

Etude de L'endommagement des éprouvettes en Acrylonitrile Butadiène Styrène (ABS), soumises à un chargement uniaxial

AMAL LAMARTI¹, KHALID EL HAD², ABDELILLAH HACHIM², ILHAM MAKADIR¹

¹ENSEM: Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de la Mécanique, Laboratoire de Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et Structure, Université Hassan II, BP 8118 Oasis, Road El Jadida, Casablanca, Maroc.

Email: lamarti.amal18@gmail.com

² Institut supérieur d'études maritimes, Département Machine, 7 km Road El Jadida, Université Hassan II, BP 8118 Oasis Casablanca, Maroc.

Résumé :

Dans le domaine industriel, tels que l'industrie aéronautique, automobile ou mécanique générale... Les organes mécaniques sont soumis à des sollicitations de différents types : thermiques, chimiques, mécaniques, ainsi que cycliques. Ces chargements causent une dégradation progressive des caractéristiques du matériau, en conduisant par la suite à une rupture brutale.

A cet effet nous avons étudié le comportement mécanique d'un polymère amorphe, l'Acrylonitrile Butadiène Styrène (ABS) et ceci par des essais de traction uni axiale sur des éprouvettes percées et avec différentes longueurs d'entaille allant de 1 à 14 mm. L'approche proposée consiste à analyser l'évolution de la géométrie globale des courbes contrainte déformation obtenues et ceci en considérant les zones et les points caractéristiques de ces courbes et aussi tenir compte de l'effet de l'endommagement sur le comportement mécanique des polymères spécialement l'ABS.

Mots-clés : ABS, Polymère, Endommagement, Traction, Rupture, Contrainte Ultime Résiduelle.

I. INTRODUCTION

Les polymères amorphes nécessitent un grand intérêt grâce à leurs importantes applications industrielles. Cette importance est concrétisée par de nombreux travaux concernant leurs réponses mécaniques [1].

Cependant, si l'on s'attache à leurs seules propriétés mécaniques, leur comportement est complexe et constitue un obstacle majeur, tant les utilisateurs potentiels rencontrent des difficultés à en tenir compte lors des étapes de dimensionnement et d'optimisation. Cette difficulté est liée à la structure particulière des polymères amorphes [2]. La nature désordonnée de chaînes macromoléculaires rend délicate la compréhension des mécanismes de déformations et d'endommagements à l'échelle microscopique. Néanmoins, les plasturgistes doivent apporter des réponses quant à la durabilité de leurs produits pour certaines conditions de sollicitations.

L'Acrylonitrile Butadiène Styrène (ABS) a connu un développement industriel important, en raison de l'ensemble de ces propriétés : bonne tenue à la chaleur, résistance au choc élevée et rigidité, sa stabilité dimensionnelle et son aptitude à la décoration [3]. La combinaison des trois monomères qui le constitue de nature chimique et de propriétés physiques différentes, permet

d'avoir un matériau d'intérêt avec des bonnes performances [2].

C'est le matériau privilégié pour le prototypage rapide, il s'agit des pièces moulées pour fabriquer les appareils électroménagers, les jouets, les pièces automobiles et le matériel informatiques. Le prototypage rapide intègre trois notions essentielles : le temps, le coût et la complexité des formes [4].

Cependant notre travail consiste à étudier le comportement mécanique de l'ABS soumis à un chargement uni-axial. En première étape nous avons réalisé une étude expérimentale pour caractériser le comportement mécanique et en deuxième partie nous avons tenu en compte l'endommagement, tout en créant une entaille dans des éprouvettes percées avec un diamètre de 3mm et des longueurs d'entaille allant de 1 à 14mm.

II. EXPERIMENTATION

Dans ce travail, on s'attachera à décrire le polymère étudié, la morphologie des éprouvettes ainsi que la technique expérimentale permettant la mesure des contraintes-déformations au cours de la sollicitation mécanique.

1. Matériau étudié

Le polymère utilisé dans ce travail est l'Acrylonitrile Butadiène Styène (ABS), est un polymère amorphe fabriqué par émulsion ou polymérisation en masse d'acrylonitrile et de styrène en présence de polybutadiène.

L'ABS est généralement défini par trois propriétés principales : la résistance aux chocs, la dureté et la résistance thermique.

2. Méthode opératoire

L'expérimentation consiste à soumettre des éprouvettes en ABS percées avec un trou de diamètre $\varnothing=3\text{mm}$ et simplement entaillées avec différentes longueur d'entailles à des essais statiques.

