

La Ténacité

La Ténacité

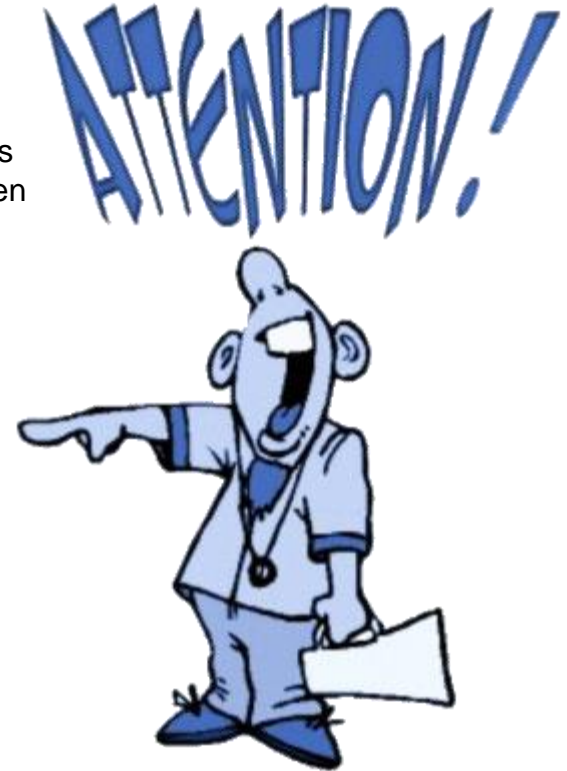
Cette présentation a été réalisée dans le cadre de notre formation en licence professionnelle plasturgie ; elle résulte de la synthèse des sources (Cf. fin de présentation) que nous avons pu trouver, et nous ne pouvons en aucun cas être tenu responsable des éventuelles erreurs techniques. Vous devrez être critique quand à l'utilisation de ce support, et nous vous invitons à vous référer directement aux sources citées.

Si ...

- vous rencontrez un problème de navigation (type error 404),
- vous tombez sur une faute ... de frappe,
- vous pensez que des choses manquent ou sont en trop,
- vous pensez que nous ne respectons pas vos droits d'auteur,

en d'autres termes si vous pensez que ce site doit être modifié.

Merci de nous contacter pour nous suggérer vos modifications, nous corrigerons ...



La Ténacité

Définition

- **Définition**
- Principe
- Essais
- Exemple
- Divers

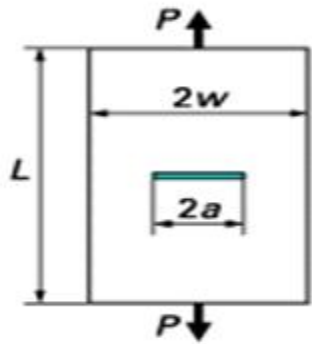
- La ténacité est la capacité d'un matériau à résister à la propagation d'une fissure ; cela s'oppose à la fragilité.
- Elle est caractérisé par le champ d'action mécanique de la rupture (prend en compte la présence de défauts) et apparait lorsque l'on rappelle que la rupture est un mode de défaillance gouverné par la fissuration (créée, amorcée, propagée)

La Ténacité

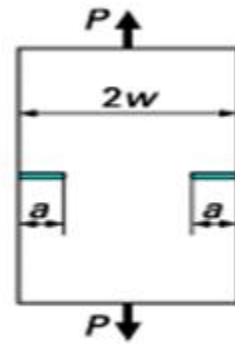
Principe

Pour déterminer expérimentalement la ténacité, on utilise une éprouvette pré-fissurée.

