

Analyse par spectroscopie Infrarouge à transformée de Fourier et diffraction des rayons X d'un matériau composite.

N. SASSANE, L. ALIMI, T. GUETTAF TEMAM, M. HASSANI, S. BOUKHEZAR
Research Center in Industrial Technologies (CRTI), P.O. Box 64 Cheraga. ALGERIA
n.sasane@crti.dz

Résumé :

Les composites à matrice polymère sont utilisés en général comme des biomatériaux à cause de leurs constituants.

Le matériau analysé est un composite à matrice en polymère renforcé par une fibre de verre utilisé comme prothèse orthopédique d'un tibia.

Les résultats obtenus de diffraction des rayons X et spectroscopie Infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) montrent la présence de la silice SiO_2 et de l'alumine Al_2O_3 se sont parmi les constituants de la fibre de verre ainsi que la présence des molécules organiques se sont parmi les constituants de la résine polyester.

Mots clefs : composite, prothèse orthopédiques, DRX, FTIR.

1. Introduction

Plusieurs secteurs industriels au monde sont intéressés par l'évolution de la production de nouveaux matériaux composites [1]. Ces matériaux récemment sont considérés comme des fameux produits dans la technologie par rapport aux usuels matériaux, parce que ne sont pas coûteux et montrent des meilleurs propriétés ; Ces caractéristiques sont dû à leurs constituants [2, 3].

Les chaînes de polymères dans les structures chimiques sont caractérisées par l'association d' onze éléments chimique. Chaque polymère est identifié par son nom chimique, son nom commercial, ou sa structure moléculaire [4, 5].

L'étude des nouveaux matériaux se base sur des méthodes de caractérisations adéquate comme la diffraction des rayons X et aussi la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier. La diffraction des rayons X (DRX) nous a permet d'identifier le nombre et la nature des phases existe dans le composite. En outre, la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) permet d'obtenir des informations sur les liaisons chimiques entre atomes moléculaires. Ces deux techniques de caractérisations sont complémentaires et mènent à une fiable identification structurale du composite [6].

2. Procédure

2.1. Diffractométrie de rayons X

L'analyse pour chaque échantillon de composite par diffraction des RX (DRX, on utilise aussi souvent l'abréviation anglaise XRD pour X-ray diffraction) a été réalisé à l'unité de recherche en matériaux avancés/Centre de recherche en technologies industrielles à l'aide d'un diffractomètre à 40kV x 40mA, équipé d'un tube de rayons X avec une anticathode en cuivre d'une longueur d'onde $\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$, et avec un domaine angulaire balayé s'étendant de 2θ égale 4 à 100° , par un pas de 0.01° et un temps de pas de 1s.

L'exploitation des résultats pour déterminer les propriétés structurales et les paramètres cristallins ainsi que pour identifier les phases présentes on a utilisé deux logiciels le X'Pert HighScore Plus pour extraire les pics pour chaque spectre d'alliage et les identifier par une base de données PDF2.

•Principe de la diffraction par rayons X

Le principe de cette méthode de caractérisation est basé sur un faisceau de rayons X monochromatique (de longueur d'onde λ) et parallèle bombarde l'échantillon à analyser [7]. Par suite un faisceau diffracté va détecter par un détecteur ; lorsque l'angle d'incidence θ correspond à un angle de Bragg pour la longueur d'onde fixée, on enregistre un pic de diffraction dont on mesure l'intensité. Les pics de diffraction ce sont les directions où en les interactions constructives, peuvent être montrées par la loi de Bragg suivantes [8].

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

Où :

λ : est la longueur d'onde utilisée ;

θ : l'angle d'incidence des rayons X (angle de Bragg) ;

n : est l'ordre de la diffraction ;

d : la distance interréticulaire.

2.2. Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF)

L'échantillon qu'on a utilisé pour la spectroscopie Infrarouge à transformée de Fourier est sous forme de poudre mélangé avec 2g de Bromure de Potassium (KBr) ce dernier utilisé à cause de leur intervalle important de transmission de 43500 cm^{-1} à 400 cm^{-1} et à la fin on comprime avec une presse le mélange pour obtenir une pastille. À fin qu'on peut identifier les composés détectés par la machine infrarouge sur les spectres infrarouges [9, 10].

3. Résultats et discussions

3. 1. Diffraction par rayon X

Analyse des composés ou des phases probables dans le composite étudié.

D'après les diffractogrammes de la figure .1. on constate la présence des molécules organiques Stearyl-2-lauryl-3-capryl-glycerol ($C_{43}H_{82}O_6$) et Laurylglycerol ($C_{15}H_{30}O_4$) ces molécules se sont parmi les constituants de la résine polyester, On remarque aussi, la succession de phases Laurylglycerol ($C_{15}H_{30}O_4$), et en outre, la présence de la silice SiO_2 et l'alumine Al_2O_3 se sont parmi les constituants de la fibre de verre [10].