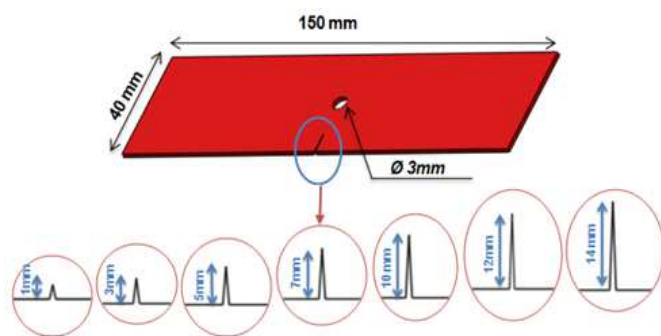


Fig 1 : Eprouvette en ABS percée $\varnothing 3\text{mm}$ et préparée selon la norme ASTM D5766M [6]

3. Dispositif expérimental

Les essais statiques de l'ABS sont réalisés sur une machine de traction universelle, de type «Zwick Roell», ayant une capacité maximale de chargement de 2,5 KN (figure 2), On a réalisé les essais à une vitesse régulière de 1mm/min à déplacement contrôlé.



Fig 2 : la machine de traction «Zwick Roell»

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les courbes (Figure 3) montrent la variation des contraintes en fonction des déformations pour les éprouvettes en ABS percées de diamètre $\varnothing=3\text{mm}$, avec différentes longueurs d'entaille allant de 1 à 14 mm.

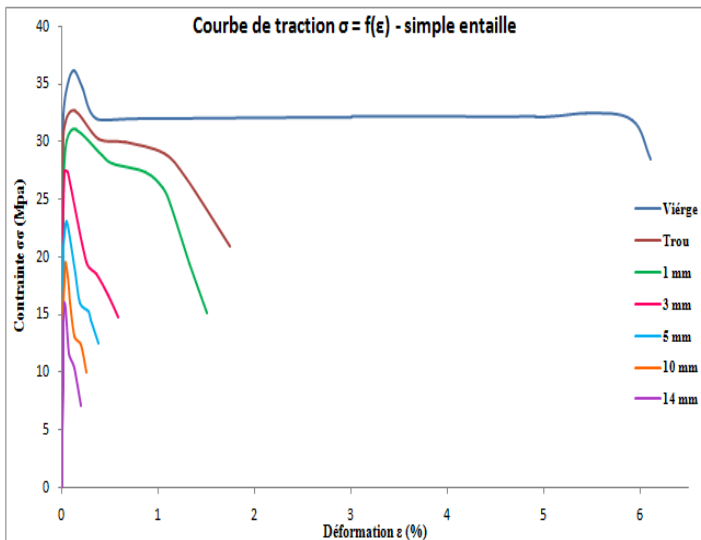


Fig 3 : Courbe de traction Contrainte-Déformation des éprouvettes entaillées

L'évolution de la courbe donne une allure croissante puis décroissante avec un décalage apparent entre les différentes valeurs dépendant de la longueur d'entaille. En comparant les résultats de l'éprouvette vierge par rapport à ceux endommagés, on constate une diminution de la viscoélasticité lorsque la longueur d'entaille augmente. Ces résultats montrent que la contrainte au niveau du matériau augmente (la taille des défauts augmentent), la viscoélasticité diminue et le matériau a une tendance à se fragiliser.

-Perte de la contrainte ultime résiduelle en traction statique pour des éprouvettes endommagées.

Par analogie au comportement du matériau soumis à un essai statique, le matériau

(polymère) possède une contrainte ultime (σ_u) pour de l'éprouvette vierge, cette contrainte diminue graduellement au fur et à mesure de la longueur d'entaille, jusqu'à la rupture de l'éprouvette endommagée.

La figure 4 représente la perte de la contrainte ultime résiduelle (contrainte à la rupture pour les éprouvettes percées de diamètre 3 mm, avec différentes longueurs d'entaille allant de 1 à 14 mm) en fonction de la fraction de vie β , la fraction de vie est calculée à partir de la longueur du défaut sur le largeur de l'éprouvette.

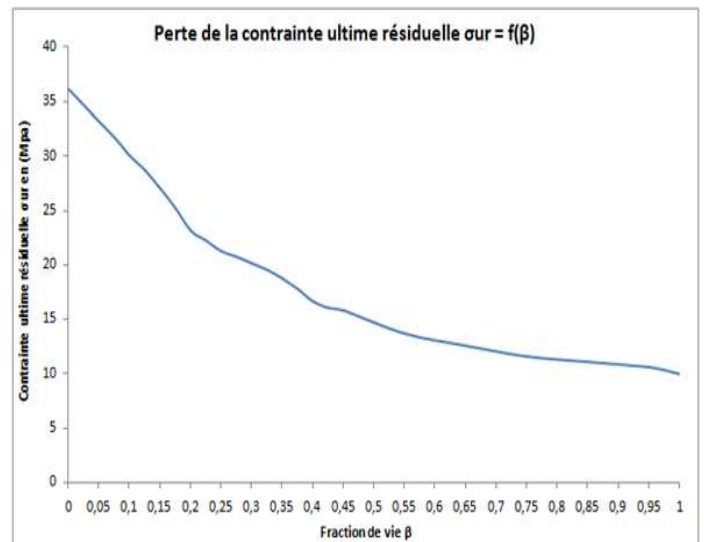


Fig 4 : Evolution de la contrainte ultime résiduelle en fonction de la fraction de vie, pour des éprouvettes percées et simplement entaillées.