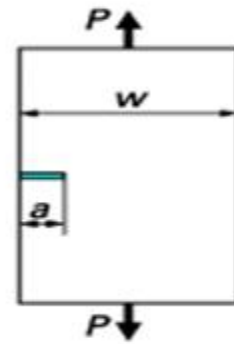
- Définition
- **Principe**
- Essais
- Exemple
- Divers



(a) traction à entaille centrale CN(T)
(Central Notched Tension)



(b) traction à double entaille latérale DEN(T)
(Double Edge Notched Tension)

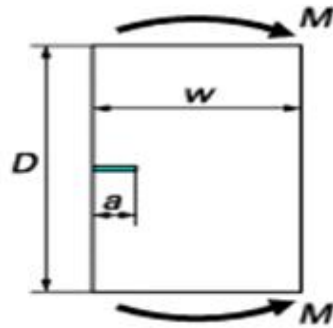


(c) traction à entaille latérale SEN(T)
(Single Edge Notched Tension)

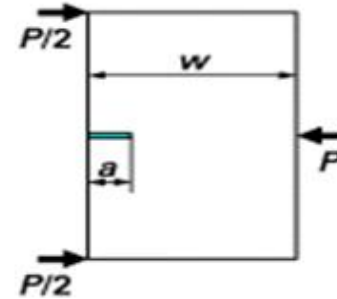
La Ténacité

Principe

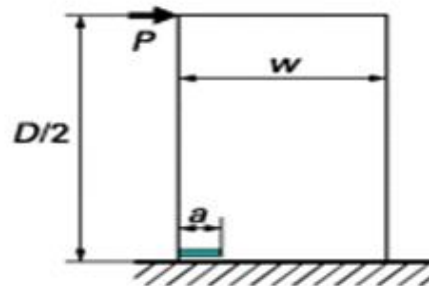
- Définition
- **Principe**
- Essais
- Exemple
- Divers



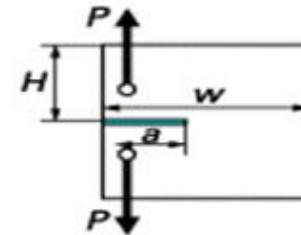
④ flexion pure à entaille latérale SENB
(Single Edge Notched Bend)



⑤ Charpy - Flexion
trois points



⑥ Izod - Flexion encastée

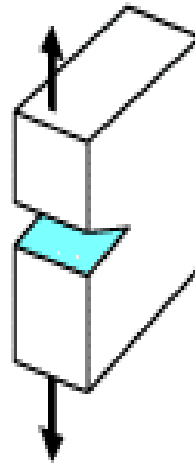


⑦ traction compacte CT
(Compact Tension)

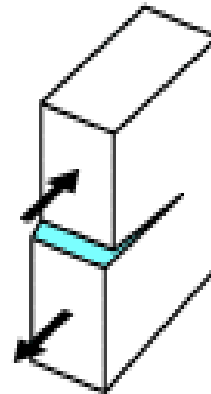
La Ténacité

Principe

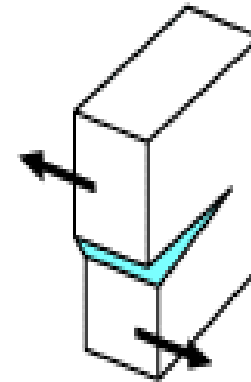
En exerçant sur cette éprouvette un système de forces appropriées, on soumet généralement sa fissure à un mode d'ouverture (Mode I, le plus pénalisant) et on évalue l'énergie élastique libérée par la progression de la fissure.



Mode I



Mode II



Mode III

- Définition
- **Principe**
- Essais
- Exemple
- Divers

La Ténacité

Principe

- Suivant le niveau de ductilité du matériau, le comportement à la rupture est analysé à l'aide des concepts de la mécanique linéaire-élastique de la rupture (LEFM) et de la mécanique élastoplastique de la rupture (PYFM).
- La résistance à la fissuration est représentée par :
 - G_c : le taux critique de restitution d'énergie ou K_{Ic} : le facteur d'intensité de contrainte de la LEFM
 - La courbe R de la PYFM qui donne en fait la variation de la ténacité (G, K, J) en fonction de l'avancée de fissure (a)
- Comprendre voire éviter, les ruptures en utilisant des critères de conception adéquats revient ainsi à analyser finement les caractéristiques d'amorçage et de propagation de fissures des matériaux en traction, flexion, choc ou fatigue.

