

ETUDE DE L'EFFET DE L'IRRADIATION UV SUR LES PROPRIETES OPTIQUE ET MORPHOLOGIQUE DU POLYPROPYLENE.

S. MOUACI^{1*}, M. SAIDI¹ et N. SAIDI-AMROUN¹

¹Equipe Matériaux Diélectriques, Laboratoire Physique des Matériaux,
Faculté de Physique, Université des Sciences et de la Technologie (USTHB).
BP 32 El-Alia, Bab-Ezzouar, Alger, Algérie.

*s.mouci@gmail.com / smouaci@usthb.dz

ABSTRACT

The modification of the physico-chemical properties of polymeric materials under various ionizing radiations is an important area of research for both material surface treatment techniques and material endurance. Our study focuses on the effect of UV radiation on the structural properties of polypropylene. The 25 μm thick films were exposed to UV-A and UV-C, under air, for different times ranging from 6 to 20 hours. The surface state of the irradiated samples was observed by the polarization optical microscope (POM). The obtained images reveal that the surface is modified after irradiation, showing cracks of different sizes. The optical properties of virgin and irradiated films were investigated by UV-visible spectroscopy. A decrease in the optical gap has been observed, revealing the creation of point defects.

Keywords: Polypropylène; UV; gap optique; MOP, Surface.

Author Correspondence, e-mail: s.mouaci@mail.com

1. INTRODUCTION

Le polypropylène (PP) est l'un des matériaux thermoplastiques les plus utilisés dans le monde, dans de nombreuses applications, pour son faible coût et ses propriétés intéressantes. Cependant, le PP a un très faible taux de dégradation dans l'environnement. Une photo-dégradation significative du polypropylène peut être provoquée par une irradiation UV dans la

plage de longueur d'onde 310-350 nm [1]. La dégradation des polymères est une réaction chimique irréversible qui conduit au clivage des liaisons chimiques, à la décomposition de la matrice du polymère, la réduction de la masse moléculaire, ou encore, la modification des groupes fonctionnels du polymère. Cette dégradation résulte souvent du fait que les rayons ultraviolets interagissent avec les carbones tertiaires pour former des radicaux libres qui réagissent ensuite avec l'oxygène dans l'atmosphère pour former des groupes carbonyles dans la chaîne principale du polymère. Une exposition prolongée aux rayonnements UV conduit à la fragilisation du polymère et à l'altération de la surface. Des fissures de surface sont formées en raison de la compression des couches de surface. Les raisons de tous ces altérations sont des changements morphologiques qui activent la dégradation accélérée sur les endroits où les fissures apparaissent [2]. L'un des procédés les plus courants de la protection des matériaux polymères du rayonnement UV est l'utilisation de différentes charges d'absorbants [3].

Notre travail s'inscrit dans la continuité des travaux déjà effectués par notre équipe sur l'effet de l'irradiation sur l'état de surface des matériaux polymères [4]. L'objectif de ce travail est l'étude des propriétés optiques et morphologique du polypropylène isotactique soumis à une irradiation UV-A et UV-C ainsi que la corrélation entre ces deux propriétés.

1.1. Matériau et Irradiation UV

Le matériau polymère utilisé pour cette étude est le polypropylène isotactique (iPP), qui se présente sous forme de films minces de 25 μm d'épaisseur. L'irradiation par UV a été effectuée par une lampe à Mercure, de longueur d'onde (spectre discontinu) 365 nm et d'intensité 1350 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Elle a été faite sous air et à température ambiante; pour différents temps d'expositions (6 h 40 min, 9 h 40 min, 12 h 50 min et 15 h 50 min) pour l'UV-A. le temps d'exposition de l'UV -C est égale à 20 h.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Analyse des spectres de la spectroscopie UV-VIS

L'estimation des propriétés optiques de l'iPP est nécessaire après l'irradiation UV. Le PP possède une bande interdite élevée allant de 4,6 à 5,8 eV [5]. Les mesures de la spectroscopie

UV-VIS (Ultraviolet-Visible) ont été effectuées à température ambiante. En utilisant les data de la transmission, l'énergie de la bande optique, de l'iPP a été obtenue à partir de l'expression de Tauc [6] donnée ci-dessous :

$$\alpha h\nu = A(h\nu - E_g)^{1/2} \quad (1)$$

où A est une constante et $h\nu$ l'énergie du photon incident.