Par ailleurs, un désordre marqué par une bosse alentours de $2\theta = 20^\circ$, la présence de ce phénomène en générale est un caractère d'un matériau amorphe.

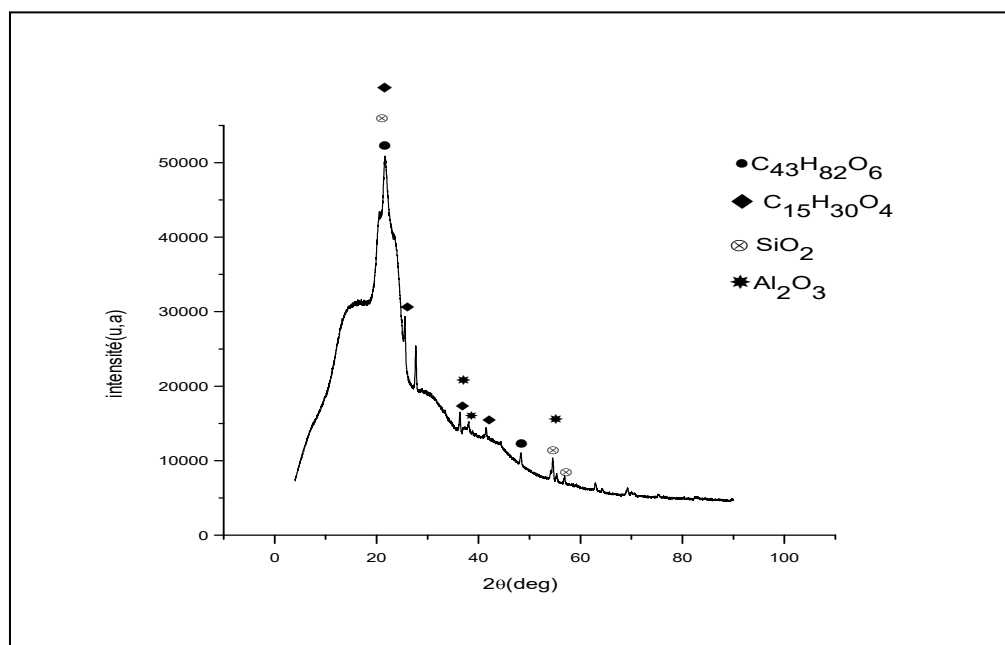


Fig.1 Diffractogrammes DRX pour le composite étudié.

3.2. Spectre infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) du composite utilisé

La figure.2. montre le spectre infrarouge à transformée de Fourier du composite étudié après usage, d'après la littérature la gamme de fibre de verre et entre 650 et 4000 cm^{-1} [11].

Le pic à 780 cm^{-1} montre que le polymère est à base d'époxyde. Le pic à 810 cm^{-1} montre le phénomène de la double liaison acrylate [12].

Le spectre FTIR montre un pic à 1600 cm^{-1} , ce pic est dû à la formation d'une fonction ester après interactions entre les chaînes de polymère et les particules de fibre de verre. Y a une possibilité d'une réaction entre le polymère et la fibre de verre : $\text{RSiO}^- + \text{R}'\text{CO}_2\text{R}'' \rightarrow \text{RSiOR}'' + \text{R}'\text{CO}_2^-$, mais cela peut aussi être dû à la formation d'une liaison éthylène par décomposition thermique du polymère [13].

On Remarque aussi la présence d'un pic à 1745 cm^{-1} attribué à la fonction carbonyle, ce pic doit être la signature d'un nouveau groupe ester [14].