- Définition
- **Principe**
- Essais
- Exemple
- Divers

La Ténacité

Essais

- Définition
- Principe
- **Essais**
- Exemple
- Divers

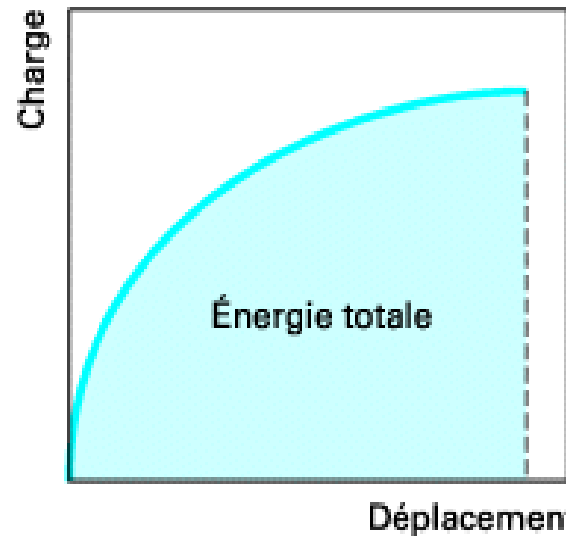
- Pour LEFM, la ténacité du matériau est représentée par un paramètre unique (G_c ou K_{Ic}) car ne convient qu'au matériau fragile.
- Pour PYFM, la ténacité du matériau est représentée par l'une de ses courbes R (K_{IR} , J_{IR} , G_{IR} en fonction de (a)) car matériau ductile où la LEFM ne s'applique pas.

La Ténacité

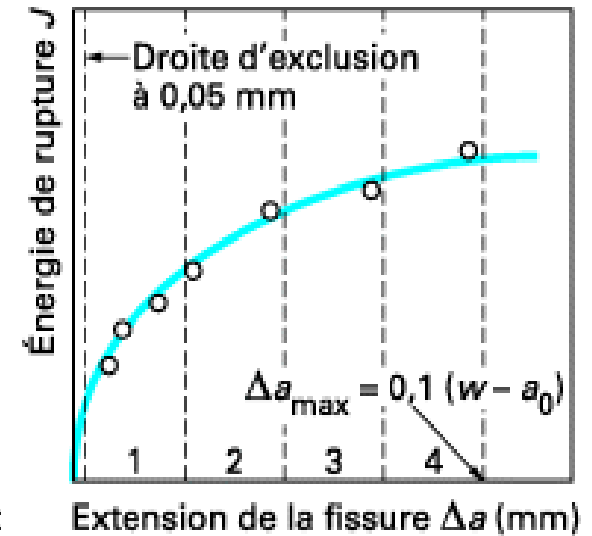
Essais

Construction des courbes J-R (d'après norme ASTM D 6068)

