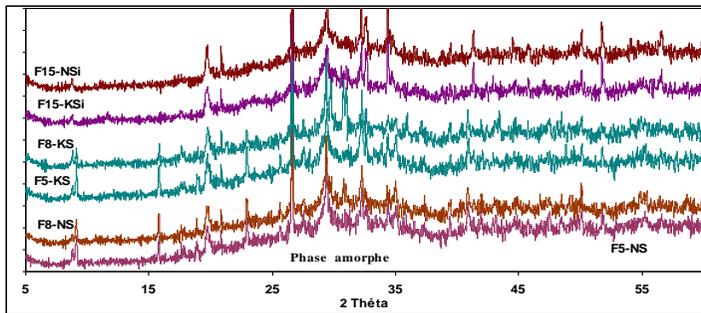


Figure 1: X-ray diffraction patterns of composites based geopolymeric matrix for different activators

Les following minerals phases are observed in the formulations using the activators reactors' sulphates sodics and/or potassics: CaCO₃ JCPDS :01-072-1937, SiO₂ (JCPDS : 01-083-0539), alite C3S (JCPDS: 01-086-0402). Ettringite Ca₆Al₂(SO₄)₃(OH)₁₂.26 H₂O. (JCPDS : 00-013-0350).

The illite is also observed. The potassics sulfates activators show in addition, an d'Orthoclase K(AlSi₃O₈) (JCPDS : 01-086-0439) phase. When activators are sodics or potassics silicates, the observed phases are quartz SiO₂ (JCPDS : 01-083-0539), alite C3S (JCPDS: 01-086-0402), illite and Brownmillerite C4AF (JCPDS: 01-071-0667). It is necessary to note that the phases of quartz and illite are secondary phases of the métakaolin. These phases did not react under the alkaline activation and play the role of load. [10]

3.3. FTIR

Materials are characterized by a structure consisted mainly of three-dimensional connected units, SiQ₄ (2Al) and SiQ₄ (3Al), bands on 1088 and 1094 cms⁻¹, a main characteristic for a matrix of geopolymers. They are assigned to the asymmetric strains of the connections Al-O and Si-O resulting from the inside of the individual tetrahedrons or from the quartz in the matrix geopolymeric. The results confirm the presence of a geopolymeric phase within the studied composites. Bands on 452 cms⁻¹ result from vibrations of strain of bridges O-Si-O in hardened pastas. These facts are connected to the increase of the crystallinity of samples caused by the order of the structure of the phases of hydrated calcium silicate [11]. Bands on 3 484 cms⁻¹ become wide.

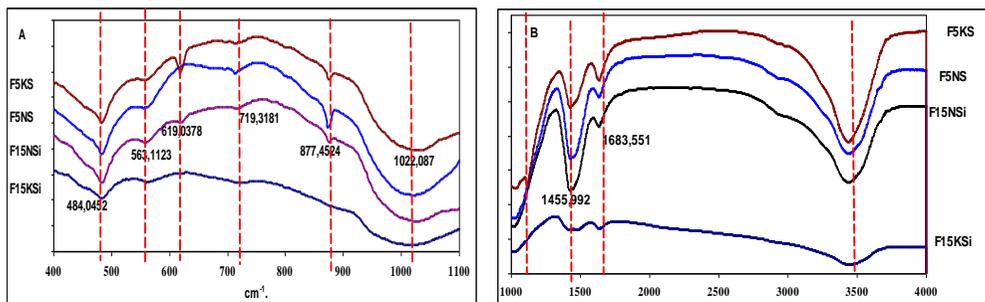


Figure2: FTIR spectral of formulations activated after tow days. (A: 400-1100 cm⁻¹. and B: 1000-4000 cm⁻¹)

3.4. MEB/EDX

Figure 3 presents scanning electronic microscopic micrographies of three composites based geopolymeric matrix, with elementary analysis of a same region by EDX. These EDX analysis indicated dense region in the right side of the micrograph, characteristic of high content of silicon and aluminium et a low quantity of calcium, suggesting that this region is the one of geopolymeric.