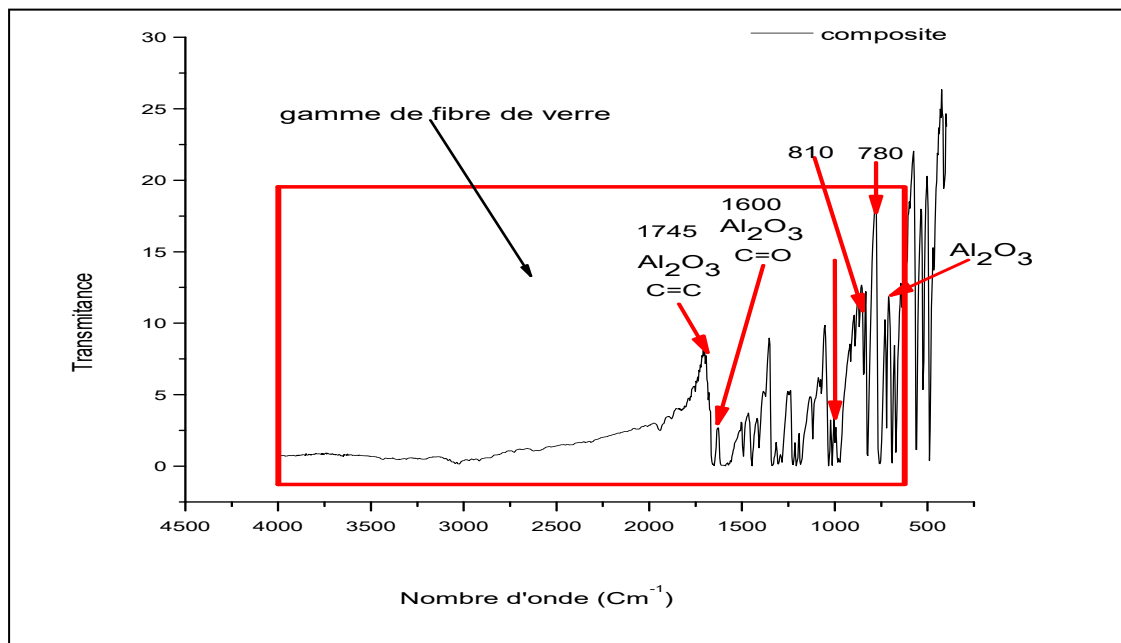


Fig.2 Spectre infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) du composite.

4. Conclusion

Les résultats de cette étude nous amènent aux conclusions suivantes :

L'analyse par diffraction des rayons X (DRX) confirme la présence des constituants de composite à matrice polymère renforcé par la fibre de verre parmi ces constituent la silice SiO_2 et l'alumine Al_2O_3 .

L'analyse par Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier montre la présence d'une réaction entre la matrice en polymère le renfort en fibre de verre qui peut être dû à une réaction de décomposition thermique du polymère.

5. Références

- [1] M. E. BOURAHLI, "Caractérisation d'un composite verre / époxy", thèse de doctorat de l'université de Farhet Abbas-Setif- Algérie, 2014.
- [2] J. Olumuyiwa Agunsoye, S. Talabi Isaac, O. Sanni Samuel, "Study of Mechanical Behaviour of Coconut Shell Reinforced Polymer Matrix Composite", Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, 2012, Vol.11, pp. 774-779.
- [3] M. RAGOUBI, "Contribution à l'amélioration de la compatibilité interfaciale fibres naturelles/matrice thermoplastique via un traitement sous décharge couronne", thèse de doctorat de l'université Henri Poincaré Nancy 1, 2010.
- [4] S. Parkand, J. Jin, "Effect of silane coupling agent on interphase and performance of glass fibers/unsaturated polyester composites" Journal of colloid and interface science, 2001, Vol.242, pp. 174-179.
- [5] R. Brown, Handbook of Polymer Testing Short-Term Mechanical Tests , Rapra Technology Limited, 2002.
- [6] L. Petit, Thèse de doctorat, université de bordeaux1, 2002.
- [7] A. Richard, "Étude par diffraction des rayons X des déformations induites par irradiation/implantation d'ions dans le dioxyde d'uranium", Thèse de doctorat de l'université de Poitiers, 2012.
- [8] M. Amélie PETIT FÉREY, "Élaboration et caractérisation d'alliages hydrurables de type ABx (A=La, Mg ; B=Ni et x=3 à 4) en vue de leur utilisation comme matière active pour électrode négative d'accumulateur NI-MH" Thèse de doctorat de l'université de Paris XII, 2008.
- [9] O. BOUBEKKA, "Synthèse et caractérisation de matériaux hybrides, « Organique-inorganique", Thèse de doctorat de l'université de l'université Mentouri-Constantine, 2011.
- [10] Centre d'animation régional en matériaux avancées (CRMA), Glossaire des matériaux composites renforcés de fibres d'origine renouvelable, Décembre 2006.
- [11] L. Salmon, "Etude de la dégradation hydrolytique de l'interface fibre-matrice dans les matériaux composites fibre de verre-résine époxyde" Thèse de doctorat de l'université ENSAM, Paris, 2010.
- [12] M. Amina, "Synthèse et propriétés de polymères renforcés à matrice polyacrylate et polyépoxyde", université de Batna, Algérie, 2012.
- [13] N. GINSAC, "Caractérisation de matériaux composite polyacide lactique-bioverre pour application dans la réparation osseuse", l'institut national des sciences appliquées de Lyon, 2011.

- [14] FD. Kopinke, M. Remmler, K. Mackenzie, M. Möder, O. Wachsen, "Thermal decomposition of biodegradable polyesters—II", Poly(lactic acid). Polymer Degradation and Stability, 1996, Vol.53, pp.329-342.