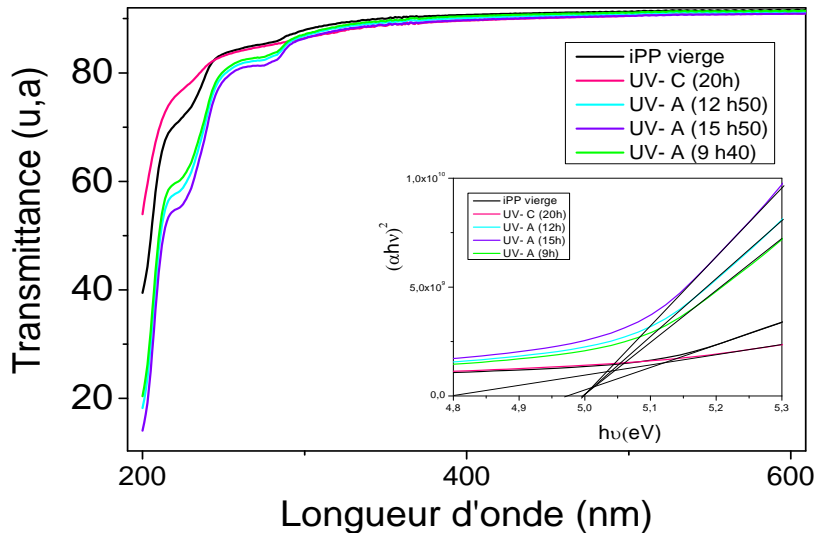


Fig.1. Les spectres UV-VIS d'iPP irradié aux rayonnements UV

L'écart de la bande optique est calculé à partir de $(\alpha h\nu)^2$ en fonction de $(h\nu)$ (représenté à la Fig.1). On remarque, une légère diminution du gap optique E_g (de 4.9 eV à 4.7 eV). Cette diminution peut être attribuée à la création de défauts ponctuels lors de l'irradiation UV. La présence de ces défauts pourrait conduire à la formation d'états de faible énergie et à diminuer l'écart entre les bandes de conduction et de valence dans le polymère irradié.

2.2. Analyse des micrographies du microscope optique à polarisation (MOP)

La morphologie des films irradiés à été observée à l'aide d'un microscope optique à polarisation (MOP). Les photographies prises en présence (échantillon vierge et irradié UV-A 9h40) et en absence (échantillon irradié UV-A 15h50m et irradié UV-C 20 h) de la lumière polarisée sont représentées à la Fig.2.

Pour les échantillons vierge et traité aux UV-A pendant un temps $t = 9 \text{ h } 40\text{m}$, la surface des films est relativement lisse. En revanche, pour les échantillons traités aux UV-A (15 h 50m) et UV-C (20 h), la morphologie de la surface a changé et on voit apparaître de petites

irrégularités de différentes formes. Les fissures à la surface des films iPP irradiés sont distinctes, tandis que le nombre et la taille des fissures de surface dans le film vierge sont pratiquement absents. Des résultats similaires ont été observés par Senatova et al [3] sur le polypropylène isotactique traité aux UV.

