

Rupture ductile : Caractérisation expérimentale des propriétés de rupture de l'acier X100

Jérémy Hure, Tom Petit

Objectifs:

- *Caractériser les mécanismes de croissance et coalescence de cavités d'un matériau ductile*
- *Caractériser les propriétés de propagation de fissure d'un matériau ductile*
- *Evaluer les effets d'anisotropie*

Pour atteindre ces objectifs, des essais mécaniques seront réalisés et une première analyse des résultats sera effectuée. Ces essais seront utilisés pendant l'école lors des différents travaux pratiques numériques afin de poursuivre leur analyse et d'effectuer les simulations numériques correspondantes. **A la fin de la séance, il est demandé au groupe de faire une présentation qui détaillera les points suivants :**

- **Matériau de l'étude :** Composition, applications, propriétés physiques et mécaniques;
- **Essais mécaniques :** Géométries, conditions d'essais, grandeurs mesurées, résultats;
- **Analyse des résultats :** Définition et évaluation des grandeurs d'intérêt, incertitudes, biais expérimentaux.

Les données expérimentales seront rassemblées dans un fichier excel afin d'être utilisées pour les travaux pratiques numériques.

Matériau

Le matériau utilisé est de l'acier X100 (Fig. 1a). dont le comportement est de type élastoplastique à température ambiante. Son nom indique la résistance mécanique en unités impériales : 100 kPsi (Pound-force/square inch). Les directions d'élaboration du matériau sont données dans la figure (Fig. 1b). La composition chimique est donnée dans le

tableau 1.

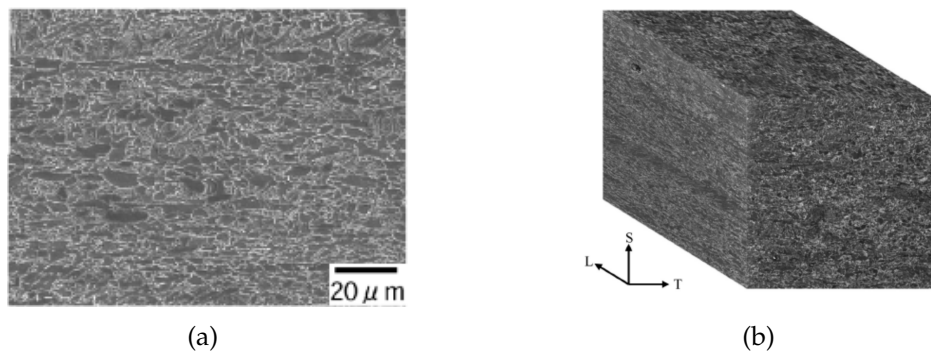


FIGURE 1 – (a) Microstructure du X100 (b) microstructure de l’X100 pseudo 3D avec directions d’élaboration : L, T, S

TABLE 1 – Composition chimique en fraction massique (wt.%) de l’acier X100

	C	Si	Mn	P	S	Ti	N
wt.%	0.51	0.2	1.95	0.007	0.0015	0.012	0.004

Caractérisation mécanique

Dans ces travaux pratiques, les questions auxquelles nous cherchons à répondre sont les suivantes :

- Quelles sont les propriétés de traction de l’acier X100?
- Quel est l’effet de l’anisotropie sur les mécanismes de croissance et de coalescence de cavités?
- Quel est l’effet de l’anisotropie sur les propriétés de propagation de fissures?

Une machine de traction ainsi que des éprouvettes dont les plans sont donnés sur les Fig. 2, 3, 4 sont disponibles afin de réaliser des essais mécaniques.