La courbe représente la variation de la contrainte ultime en fonction de la fraction de vie, on remarque une décroissance de la contrainte au fur et à mesure que la longueur de défaut augmente.

-Perte de la contrainte adimensionnelle en traction statique

Dans le but de normaliser la contrainte résiduelle, le rapport (σ_{ur}/σ_u) a été examiné (contrainte ultime résiduelle adimensionnelle) en fonction de la fraction de vie (β), tel que présenté sur la

Volume I N° 3

Revue de l'Entrepreneuriat et de l'Innovation

figure 5, pour des éprouvettes percées et simplement entaillées de 1 à 14 mm.

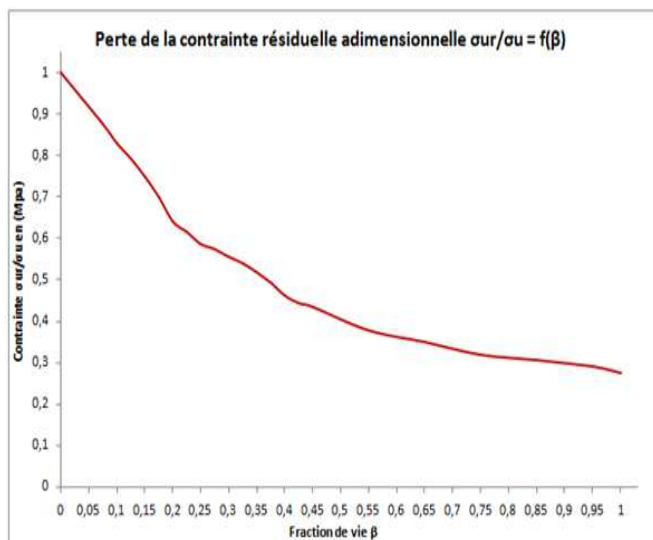


Fig 5 : La perte de la contrainte non dimensionnelle en traction statiques pour des éprouvettes percées et simplement entaillées de (1 à 14 mm).

Il est montré à partir de cette courbe que la contrainte ultime résiduelle diminue d'une manière progressive en fonction de la fraction de vie.

IV. CONCLUSION

Ce travail est basé sur des essais expérimentaux, il a permis de faire des essais statiques sur l'ABS.

En premier lieu une série d'essais a été réalisée sur des éprouvettes normalisées rectangulaires percées et simplement entaillées de 1 à 14 mm. Le but de cette étape était de caractériser le matériau, dans le but d'étudier le comportement du polymère ABS.

Dans les essais d'endommagement, l'influence de la longueur du défaut a été évaluée, et démontrée par des résultats expérimentaux normalisés en fonction de la contrainte ultime résiduelle.

Cette dernière diminue graduellement au fur et à mesure de la longueur d'entaille, jusqu'à la rupture de l'éprouvette endommagée.

V. REFERENCE

- [1] H. Farid, K.Elhad, M.Elghorba, F.Erchiqi and M.Chergui "Damageable Thermal Behavior of Thermoplastic Flat Plate Under Uniaxial Stress", British Journal of Mathematics and Computer Science Vol 3, P 527-538,2013.
- [2] B.Ni, J.Li et V.Berry,"Plastic Zone in front of a mode I crack in Acrylonitrile Butadiene Styrene polymer", Polymer,Vol.31, P.2766-2770,1992.
- [3] S. Ramaswamy et A. Lesser, "Microscopic damage and macroscopic yield in 1crylonitrile Butadiene Styrene (ABS) resins teste under multi-axial stress states" Polymer, vol 43, p.3743-3752,2002.
- [4] I.Makadir, M.Barakat, M.Elghorba, H.Farid "Study Of Damage To ABS Specimans Submitted To Uniaxial Loading", The International Journal Of Engeneering And Science (IJES), Volume 4, Issue 1, January-2015,PARES,05-08.
- [5] "ASTM D882-02 Standard Test Method For Tensile Properties of Thin Plastic Sheetting"
- [6] "ASTM D5766/D5766M-11 Standard Test Method For Open-Hole Tensile Strength of polymer Maytix Composite Laminates".