

abdelmonem.lachhab@univ-rennes1.fr  
 rostand.moutou-pitti@univ-bpclermont.fr  
 evelyne.toussaint@univ-bpclermont.fr  
 michel.grediac@univ-bpclermont.fr

A. Lachhab<sup>(a,b,c)</sup>, R. Moutou Pitti<sup>(b,c)</sup>, E. Toussaint<sup>(b,c)</sup>, M. Grédiac<sup>(b,c)</sup>

<sup>(a)</sup> Université de Rennes 1, LARMAUR ERL CNRS 6274, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes, France

<sup>(b)</sup> Université, Université Blaise Pascal, Institut Pascal, BP 10448, 63000 CLERMONT-FERRAND,

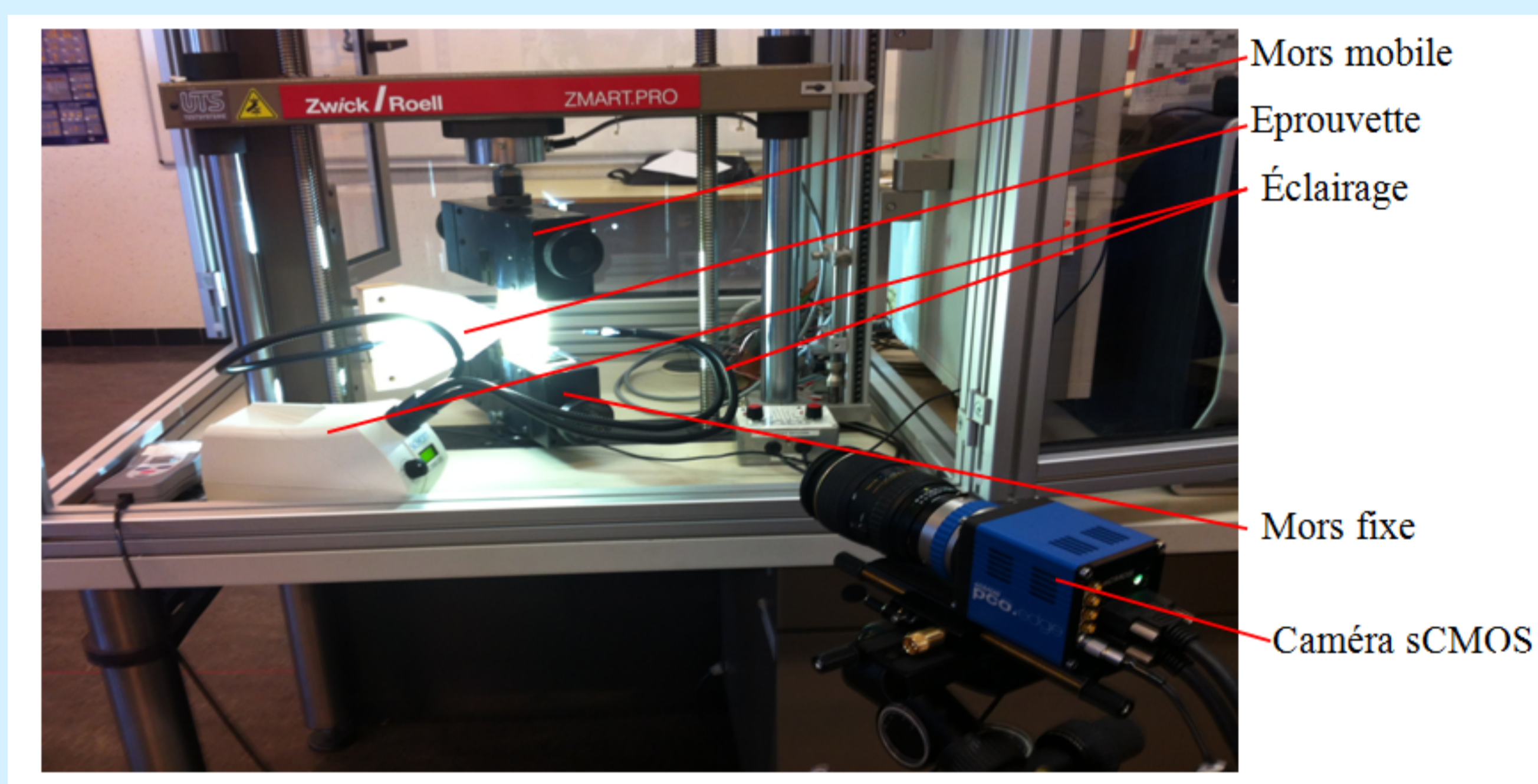
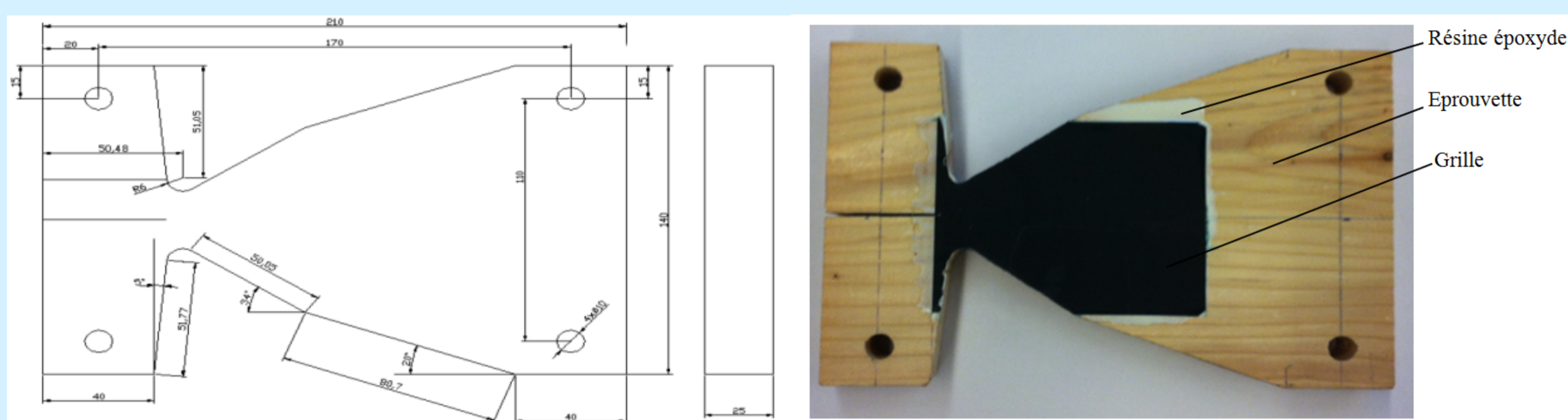
<sup>(c)</sup> CNRS, UMR 6602, Institut Pascal, 63171 AUBIERE, France