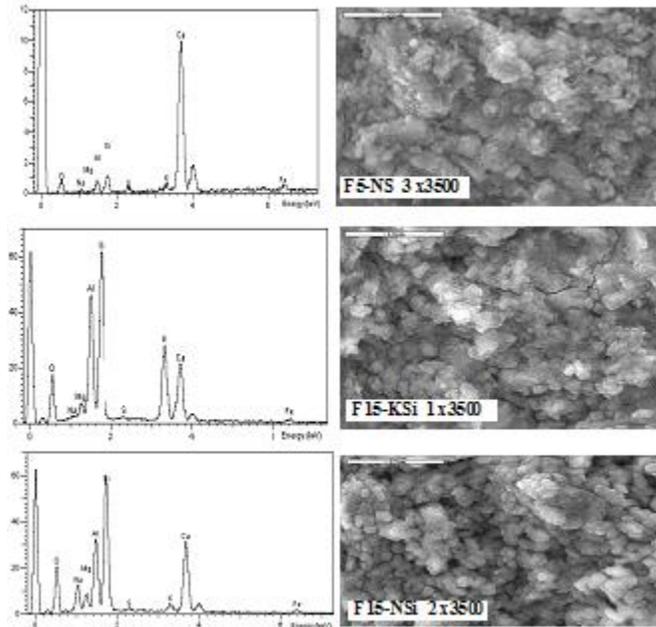


Figure 3: SEM of fracture surfaces of samples obtained after alkaline activations sulphates and silicates

They show a microstructure with connected pores, structured precipitates, and what would seem to be sheets of métakaolin having partially reacted. As the geopolymerisation is a process ground sol-gel implying alkaline on the precursors aluminosilicates, and an intermediate dissolution of water, followed by the precipitation of the dissolved species via a nucleation and the growth, the observed microstructure is formed by clusters of nanoparticles as phase of binder of the composite.

4. Discussion

The X-rays diffraction of the various composites after 28 days of cure shows a composition of phases which explains their mechanical behavior. Several parameters influence in the synthesis of products and make complicated the interpretation for behavior of the obtained products. Several parameters enter sets: the role of the alkaline, sodic / potassium cation, the influence of the type(chap) of solid activators (sulfates) / liquid (solution silicate alkaline) besides the correlations between the various formed species, the amorphous phase, the silicates of calcium, hydrates of silicates CSH obtained from the diverse cures and the mechanical behavior. Although the characteristic amorphous phase of geopolymers is present in samples, the others phases are existed (observations realized by EDX), The formation of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ often takes place during the hydration of hydrates of calcium. Nevertheless, in that case, there is rather appearance of gypsum CaSO_4 which competes with the formation of $\text{Ca}(\text{OH})_2$. The mechanical properties are connected to the microstructure and to the composition. Figure 4, shows the evolution of samples cured out for 28 days, in natural conditions $\pm 20^\circ\text{C}$ 2°C , with a relative humidity of 99 %, to increase the structural connection. Materials with liquid silicates activators of Na / K, see their mechanicals strength passing of the simple to the double according to the time of cure, although the potassium shows a stronger resistance. The weak mechanical performances of composites obtained with the activators in anions treat with sulphate anions, suggest a competition where the formation of an essential component which supplies the strength in the hydrated OPC, the minerals of hydrated calcium silicate C-S-H, is slowed down. The C-S-H gels formation can be delayed by the presence of the geopolymer. It is also possible that the geopolymeric phase formation can collide with the formation of the C-S-H gels by competition for the silicon in the system.

