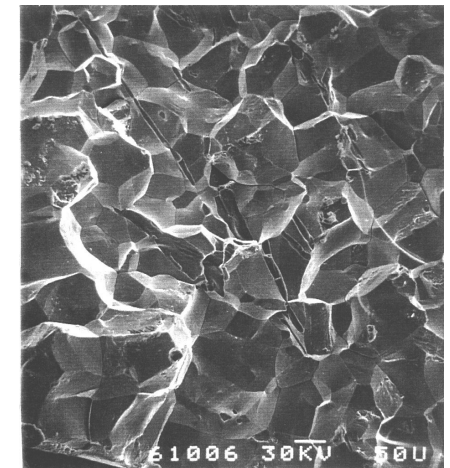
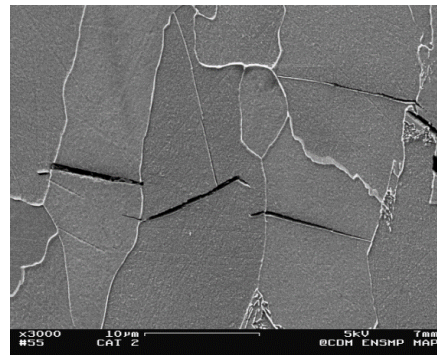


Université Frères Mentouri Constantine1  
Institut des Sciences et Techniques Appliquées «ISTA»

3<sup>ème</sup> Année GIM

# Mécanique de la rupture Fatigue - Expertise

TD N° 04



2019-2020

***Application de la méthode  
énergie de Griffith critique  
pour la détermination de la  
ténacité  $G_{IC}$***

### *Détermination expérimentale de la ténacité $G_{Ic}$*

Une série d'essais sur des éprouvettes d'épaisseur  $1mm$  préfissurées en mode I à différentes longueurs jusqu'à rupture, a été effectuée pour déterminer la ténacité d'un acier. Elle a donné les résultats suivants :

Longueur de fissure $a(mm)$	Charge critique $P(kN)$	Déplacement critique $u(mm)$
30,0	4,00	0,40
40,0	3,50	0,50
50,5	3,12	0,63
61,6	2,80	0,78
71,7	2,62	0,94
79,0	2,56	1,09

Ces résultats sont représentés sur les courbes charge-déplacement de la figure I

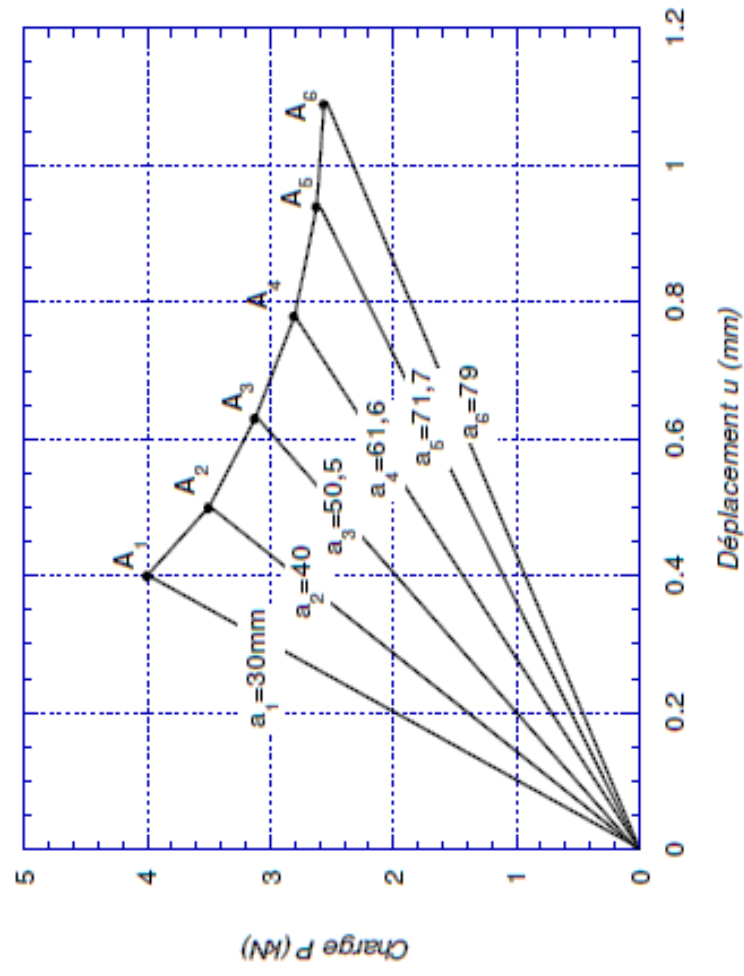


Figure I Courbes charge-déplacement à rupture d'un acier

La relation  $G = \frac{P_i u_j - P_j u_i}{2e(a_j - a_i)}$  permet le calcul de la ténacité critique  $G_{Ic}$  à partir des aires des

triangles  $OA_i A_j$  :

Aires	$OA_1 A_2$	$OA_2 A_3$	$OA_3 A_4$	$OA_4 A_5$	$OA_5 A_6$
$G_{Ic} (kJ / m^2)$	30,0	30,7	30,2	29,1	30,8

Les valeurs de la ténacité  $G_{Ic}$  déterminées sur les différentes éprouvettes sont assez proches les unes des autres. La valeur moyenne de la ténacité est :

$$G_{Ic}^{\text{moy}} = \frac{\sum G_{Ic}}{5} = 30,2 \text{ kJ} / \text{m}^2 \quad \text{soit} \quad G_{Ic}^{\text{moy}} = 30,2 \pm 0,4 \text{ kJ} / \text{m}^2$$

Les valeurs de la complaisance en fonction de la longueur de fissure sont directement déduites des données, soit :

$a$ (mm)	30,0	40,0	50,5	61,6	71,7	79,0
$C(10^{-7} \text{ m/N})$	1,00	1,43	2,02	2,79	3,59	4,26

La ténacité  $G_{Ic}$  peut être ensuite déterminée via la variation de la complaisance  $dC / da$  par une relation de type

$$G = \frac{P^2}{2e} \left( \frac{\partial C}{\partial a} \right)_{u \text{ ou } P}$$

Il convient pour plus de précision de calculer des valeurs moyennes de  $dC / da$ .