## Résumé

Les effets des sollicitations climatiques variables, combinés à des chargements mécaniques complexes, entraînent dans certaines structures en bois des fissurations et parfois une rupture brutale. Un essai de fissuration en mode I à température et humidité ambiante a été réalisé sur une éprouvette en bois afin de mieux comprendre les phénomènes commandant l'amorçage et la propagation d'une fissure. La technique de la grille (Badulescu et al 2009) est utilisée pour obtenir des cartographies de déplacement autour de la pointe de fissure. Ce travail est complété par une prédiction numérique de l'évolution du front de la fissure.

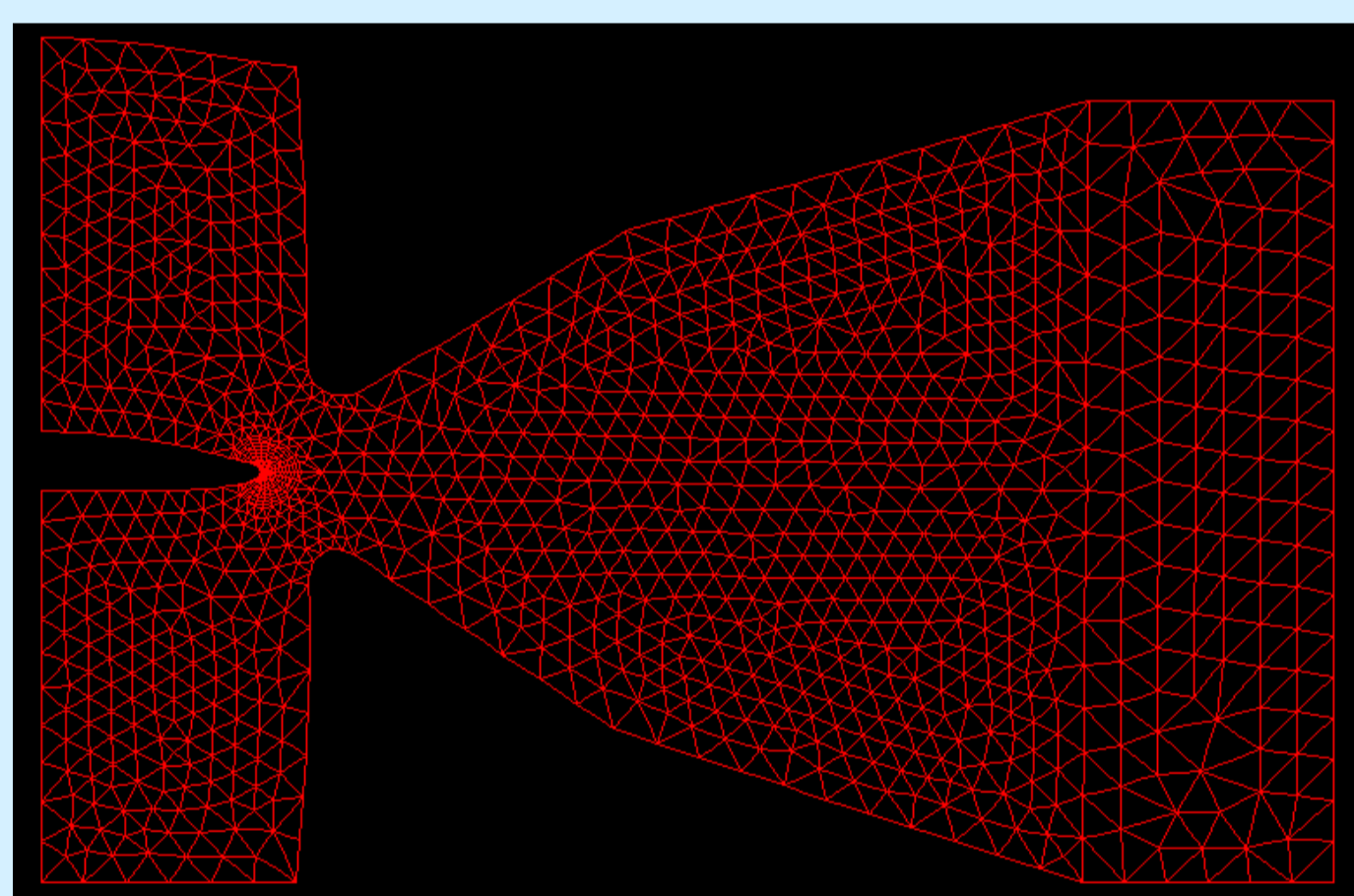
## 1. Montage expérimental

- bois de châtaignier
- géométrie entre DCB (Double Cantilever Beam) et CTS (Compact Tension Shear) (Moutou Pitti et al., 2011)
- grille croisée de pas  $p = 200 \mu\text{m}$
- sollicitation en mode I ; machine de traction Zwick/Roel de capacité 20 kN, vitesse d'essai : 0.005 mm/s
- caméra de capteur sCMOS 2650 x 2160 pixels ; fréquence d'acquisition : 100.92 images/s, moyenne sur 32 images