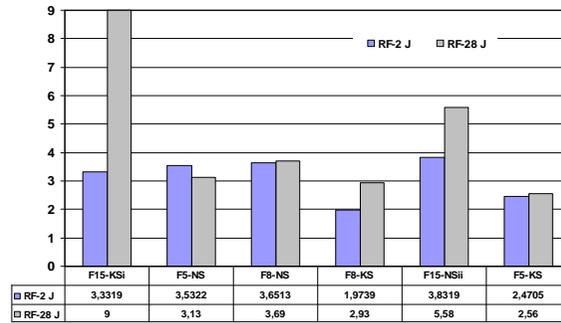


Figure4 : Résistance à la compression à 2 et 28 jours de temps de cure.

5. Conclusion

The number of parameters occurring during the processes of geopolymerisation and polycondensation of these hybrid cements is connected to the complexity of three components of the powder mixture precursor. The slag and the métakaolin are pouzzolanics, reagent materials subjects to produce of the geopolymerisation. The hydration products of BFS and MK subjected to the activation of alkaline are different and it recognized that the hydrate of silicate of calcium (CSH) is result of the activation of the BFS. The interpretation of the behaviour of the obtained products is influenced by the type of the alkaline, sodic/potassium cation, the type of solid activators (sulphates) / liquid (solution silicate alkaline) besides the correlations between the various formed species), the amorphous phase, the hydrates calcium, silicates (CSH) were obtained from the diverse cures and the mechanical behavior. Composites activated by silicates of Na / K, see their mechanicals strength passing of the simple to the double according to the time of cure, although the potassium shows a stronger resistance. A competition between the formation of an essential component the hydrates of calcium silicate C-S-H and the amorphous geopolymeric phase distorts the mechanical performances because there is no continuity of phase in the matrix of composites.

3.2. REFERENCE

- [1] 2. E. M. Gartner and D. E. Macphee, "A Physico-Chemical Basis for Novel Cementitious Binders". *Cement. Concrete. Research.*, Vol 41, issue 7, july 2011. pp 736-749.
- [2] 3. P. Duxson, A. Fernández-Jiménez, J. L. Provis, G. C. Lukey, A. Palomo and J. S. J. Deventer, "Geopolymer technology: the current state of the art". *J. Mater. Sci.*, **42** (9) 2917-2933, (2007).
- [3] 4. K. Komnitsas and D. Zaharaki, "Geopolymerisation: A review and prospects for the minerals industry". *Miner. Eng.*, **20** (14) 1261-1277 (2007).
- [4] 6. C. Li, H. Sun and L. Li, "A review: The comparison between alkali-activated slag (Si+Ca) and metakaolin (Si+Al) cements". *Cement and Concrete Research*, **40** (9) 1341-1349 (2010).
- [5] P. Duxson, J.L. Provis. Designing precursors for geopolymer cements. *Journal of the American Ceramic Society*, 91 (2008), pp. 3864–3869.
- [6] 14. J. H. Sharp, E. M. Gartner and D. E. Macphee, "Novel cement systems (sustainability). Session 2 of the Fred Glasser Cement Science Symposium". *Adv Cem Res*, **22** (4) 195-202, (2010).
- [7] J. Provis and J. Van Deventer, *Geopolymers: Structure, Processing, Properties and Industrial Applications*, Woodhead Publishing Limited, UK (2009).
- [8] Garcia-Lodeiro, A. Fernandez-Jimenez, D.E. Macphee, I. Sobrados, J. Sanz, A. Palomo. Stability of synthetic calcium silicate hydrate gels in presence of alkalis, aluminum, and soluble silica. *Transport Research Record* (2010), pp. 52–57
- [9] Garcia-Lodeiro, A. Fernandez-Jimenez, A. Palomo, D.E. Macphee. Effect of calcium additions on N–A–S–H cementitious gels. *Journal of the American Ceramic Society*, 93 (2010), pp. 1934–1940
- [10] F. Zibouche, H. Kerdjoudj, J.B. d'Espinose de Lacaillerie, H. Van Damme. Geopolymers from Algerian metakaolin. Influence of secondary minerals. 2009. Vol 43, Issue 3-4, Mars 2009, *Applied Clay Science*
- [11] M. Criado, A. Fernández-Jiménez and A. Palomo. Alkali activation of fly ash: Effect of the SiO₂/Na₂O ratio: Part I: FTIR study. Vol 106, Issue 1-3, Nov 2007, pp 180-191.