Ces valeurs pour la longueur  $a_3 = 50,5 \text{ mm}$  sont par exemple :

$$\left(\frac{dC}{da}\right)^G = \frac{(2,02 - 1,43)10^{-7} \text{ m} / \text{N}}{(50,5 - 40)10^{-3} \text{ m}} = 5,62 \cdot 10^{-6} \text{ N}^{-1}$$

$$\left(\frac{dC}{da}\right)^D = \frac{(2,79 - 2,02)10^{-7} \text{ m} / \text{N}}{(61,6 - 50,5)10^{-3} \text{ m}} = 6,94 \cdot 10^{-6} \text{ N}^{-1}$$

d'où

$$\left(\frac{dC}{da}\right)^{\text{moy}} = \frac{(5,62 + 6,94)10^{-6} \text{ N}^{-1}}{2} = 6,28 \cdot 10^{-6} \text{ N}^{-1}$$

et

$$G_{Ic} = \frac{(3,12 \cdot 10^{-3})^2 \text{ N}^2 \cdot 6,43 \cdot 10^{-6} \text{ N}^{-1}}{2 \cdot 10^{-3}} = 31,3 \text{ kJ} / \text{m}^2$$

Les valeurs de la ténacité calculées par cette méthode sont :

$a$ (mm)	30,0	40,0	50,5	61,6	71,7	79,0
$G_{Ic}$ (kJ / m <sup>2</sup> )	34,4	30,4	30,6	29,1	29,3	30,1

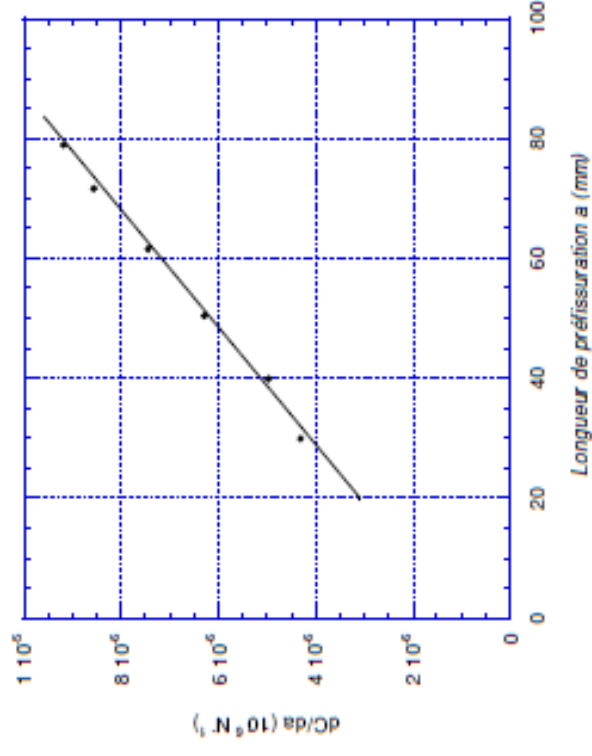
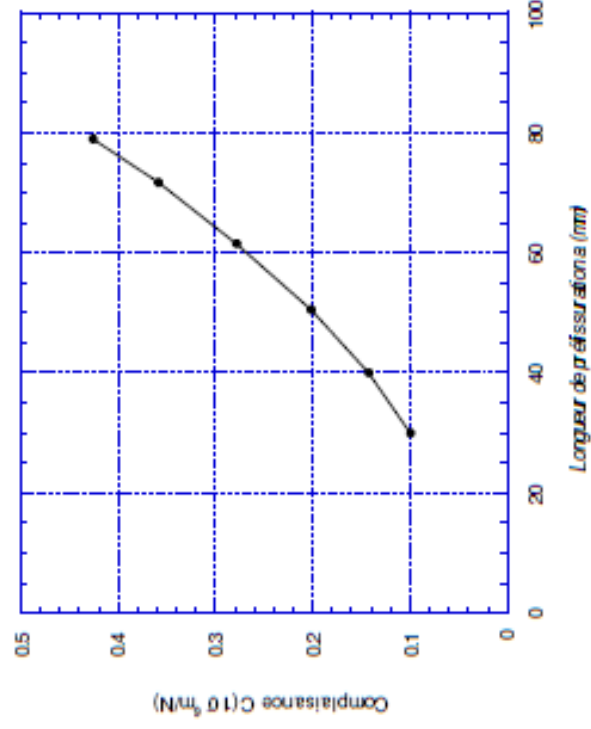
Si on excepte les premier et dernier points où  $dC/da$  n'a pu être moyennée, la valeur moyenne de la ténacité est :

$$G_{Ic}^{\text{moy}} = \frac{\sum G_{Ic}}{4} = 29,9 \text{ kJ} / \text{m}^2 \quad \text{soit} \quad G_{Ic}^{\text{moy}} = 29,9 \pm 0,7 \text{ kJ} / \text{m}^2$$

Cette valeur est proche de celle déterminée par le calcul des aires  $OA_iA_j$ .



Les figures 1 et 2 donnent les variations de la complaisance  $C$  et de sa dérivée  $dC/da$  en fonction de la longueur de fissure.



Variations de la complaisance et de sa dérivée en fonction de la longueur de fissure  $a$