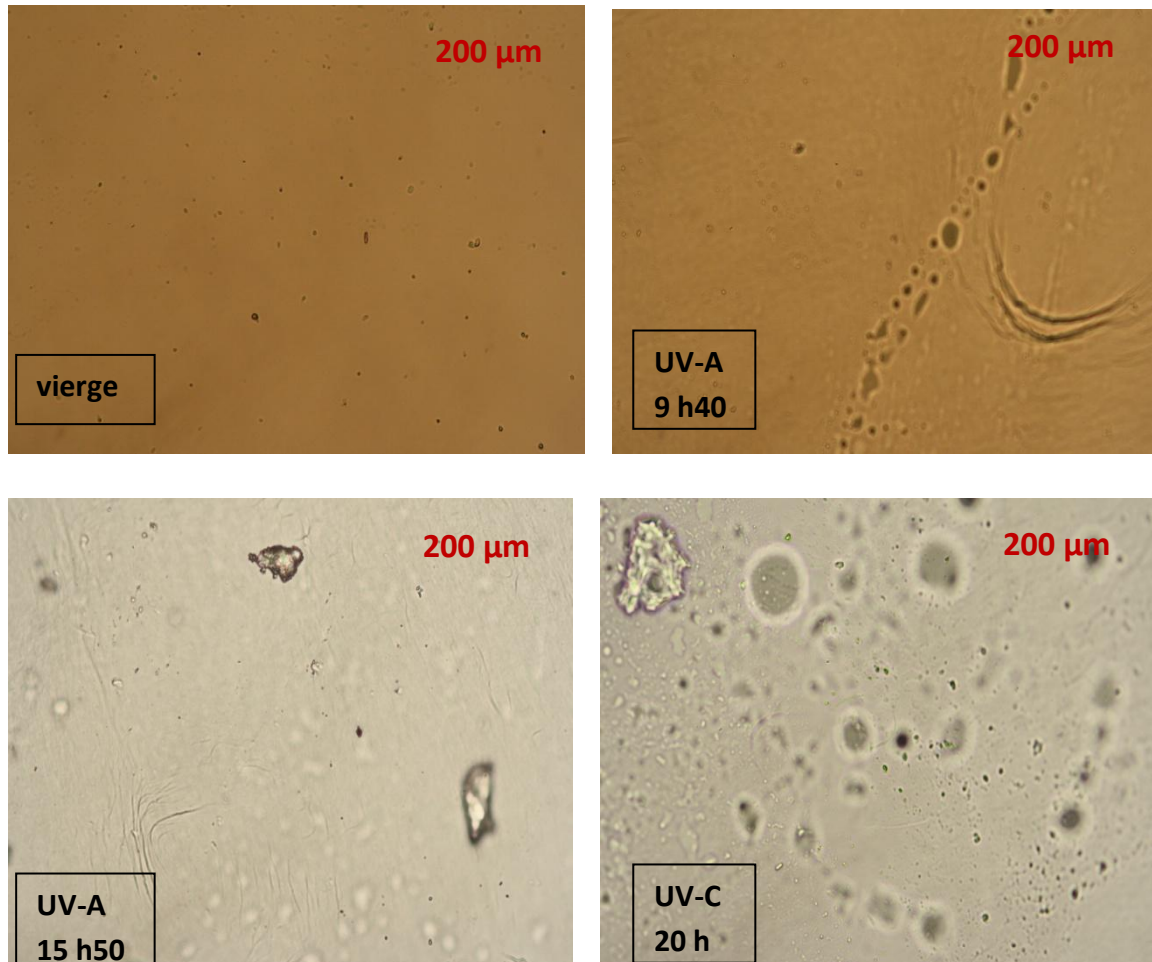


Fig.2. Les images MOP d'iPP irradié aux UV

2.3. Analyse des spectres FTIR

Les spectres obtenus par l'analyse spectrale FTIR de l'échantillon iPP suite à l'exposition aux rayonnements UV, à la température ambiante, pour différents temps d'expositions ($t_1 = 6 \text{ h } 40 \text{ mn}$, $t_2 = 9 \text{ h } 40 \text{ mn}$, $t_3 = 12 \text{ h } 50 \text{ m}$ et $t_4 = 15 \text{ h } 50 \text{ mn}$) sont représentés aux Fig.3.a et Fig.3.b pour les régions comprises entre ($500 - 2000 \text{ cm}^{-1}$) et ($2500 - 3800 \text{ cm}^{-1}$) respectivement.