- Définition
- Principe
- **Essais**
- Exemple
- Divers



(a) définition de l'énergie totale U_T



(b) répartition des points expérimentaux

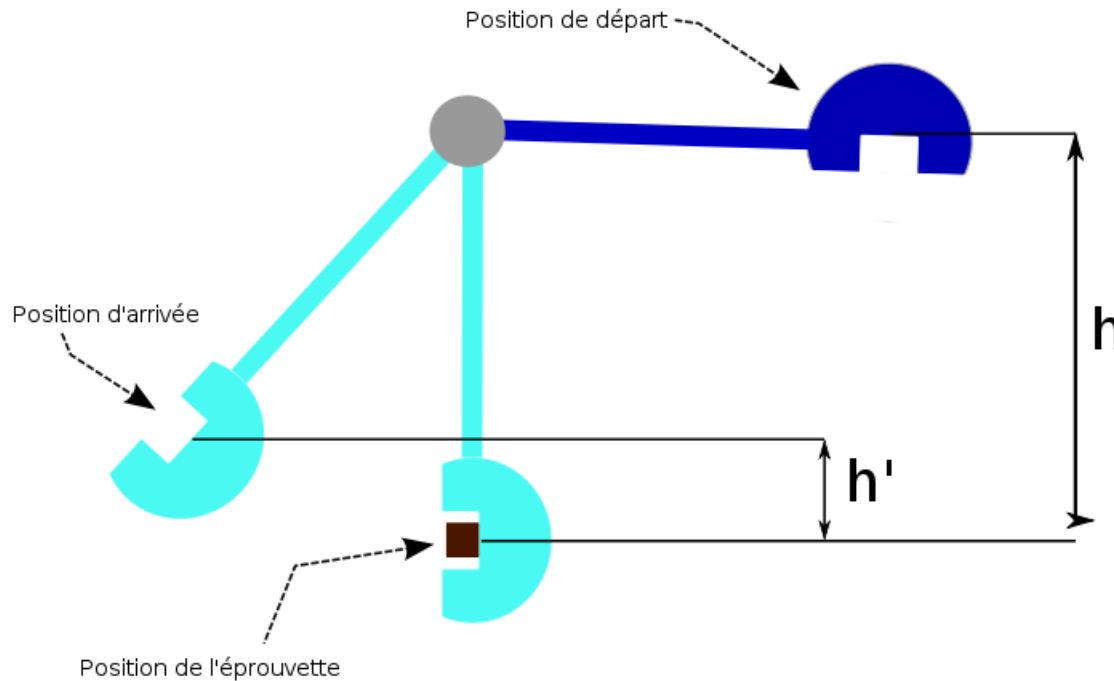
w : largeur

K, J ou G sont des paramètres représentant l'action du milieu extérieur qui initie puis fait progresser la fissuration

La Ténacité

Essais Choc Charpy

- Définition
- Principe
- Essais
- **Exemple**
- Divers



Le système le plus utilisé (et le plus simple) pour mesurer est l'essai Charpy.

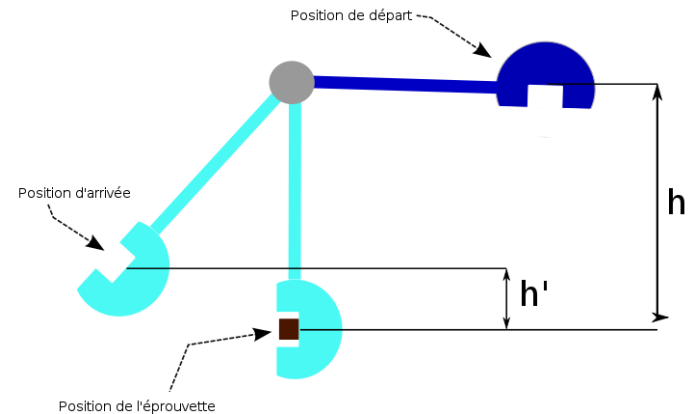
La Ténacité

Essais Choc Charpy

L'énergie obtenue (en négligeant les frottements) est égale à :

$$K = M \cdot G \cdot H - M \cdot G \cdot H'$$

Ou : M = masse du Mouton-Pendule
G = accélération de la pesanteur (9,81 m.s⁻²)
H = hauteur au départ du MP
H' = hauteur à l'arrivée du MP



- Définition
- Principe
- Essais
- **Exemple**
- Divers

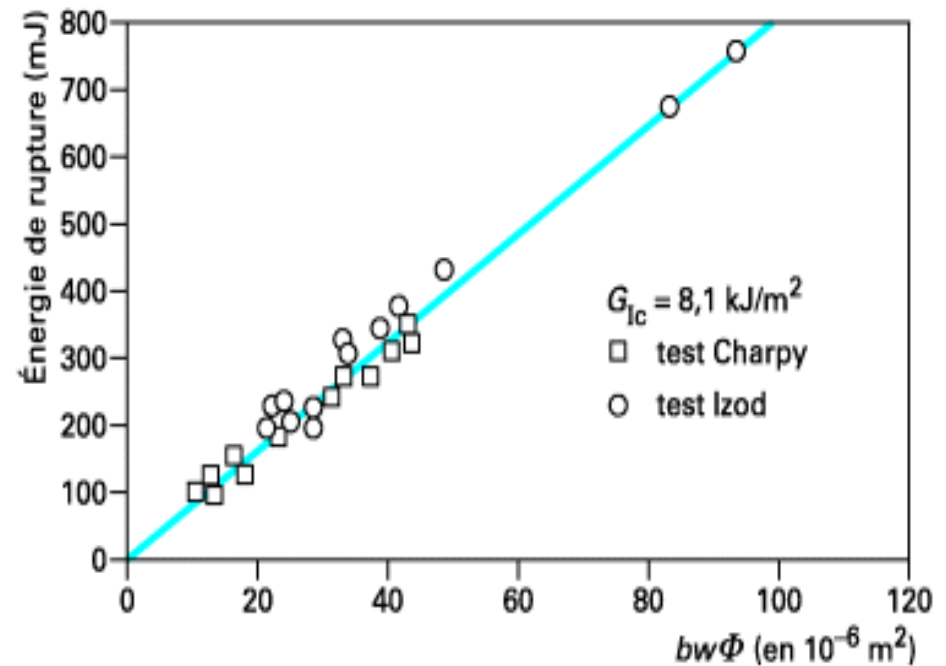
La Ténacité

Résultats

Énergies de rupture Charpy et Izod d'un PE en fonction de $bw\Phi$
(énergie cinétique soustraite)

- Définition
- Principe
- Essais
- **Exemple**
- Divers

b : épaisseur
 Φ : facteur d'étalonnage



La Ténacité

Propriétés des polymères

Type	Prix [€/kg]	Masse vol. [kg/dm ³]	Module d'élast. [GPa]	Rés. traction [MPa]	Ténacité (20°C) [MPa.m ^{1/2}]	Temp. tr. vitr. Tv [°C]	Temp. ramoll. [°C]	Chaleur mass. [J/kg.K]	Conduct. therm. [W/m.K]	Coeff. dil.therm [10 ⁻⁶ K ⁻¹]
TP										
PEbd	1	0,91-0,94	0,15-0,24	7-17	1-2	-130 crist.	82	2250	0,35	160-190
PEhd	1	0,95-0,98	0,55-1,0	20-37	2-5	crist.	117	2100	0,52	150-300
PP	1	0,91	1,2-1,7	50-70	3,5	0 crist.	37	1900	0,2	100-300
PTFE	-	2,2	0,35	17-28	-	-123 crist.	122	1050	0,25	70-100
PS	1	1,1	3,0-3,3	35-68	2	100 amorph.	97	1350-1500	0,1-0,15	70-100
PVC rig.	1	1,4	2,4-3,0	40-60	2,4	87 amorph.	97	-	0,15	50-70
PMMA	1,5	1,2	3,3	80-90	1,6-1,0	105 amorph.	127	1500	0,2	54-72
PA	3	1,15	2-3,5	60-110	0,5	70 crist.	77-147	1900	0,2-0,25	80-95
TD										
EP	3	1,2-1,4	2,1-5,5	40-85	0,6-1,0	110 trid.	-	1700-2000	0,2-0,5	55-90
UP	1.5	1,1-1,4	1,3-4,5	45-85	0,5	70 trid.	-	1200-2400	0,2-0,24	50-100
PF	1	1,27	8	35-55	-	-	-	1500-1700	0,12-0,24	26-60
El.										
NR	1	0,91	0,002-0,1	≈10	-	-73	≈77	≈2500	≈0,15	≈600
BR	1	1,5	0,004-0,1		-	-102	≈77	≈2500	≈0,15	≈600
CR	2	0,94	≈0,01		-	-50	≈77	≈2500	≈0,15	≈600

La Ténacité

Interrelations

- Définition
- Principe
- Essais
- Exemple
- **Divers**

- Traction
- Flexion
- Choc (Charpy, Izod, biaxial par chute de masse)
- Fatigue dynamique

La Ténacité

Lexique

Ténacité → tenacity

Choc → shock

Rupture → break

Fissure → fissure

- Définition
- Principe
- Essais
- Exemple
- **Divers**

La Ténacité

Sources

- http://www.si.ens-cachan.fr/accueil_V2.php?page=affiche_ressource&id=118
- <http://www.mec.etsmtl.ca/cours/mec200/documents/Notes%20de%20cours/Notes%20Hivers%202009/Cours04.pdf>
- <http://ir2008.bepolytech.be/tmp/IR3/CoursCommun/SDM/06-07/slides/cours12.pdf>
- <http://www.steeluniversity.org/content/html/eng/default.asp?catid=151&pageid=2081271949>

- Définition
- Principe
- Essais
- Exemple
- **Divers**