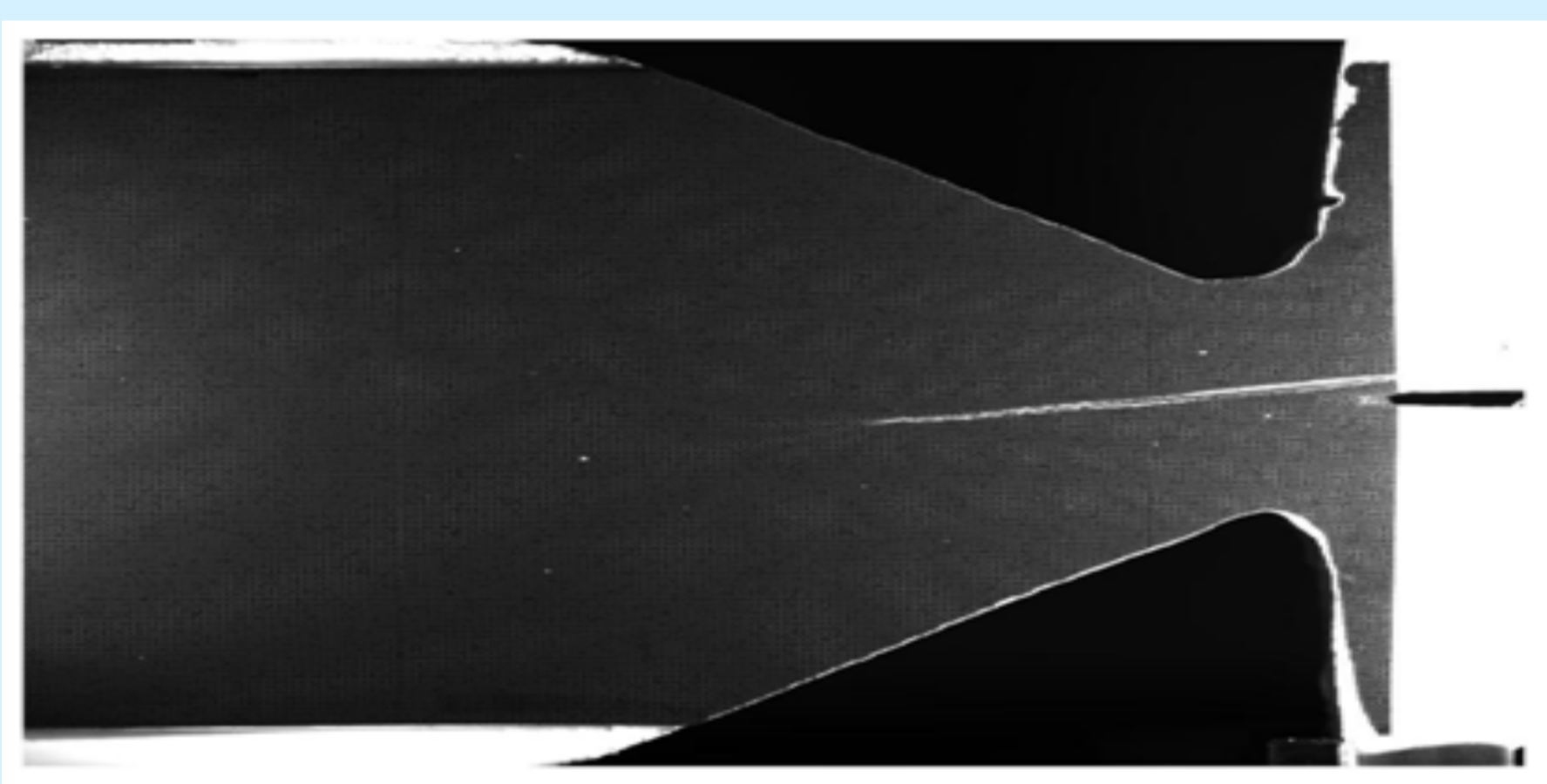
## 2. Propagation numérique de la fissure

- Modélisation sous Cast3M (maillage rayonnant)
- $E_x = 9000 \text{ MPa}$  ;  $E_y = 640 \text{ MPa}$  ;  $E_z = 870 \text{ MPa}$  ;  $G_{xy} = 60 \text{ Mpa}$ ,