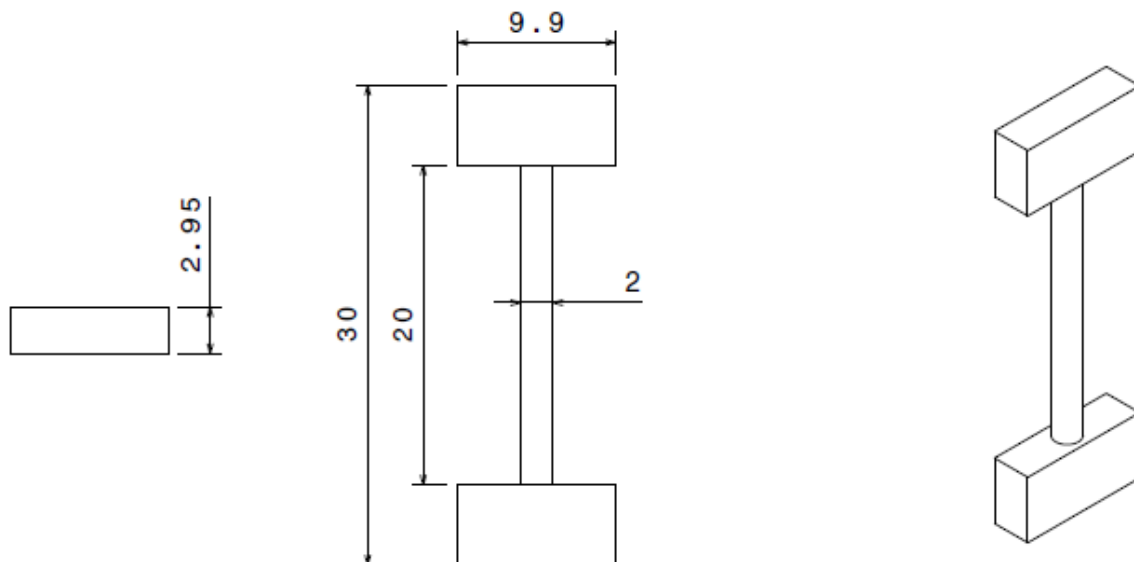


FIGURE 2 – Géométrie de l'éprouvette de traction cylindrique

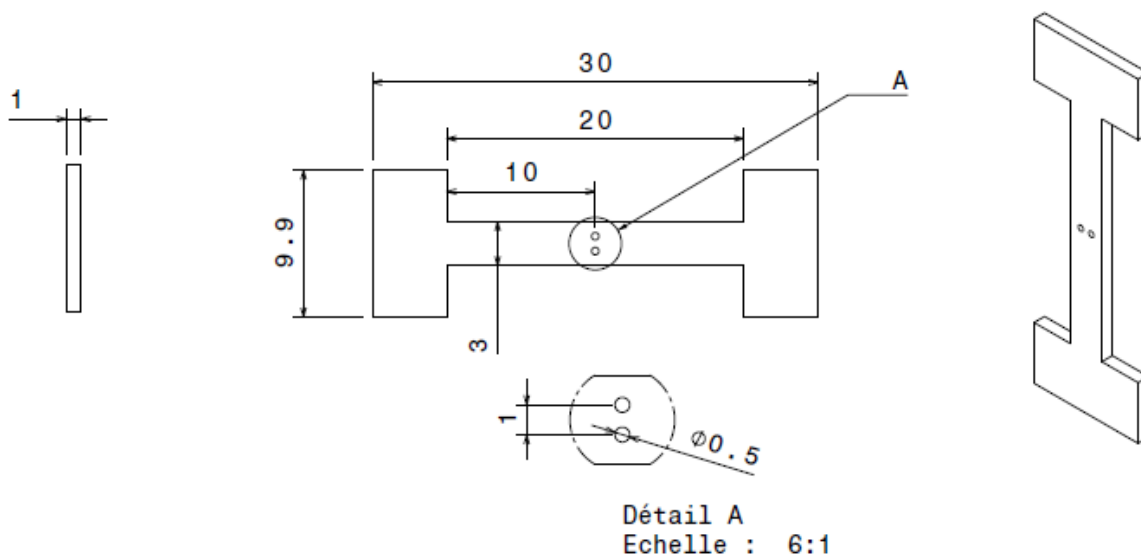


FIGURE 3 – Géométrie de l'éprouvette plate

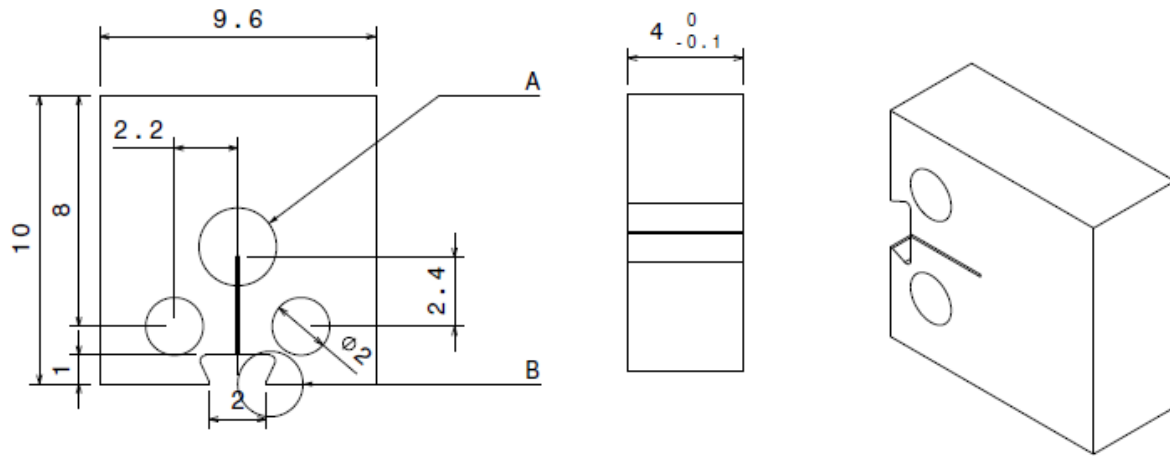


FIGURE 4 – Géométrie de l'éprouvette de ténacité

Analyse des résultats

Afin d'analyser les résultats des essais, les documents suivants pourront être consultés :

- Madi, Y. and Garcia, J.M. and Proudhon, H. and Shinohara, Y. and Helfen, L. and Besson, J. and Morgeneyer, T., On the Origin of the Anisotropic Damage of X100 Line Pipe Steel : Part I-In Situ Synchrotron Tomography Experiments. Integrating Materials and Manufacturing Innovation, 8, 570-596, 2019
- Shinohara, Y., Effet d'une pré-déformation sur l'endommagement anisotrope d'un acier pour pipeline de grade API X100, Thèse Mines ParisTech, 2014
- Bridgman, P.W., The stress distribution at the neck of a tension specimen, Transactions of the American Society for Metals, 32, 553-572, 1944
- McClintock, F. A., A criterion for ductile fracture by the growth of holes, J. App. Mech., 35, 363-371, 1968
- ASTM E1820-17 : Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness