

COMPORTEMENT MECANIQUE D'UN POLYMERE OXO-BIODEGRADABLE

F. BENSAAD¹, N. BELHANECHÉ-BENSEMRA²

1. Laboratoire de Revêtement des Matériaux et Environnement, Université de Boumerdes, Algérie
fatima_bensaad@yahoo.fr
2. Laboratoire des sciences et technique de l'environnement, Ecole nationale polytechnique, Algérie
n_belhaneche@yahoo.fr

Résumé

L'objet du présent travail est l'étude de vieillissement naturel du PP en présence de deux types 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, Algérie. Des prélèvements ont été effectués tous les trois mois pour les trois formulations vieillis et les témoins et ont été caractérisés.

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, propriétés mécanique, vieillissement naturel*

1. Introduction

Les performances considérables des matières plastiques, telles que leur faible poids, leur durabilité, leur faible coût, leur nombreuses propriétés (utilisation dans un vaste domaine de température, résistance à des nombreuses substances chimique et facilité de mise en œuvre) sont à l'origine d'une croissance de production et une utilisation courante dans la vie quotidienne. Elles ont atteint une position irremplaçable dans l'industrie, spécialement l'industrie d'emballages.

Le polypropylène (PP), un thermoplastique de grande diffusion, est l'un des quatre grande thermoplastique avec le polyéthylène (PE), le polystyrène PS et le polychlorure de vinyle (PVC). Le PP est utilisé dans presque tous les secteurs et en particulier les secteurs emballages et agricoles.

Toutefois, comme le polypropylène n'est pas biodégradable et la quantité produite est en majorité non

recyclable, ces emballages ont tendances à s'accumuler dans l'environnement et à provoquer une pollution visuelle pendant des milliers d'années.

L'incorporation des agents pro oxydants afin d'accélérer la dégradation du polypropylène et de rendre les produits de dégradation plus susceptibles à la biodégradation représente une solution prometteuse au problème de protection de l'environnement. Ces agents sont des ions métalliques transitoires tels que le Fe ou le Mn, ajoutés aux polymères sous forme de stéarates ou complexes organiques, ils peuvent augmenter la vitesse d'oxydation en présence de l'oxygène de l'air et le clivage des chaînes polymériques sous l'influence de la température et/ou de la lumière [1].

2. Partie expérimentale

2.1. Produits utilisés

Le polypropylène utilisé est un homopolymère grade injection (SABIC, Arabie Saoudite). Les pro oxydants sont le stéarate de calcium (PROLABO, France) et le complexe calcium/zinc (BETAQUIMICA, Espagne).

2.2. Formulations réalisées

A l'aide d'une extrudeuse monovis trois formulations ont été élaborées, F-1 contenant du PP pur, F-2 et F-3 contenant 5% du stéarate de Ca et de complexe Ca/Zn respectivement.

2.3. Procédure de dégradation

Les trois formulations en PP ont été exposées durant 18 mois dans des conditions naturelles de température, d'humidité et de rayonnement solaire à Boudouaou au niveau de la wilaya de Boumerdès, Algérie.

Les éprouvettes en PP ont été placées sur un support en bois orienté au sud et incliné à un angle de 45° selon la norme NF EN ISO 877 [2].

Des prélèvements ont été effectués chaque trois mois pour les trois formulations vieillis et les témoins et ont été caractérisés.

2.4. Méthodes de caractérisation

Les formulations préparées ont été caractérisées par différentes techniques thermiques et mécaniques.

2.4.1. Essai de dureté

La dureté des échantillons en polypropylène a été mesurée à l'aide d'un duromètre type Shore D selon la norme ISO 291. La valeur de la dureté est la moyenne obtenue en cinq points différents sur la même éprouvette.

2.4.2. Essai de traction

L'essai de traction a été effectué sur une machine de marque ZWICK de type BTC-FR2, 5TN.D09, pilotée par ordinateur sous logiciel TestXpert V10.11. L'essai est effectué selon la norme NF EN ISO 527. La vitesse d'étirement des éprouvettes haltères est de 100mm/mn.

Le résultat obtenu représente une moyenne obtenue sur cinq éprouvettes.