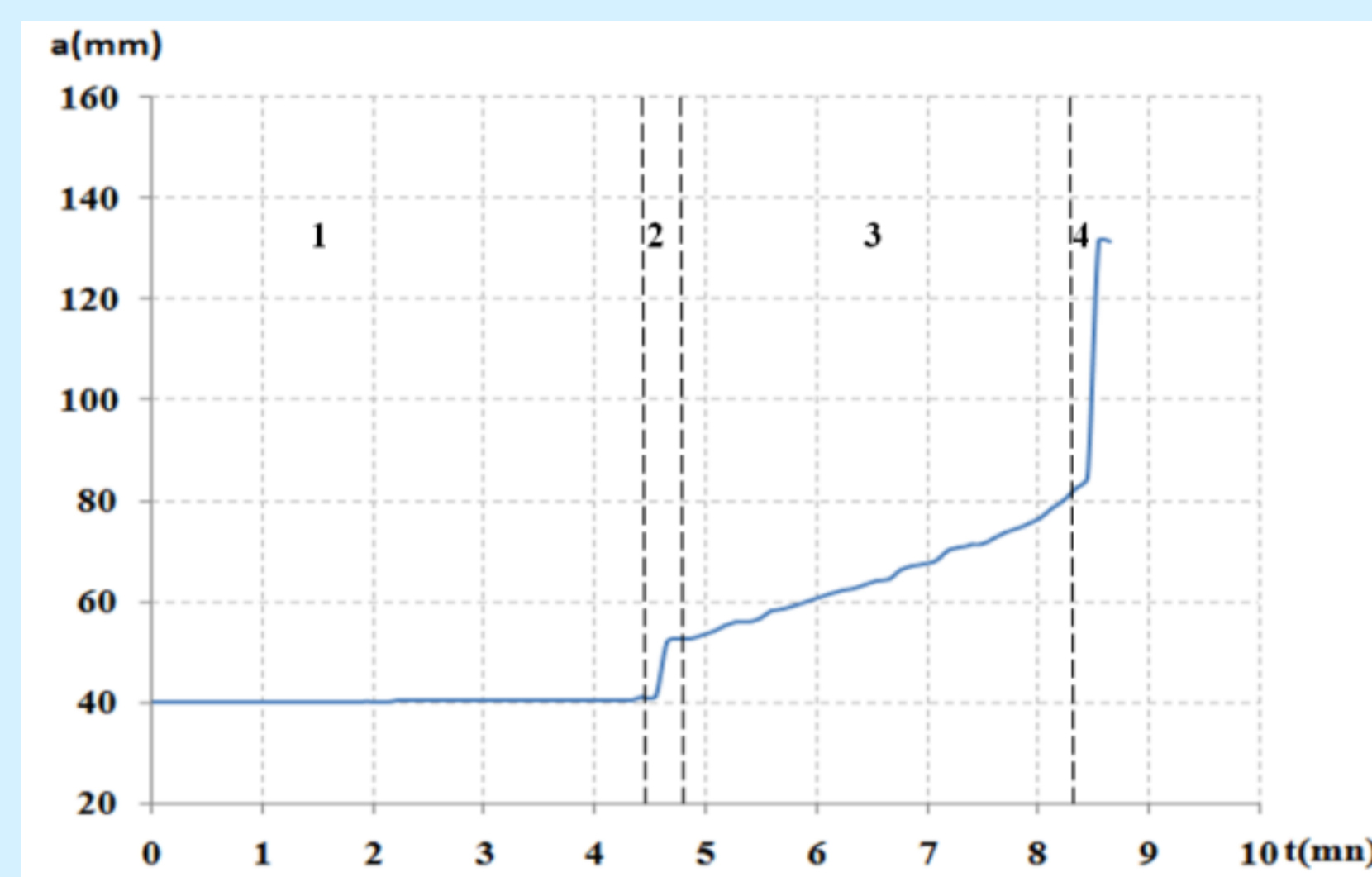


## 3. Résultats expérimentaux

- Filtrage des images par filtre médian+Sobel



- longueur de fissure en fonction du temps



## 4. Taux de restitution d'énergie

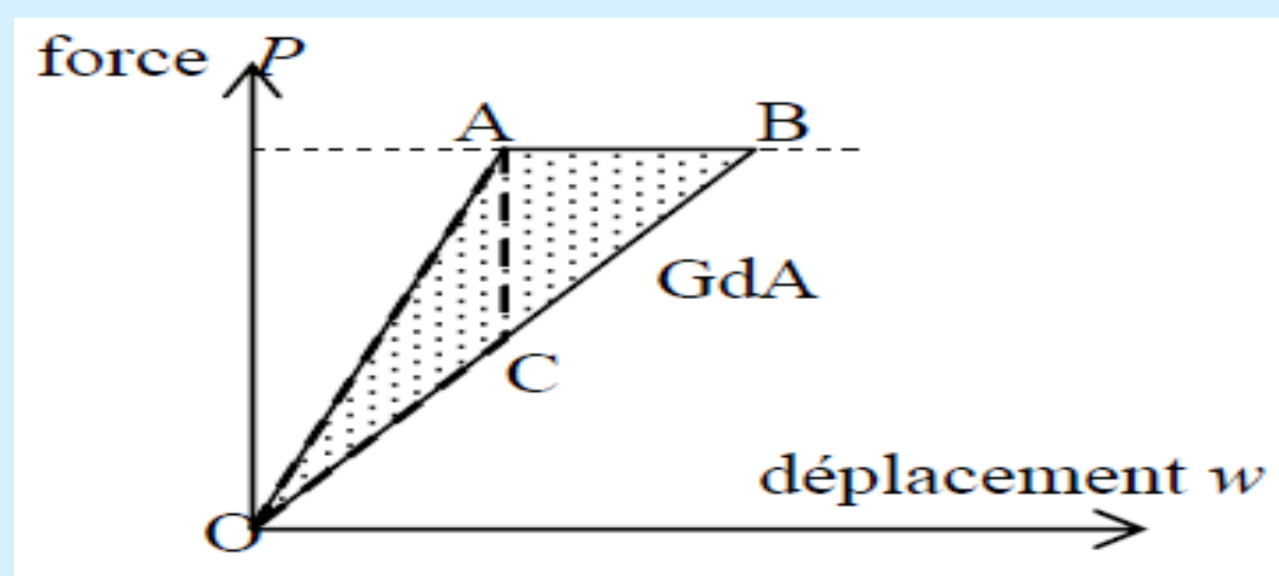
- Méthode de la complaisance