On remarque, qu'un pic de carbonyle apparaît dans la région 1730 cm^{-1} . Ceci est le résultat de la formation des groupes contenant du $\text{C} = \text{O}$ (tels que des groupes carboxyle, cétone ou

aldéhyde) à partir des réactions en chaîne d'oxydation qui se produisent dans les chaînes du polymère.

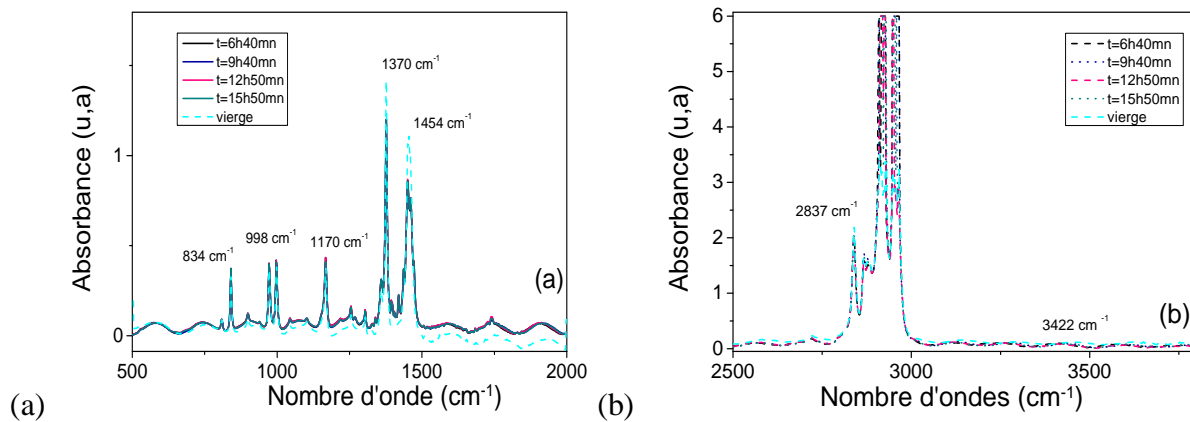


Fig.3. Les spectres FTIR d'iPP irradié aux UV

La dégradation est principalement observée dans cette région du spectre d'iPP. Le degré de photo-oxydation du polypropylène diminue sur la profondeur de l'échantillon en raison de la pénétration limitée du rayonnement UV et de la diffusion de l'oxygène [7]. Ainsi, les dommages causés par l'irradiation UV entraînent une fragilisation de la couche superficielle, où des microfissures se forment.

3. CONCLUSION

Nous avons abordé au cours de cette étude, l'effet des rayonnements UV sur les propriétés optique et structurale du polypropylène isotactique par le biais de plusieurs techniques d'analyses à savoir le microscope optique à polarisation (MOP) et la spectroscopie UV-VIS. Nous avons montré que la surface des films irradié a changé après exposition aux rayonnements UV. Aussi, nous avons constaté une légère diminution du gap optique, révélant la création de défauts ponctuels.

4. REFERENCES

- [1] Allen N.S, Edge M, M. Elsevier Science Publishers, Essex. (1994).
- [2] McKellr J.F and Allen N.S, 'Photochemistry of Man-made polymers', Applied Science Publishers, London, UK, (1979) 33-34.

- [3] Senatova S.I, Senatov F.S, Kuznetsov D.V, Stepashkin A.A and Issi J.P, 'Effect of UV-radiation on structure and properties of PP nanocomposites', J. Alloy. Compd., 10.1016/j.jallcom.2016.11.170 (2017)
- [4] Mouaci S, Saidi M and Saidi-Amroun N, 'Oxidative degradation and morphological properties of Gamma-irradiated isotactic polypropylene films', Micro & Nano Letters, 10.1049/mnl.2016.0812 (2017)
- [5] Mathakari N. L, Kanjilal D, Bhoraskar V. N, and Dhole S. D, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 266, (2008) 1793.
- [6] Tauc J, Grigorovic R and Vancu A, Phys. Status Solidi, 15, (1966) 627
- [7] Zhao H, Li R.K.Y, Polymer. 47 (2006) 3207-3217