



Analyse thermomécanique des problèmes de fissure fixe sous chargement dynamique



Thermomechanical analysis of fixed crack problems under dynamic loading

Zoumana Soumahoro^{a,b}, Hubert Maigre^{a,c}

^a École polytechnique, département de mécanique – LMS – UMR CNRS 7649, 91128 Palaiseau cedex, France

^b Institut national polytechnique Félix-Houphouët-Boigny (INPHB), département « Génie mécanique et énergétique », BP 1093, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

^c LaMCoS – UMR 5514 – INSA de Lyon, Lyon, bâtiment Jean-d'Alembert, 18–20, rue des Sciences, 69621 Villeurbanne cedex, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 20 avril 2016

Accepté le 10 janvier 2017

Disponible sur Internet le 8 février 2017

Mots-clés :

Fissure fixe

Chargement dynamique

Solution transitoire régulière en température

Flexion 3 points instrumentée thermique

Analyse dynamique par éléments finis

Keywords:

Fixed crack

Dynamic loading

Regular in-temperature transitional solution

Thermally instrumented 3-point flexion tests

Finite-element dynamic analysis

RÉSUMÉ

L'objectif de ce travail est d'étudier le couplage thermomécanique dans les mécanismes de rupture dynamique pour une fissure fixe sous chargement dynamique.

© 2017 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Cet article est publié en Open Access sous licence CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ABSTRACT

The purpose of this work is the study of thermomechanical coupling in the mechanisms of dynamic rupture in a fixed crack under dynamic loading.

© 2017 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Cet article est publié en Open Access sous licence CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introduction

L'amorçage dynamique de fissure est généralement traité théoriquement et expérimentalement comme un phénomène isotherme [1]. Les solutions ainsi proposées conduisent, en fond de fissure, soit à des températures homogènes (hypothèse de conduction parfaite), soit à des températures infinies (hypothèse d'adiabaticité). Ces solutions ne sont pas satisfaisantes dans la mesure où les champs de déformation sont singuliers et interdisent toute simplification sur le régime thermique [2,3]. Ainsi, dans cette étude, une analyse entièrement couplée est effectuée pour exhiber une solution transitoire régulière en température permettant d'estimer les élévations de température en pointe de fissure dès qu'un chargement mécanique

Adresses e-mail : zoumana.soumahoro@polytechnique.edu, zoumana.soumahoro@inphb.edu.ci (Z. Soumahoro), hubert.maigre@polytechnique.edu, hubert.maigre@insa-lyon.fr (H. Maigre).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.crme.2017.01.002>

1631-0721/© 2017 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Cet article est publié en Open Access sous licence CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

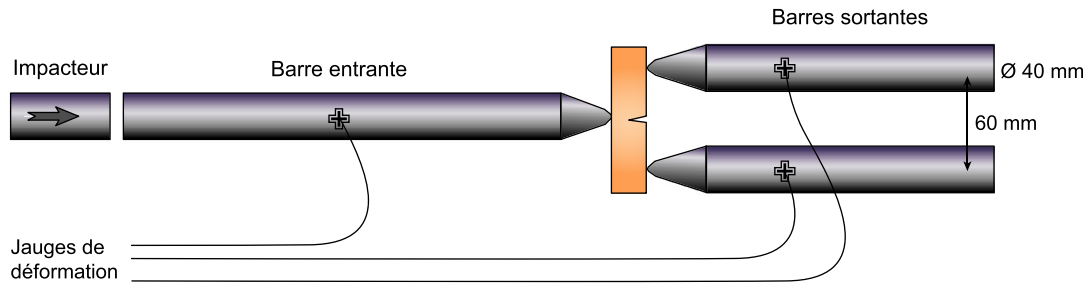


Fig. 1. Barres de Hopkinson en flexion. Barres en nylon.

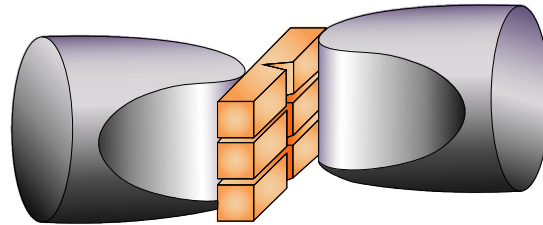


Fig. 2. Disposition des éprouvettes.

la sollicite. Les estimations obtenues sont comparées aux observations expérimentales par des essais de flexion 3 points instrumentée thermique.

2. Étude expérimentale

L'objectif ici est de regarder l'influence de la température sur la rupture dynamique du polyéthylène (PE). La bibliographie ne rapporte pas d'études consacrées à la mesure de température en fond d'entaille d'un éprouvette KCV lors d'un essai d'impact de type Charpy. Un premier calcul simple valide l'idée d'un échauffement local ; il suffit de vérifier si l'hypothèse d'un échauffement local adiabatique peut être soutenue, i.e. de vérifier si la chaleur produite par la transformation du travail plastique a le temps de diffuser pendant la durée de l'essai.

Soit $x_d \sim \sqrt{a t}$ la distance caractéristique de propagation de la chaleur, avec a la diffusivité thermique donnée par (1). Avec les valeurs pour le PE données par GdF Suez, on a $a = 2,13 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Pour une durée moyenne de l'essai de 400 μs , $x_d = 9,23 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Ce qui traduit, comme précédemment, un phénomène très concentré en fond d'entaille :

$$a = \frac{k}{\rho c} \quad (1)$$

Ainsi, il s'agit, d'une part, de réaliser des essais de rupture dynamique à la température de 0°C et, d'autre part, de faire, durant les essais, la mesure instantanée de la température en pointe de fissure. Cette dernière mesure est utile pour évaluer l'importance du couplage thermomécanique dans ce matériau. En effet, si des variations de quelques degrés apparaissent en pointe de fissure, les températures de transition définies à partir de la température ambiante d'essai doivent être corrigées de ces variations.

2.1. Procédure expérimentale

Les éprouvettes sont placées dans un dispositif de barres de Hopkinson à trois barres (en nylon) : une barre entrante pour l'application de l'impact au milieu de l'éprouvette, deux barres sortantes pour les appuis aux deux extrémités (Fig. 1). On peut se reporter à [4] pour une description expérimentale plus détaillée.

Les vitesses d'impact retenues sont élevées afin de mettre en évidence plus facilement des élévations de températures si elles se produisent. Le dispositif étant très souple (flexion trois points et faible rigidité du PE), la mesure de l'impact côté entrant est peu précise. Pour améliorer cette mesure, on augmente la rigidité du système en réalisant les essais sur trois éprouvettes en même temps, placées l'une au dessus de l'autre (Fig. 2).

Les conditions thermiques imposées sont obtenues à l'aide d'une enceinte réfrigérée régulée placée autour des éprouvettes (Fig. 3).

Pour assurer la bonne mise en équilibre thermique avant les essais, les éprouvettes sont stockées dans l'enceinte plusieurs heures auparavant. Enfin, afin de suivre les couplages thermomécaniques au cours des essais, certaines éprouvettes ont été équipées de thermocouples (sur les trois éprouvettes testées à chaque essai, une seule est équipée d'un thermocouple). Ces thermocouples sont noyés au cœur de l'éprouvette juste en avant du fond d'entaille (Fig. 4).

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/5022554>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/5022554>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)