$$G = \frac{1}{2b} F^2 \frac{\Delta C}{\Delta a} \quad \text{avec} \quad C = \frac{U}{F}$$

F : force critique induisant la longueur de fissure a  
 b : épaisseur de l'éprouvette  
 C : complaisance

- Méthode énergétique

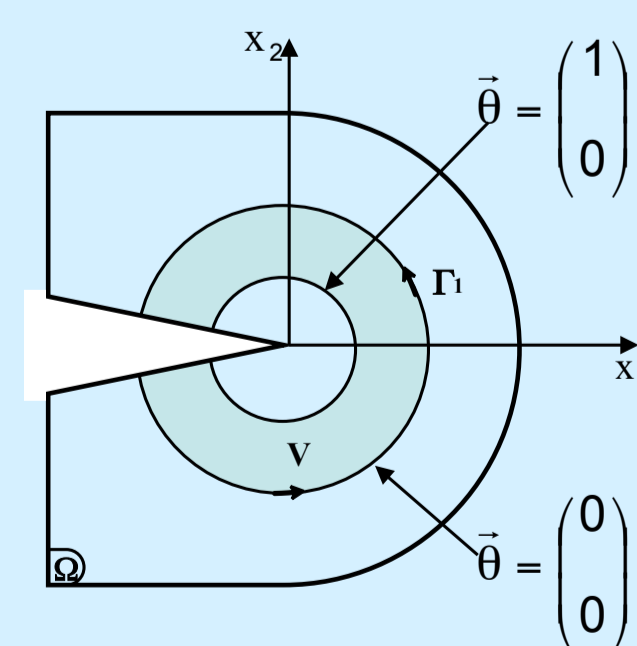
$$G = - \frac{W(a) + W(a + da)}{b \Delta a}$$