3. Résultats et discussions

Evolution des propriétés mécaniques en traction

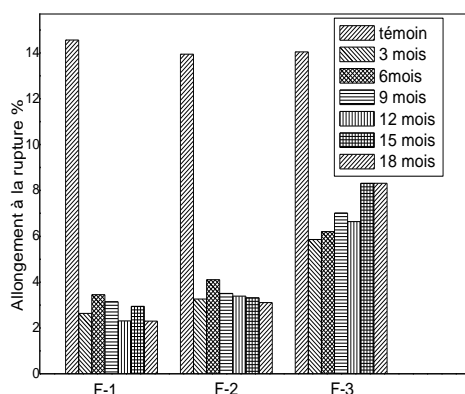


Fig1 Evolution de l'allongement à la rupture en fonction du temps de vieillissement

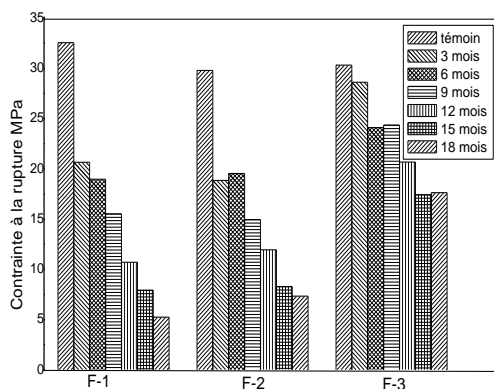


Fig2 Evolution de la contrainte à la rupture en fonction du temps de vieillissement

D'après les figures 1 et 2 qui représentent, respectivement, l'évolution de l'allongement et de la contrainte à la rupture des trois formulations en fonction du temps de vieillissement naturel, il peut être noté que les valeurs de l'allongement à la rupture des trois formulations avant le vieillissement sont sensiblement égales ce qui indique que ces additifs n'ont pas conduit à la dégradation pendant la phase de transformation. Ces résultats sont en accord avec une autre étude similaire [3]. Il est à noter que la contrainte à la rupture a diminué de façon continue depuis les premiers mois d'exposition, la diminution la plus notable a eu lieu dans le cas des formulations F-1, F-2.

Une chute importante de l'allongement à la rupture est observée après trois mois de vieillissement pour toutes les formulations, ce qui montre la sensibilité du PP au rayonnement solaire. Il est à noter que le PP utilisé dans ce travail ne contient pas d'antioxydant.

La chute des propriétés en traction est due aux réactions de coupures de chaînes au cours de la photo oxydation[4].

Evolution de la dureté

Les résultats du tableau 1 montrent que les valeurs de la dureté sont du même ordre de grandeur pour les trois formulations témoins, ce qui montre que les pro oxydants n'influent pas sur les propriétés du PP au cours de la mise en œuvre. Une diminution progressive des valeurs de la dureté est constatée pour l'ensemble des formulations vieilles. Il est à noter qu'après 18 mois de vieillissement, cette diminution est plus importante dans le cas de F-2. Cela peut être interprété par la meilleure efficacité du stéarate de Ca en tant que pro oxydant.

Temps (mois)	Dureté Shore D		
	F-1	F-2	F-3
0	73±0,60	72±0,52	72±0,30
3	70±0,53	71±0,73	72±00
6	66±0,15	64±00	66±0,10
9	64±0,73	63±00	64±00
12	64±0,51	61±0,57	63±0,15
15	63±00	56±00	61 ±0,57
18	58±2,60	42±0,70	53±0,73

Tableau1 Evolution de la dureté au cours du vieillissement

4. Conclusion

On peut conclure que les formulations étudiées ont gardé les mêmes propriétés dans le cas des témoins, ce qui indique que les pro oxydants utilisés ne conduisent pas à

la dégradation au cours de la mise en œuvre, tandis que les formulations vieilles ont subi des modifications notables. Les modifications les plus importantes ont été observées dans le cas des formulations contenant les pro-oxydants, ce qui montre que ces derniers ont accéléré les réactions de dégradation du PP.

C'est la formulation F-2 contenant 5% de stéarate de Ca qui a subi le plus de dégradation par rapport aux autres formulations, ce qui indique que le stéarate de Ca est plus efficace que le complexe Ca/Zn en tant que pro-oxydant. Enfin le stéarate de Ca peut être considéré comme accélérateur des emballages éventuels en PP.

Références

- [1] A. Ammala, S. Bateman S. An overview of degradable and biodegradable polyolefins. Progress in polymer science, Vol. 36, (2011) 10115-1049.
- [2] V.S.Chiarilli. Essais normalisés d'environnement des plastiques. Technique de l'ingénieur. AM3 521. 1997
- [3] S.Aslanzadeh, M.H.Kit. Photodegradation of polypropylene thermal bonded non-woven fabric. Polymer degradation and stability, Vol. 90, (2005), 461-470.
- [4] J.L.Pablos, C.Abrusci, J.L.Marin, F.Catalina, Photodegradation of polyethylenes: Comparative effect of Fe and Ca-stearates as pro-oxidant additives ", Polym.Degr & Stab, Vol.95,(2010), 2057-2064.