Conception et réalisation d'un laveur désinfecteur d'endoscope.

Djadi. A¹, Bouzid.M², Guechtoulli³. S;

2: Université M'HAMED Bougara Boumerdès ; Unité de Recherche Matériaux Procédés & Environnement, Boumerdes, Algérie.

1, 3: Technologie de la santé Algérie (T.S.A), Département de recherche et développement, 02 Rue titouémene Cherchell, Tipaza, Algérie.

Résumé : La désinfection des équipements thermosensibles tel que les endoscopes souple, génère une source de pollution ponctuelle et diffuse. L'impact de cette pollution sur l'environnement nécessite une nouvelle approche scientifique dans sa gestion. La conception et la réalisation de notre laveur Désinfecteur d'Endoscope "L.D.E" est basé sur une approche dite ciblée. La pollution chimique directe et croisée et la pollution biologique directe et croisée est maîtrisée par un circuit fermé. L'asservissement électronique permet la désinfection en mouvement circulaire et contenu et le système de filtration permet d'éviter le dépôt, formation et développement des bio-films. Les niveaux d'exploration et la spécificité des différentes flores microbiologiques imposent l'adaptation du Laveur Désinfecteur d'Endoscope aux différentes enceintes endoscopiques (Exploration fibroscopie œso-gastro-duodénale, Exploration coloscopie, Exploration fibroscopie broncho-pulmonaire).

Mots clés : Désinfection, Endoscopie, Glutaraldéhyde, Pollution environnement, Laveur Désinfecteur Endoscope.

Mesure de radioprotection dans les locaux de radiodiagnostic à RX

Messalti Hamdi H.¹, Bouzid B¹.

¹Laboratoire des sciences nucléaires, Faculté de physique, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie

Résumé : Tout a commencé en 1895 quand ROENTGEN découvrit les rayons X. ce fut une date importante dans l'histoire de l'imagerie médicale. Sa découverte a permis le développement rapide du radiodiagnostic qui, à nos jours est indispensable au monde médical pour l'établissement d'un diagnostic anatomique et métabolique. Cependant les techniques, utilisant des sources radioactives peuvent induire des dégâts sur des personnes surexposées parmi les patients, personnels et visiteurs au niveau de l'établissement et même en dehors, à cause des rejets des effluents radioactifs. Les risques provoqués dépendent de la quantité de dose reçue, dans le cas des faibles doses, l'effet pathologique ne se manifeste que tardivement après l'accumulation des irradiations répétées. Par contre, pour les doses fortes, l'effet se manifeste après quelques heures de l'irradiation. En général, ces effets se traduisent par des lésions épidermiques des mains, une disparition des empreintes digitales, et des cancers de peau. Pour se protéger, nous nous sommes proposé de mener une étude de radioprotection qui consiste à réduire ces effets par des moyens de prévention et de surveillance. la priorité principale est de s'assurer que les personnes à proximité du local ne sont pas exposées à des niveaux de rayonnement qui dépassent les limites d'exposition légales admissibles. Pour cela nous avons effectué un calcul pour déterminer les dimensions du blindage adéquat afin de se conformer aux exigences suivantes : les niveaux de rayonnement dans les zones contrôlées, occupées de façon courante par les travailleurs sous irradiation, doivent être tels qu'aucun d'eux ne soit exposé dans l'exercice de ses fonctions à plus de 20 mSv par année ; et les niveaux de rayonnement dans les zones non contrôlées doivent être tels que personne ne reçoive plus de 1 mSv par année.

Mots Clés : rayon X, effets nocifs, radioprotection, blindage.

A novel polymer inclusion membrane applied in zinc(II) and copper(II) separation from aqueous solution

Zioui .D *¹, Arous. O ^{1,2}, Amara .M ^{1,2}, Kerdjoudj .H ¹

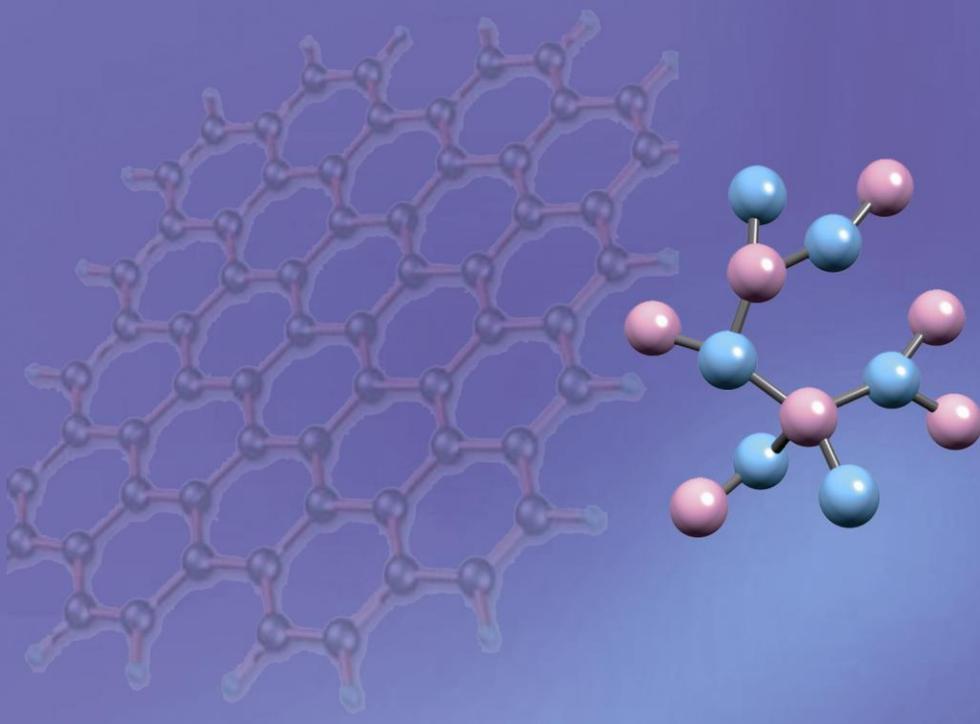
¹Laboratory of Hydrometallurgy and Inorganic Molecular Chemistry, USTHB Faculty of Chemistry,
BP32 El Alia, 16111, (ALGERIA)

²Center of Research in Physical and Chemical Analysis CRAPC,
BP 248 Algiers RP 16004, Algiers, (ALGERIA)

Résumé : The management of pollutant emissions is a serious problem in many countries. For the elimination of potential environmental disturbance from a perspective of sustainable development, clean up and recovery of industrial waste are important goals of both industrialized and developing countries. To achieve this, treatment technologies must be developed, thus preserving the environment. In this work, a development of a novel class of membrane for performing copper and zinc ions separation is reported. The membrane is polymerized from cellulose triacetate (CTA) and other polymers (P4VP or PMMA) with crown-ethers incorporated into the polymer as a metal ion carrier using tris ethyl hexyl phosphate as plasticizer. Structural modifications promoted by the nature of the carrier and polymer that affect metal ion migration in polymer inclusion membranes (PIMs) were evaluated using FTIR, Scanning Electron Microscopy (SEM), X-Ray Diffraction (DRX) and Thermogravimetric Analysis (TGA). A comparative study of the transport across a polymer inclusion membrane (PIM) has shown that the copper (II) and zinc (II) transport efficiency was increased using a modified PIM.

Mots-Clés : PIM, Toxic metals, Depollution, Dialysis

ISBN: 978-9931-9090-0-2
Dépôt légal : 1841-2012



Editeur

Unité de Recherche Matériaux, Procédés et Environnement UR-MPE
Université M'Hamed Bougara Boumerdès

ردمك : 978-9931-9090-0-2
الأيداع القانوني : 1841-2012