- Procédure numérique

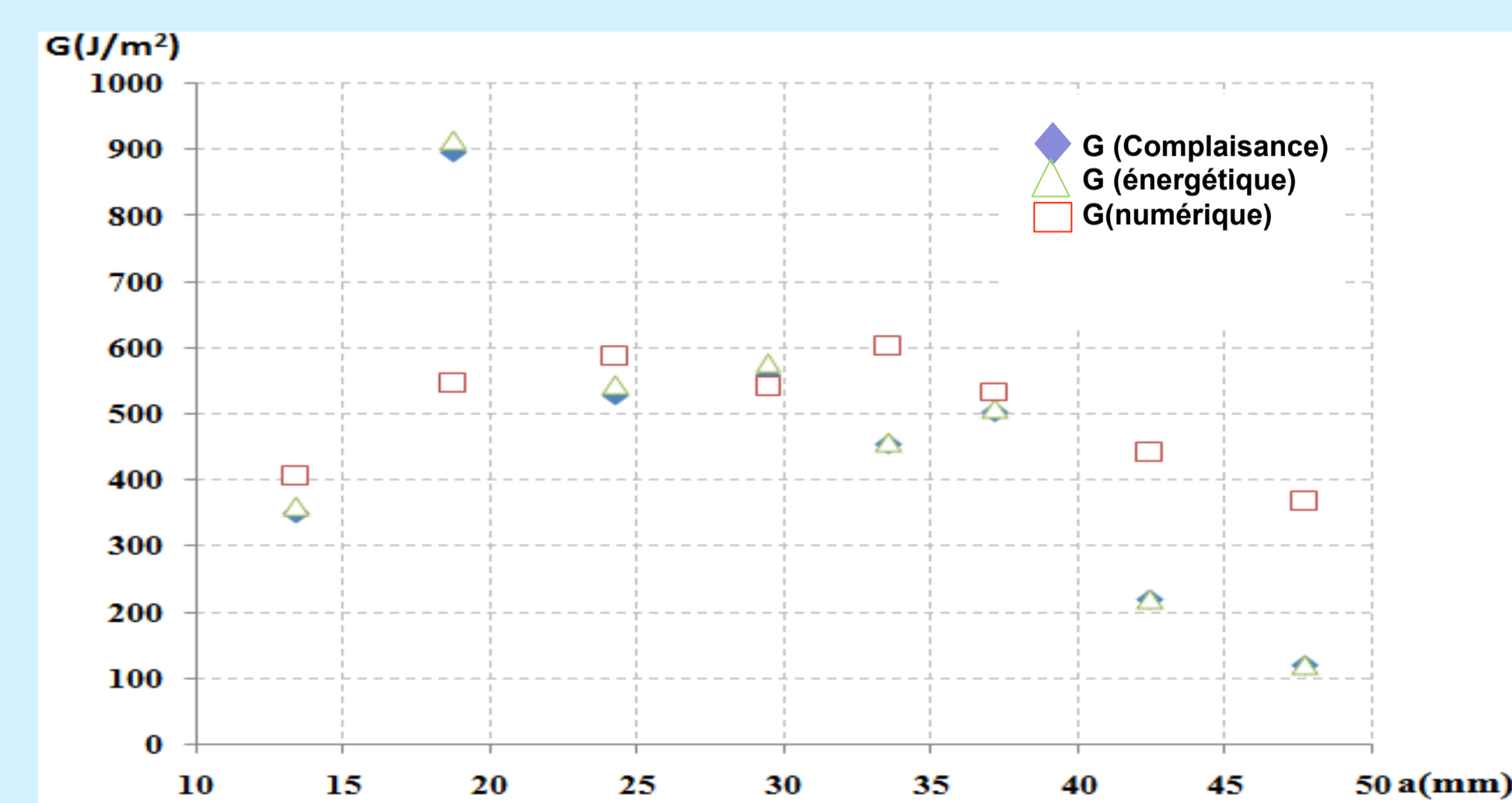
L'intégrale  $M\theta$  en propagation, combinant des champs de déplacement réels  $u$  et virtuel  $v$ , est implémentée dans le code de calcul aux éléments finis Cast3M (Moutou Pitti et al. 2008).

$\theta$  est un champ continu et dérivable autour de la pointe de fissure.



$$M\theta = \frac{1}{2} \int_{\Omega} (\sigma_{ij}^u \cdot v_{i,k} - \sigma_{ij}^v \cdot u_{i,k}) \cdot \theta_{k,j} dV + \frac{1}{2} \int_{\Omega} ((\sigma_{ij}^v \cdot (u_{i,j})_k + \sigma_{ij}^u \cdot (v_{i,j})_k) - ((\sigma_{ij}^v \cdot u_{i,j})_k + (\sigma_{ij}^u \cdot v_{i,j})_k)) \cdot \theta_k dV$$

- Résultat



- Même tendance sur les données expérimentales et numériques sauf au début: présence d'un nœud qui nécessite plus d'énergie pour faire propager la fissure

## Conclusion et perspectives

- Mise en œuvre d'une méthode d'imagerie quantitative originale afin de caractériser la propagation de fissure dans une éprouvette en bois sollicitée en mode I.
- Comparaison des résultats expérimentaux et numériques conduite avec succès.
- Nouvelles perspectives pour la caractérisation du comportement en fissuration du matériau bois pour des sollicitations plus complexes telles que le mode mixte en humidité variable par exemple.

Badulescu C., Grédiac M. and Mathias J.-D., Investigation of the grid method for accurate in-plane strain measurement, Measurement Science and Technology, vol. 20, issue 9, article number 095102, 2009

Moutou Pitti R., Dubois F., Pop O. A proposed mixed-mode fracture specimen for wood under creep loadings, International journal of fracture, vol. 167, issue 2, pages 195-209, 2011

Moutou Pitti R., Dubois F., Sauvat N., Pop O. « A new integral parameter for Mixed modes crack growth in viscoelastic orthotropic media », Engineering Fracture Mechanics, vol. 75, issue 15, pages 4450-4465, 2008.