

## TP N°2 Essai de dureté

**Généralités:** L'usinabilité d'un matériau et sa résistance aux rayures et/ou à la pénétration sont déterminées par sa « dureté ». Il existe, dans certains cas, un lien entre la dureté de certains matériaux et leur résistance à la traction, de sorte que des essais de dureté peuvent être utilisés pour déterminer les propriétés mécaniques d'un matériau où des essais de traction et autres ne seraient pas réalisables. Des tests de dureté sont également utilisés pour étudier les effets du traitement thermique, l'écrouissage, la trempe et du formage à froid.

**Types d'essais :** Les procédés pour mesurer la dureté consistent à faire une empreinte sur une éprouvette au moyen d'un pénétrateur sous une force  $F$  pendant un temps déterminé. Les formes et dimensions des pénétrateurs, les charges et les durées d'application sont standardisées. Les essais de dureté usuels sont résumés dans le tableau ci-après :

Type d'essai	Brinell	Vickers	Rockwell
Symbole	HB	HV	HR
Pénétrateur	Bille de diamètre $D$ en acier trempé. Dureté min 6 HB	Pyramide régulière, à base carrée. Angle entre 2 faces opposées : $136^\circ$	1-HR <sub>C</sub> : cône en diamant. Angle au sommet $=120^\circ$ HR <sub>B</sub> : bille d'acier
Mode d'application de la charge	Chargement progressif pendant 15s, maintien 15s puis décharge	Comme HB	Précharge $F_0$ puis charge supplémentaire. et retour à $F_0$
Valeur mesurée	Moyenne de 2 diamètres perpendiculaires $d_1$ et $d_2$ de l'empreinte	Moyenne des 2 diagonales $d_1$ et $d_2$	Profondeur de pénétration
Adaptation	Choix de la charge $F$ telle que $0.3D < d < 0.6 D$	Choix de la charge $F$ telle que $d > 0.4 \text{ mm}$	-
Mesure pour H (voir formules)	P/surface de la calotte sphérique	P/surface de l'empreinte pyramidale	Complément à la profondeur de pénétration
Application principale	Aciers non trempés, fontes, soudures, métaux non-ferreux	Aciers trempés. Aciers à outils	Aciers trempés
Avantages	$D$ étant relativement large HB convient pour les matériaux hétérogènes	Pratiquement indépendant de la charge. Convient bien pour les pièces minces	Mesure la plus simple. La lecture directe permet une acquisition des données automatiques
Inconvénients	HB est fonction de la charge. Formation de bourrelets au bord de l'empreinte	Ne convient pas pour les matériaux hétérogènes (petite empreinte)	Dispersion importante des mesures

*Tableau 2-1 : Comparaison des essais de dureté usuels.*

**Essai de Brinell :** Dans ce TP, nous allons utiliser l'essai de Brinell pour caractériser la dureté statique d'un matériau. Cet essai fait partie des méthodes normalisées (ISO 6506, ASTM

## TP N°2 Essai de dureté

E10). Le principe de l'essai consiste à utiliser un pénétrateur de forme sphérique qui sera appliqué sur une surface plane d'un échantillon (éprouvette) avec une charge d'essai définie. Généralement, le pénétrateur est une bille en carbure de tungstène qui possède, selon la norme, les diamètres de 1, 2.5, 5 ou 10mm. Après sollicitation de l'échantillon, la surface de l'empreinte, laissée par le pénétrateur, est mesurée par une méthode optique. La dureté selon Brinell HB est le quotient de la force d'essai appliquée  $F$  (en Newton N) et de la surface de l'empreinte sur l'échantillon (voir formule ci-dessous 2-2). La force d'essai doit être sélectionnée de sorte que le diamètre moyen de l'empreinte  $d$  soit situé entre  $0,3D$  et  $0,6D$ . Pour calculer la surface de l'empreinte, on utilise la valeur moyenne  $d$  des deux diagonales perpendiculaires  $d_1$  et  $d_2$  (en mm), puisque les empreintes ne sont pas souvent exactement rondes.

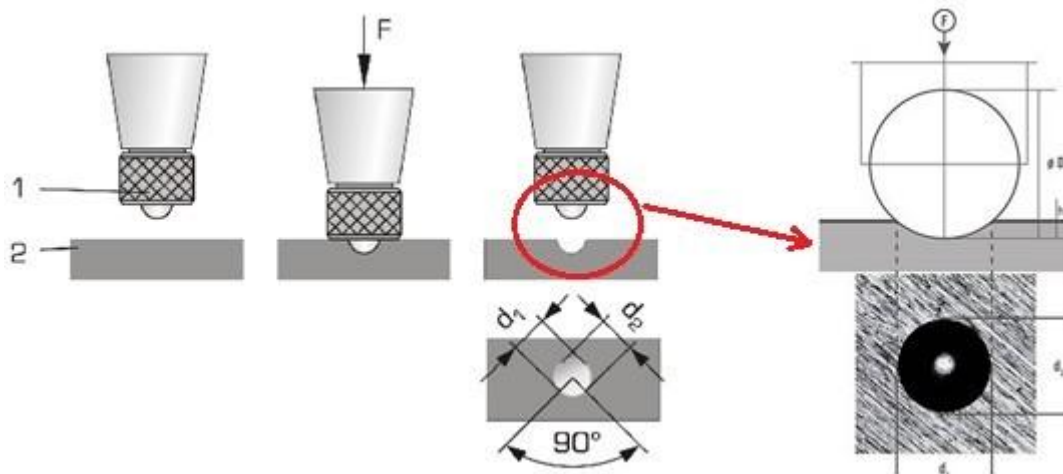


Figure 2-4 : Principe de l'essai de Brinell.

$$H = \frac{F}{\pi D h} = \frac{2F}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$$

2-2

## TP N°2 Essai de dureté

$$\text{avec : } d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Selon la norme (ISO 6506), le temps de maintien de la charge d'essai est en règle générale de 10 à 15 secondes (s). En cas de temps de maintien plus long, la durée doit être mentionnée en secondes dans la valeur de la dureté, par exemple : 210HBW5/250/30 (temps de maintien de 30s).

**Echantillon :** L'essai de dureté selon Brinell exige une préparation de la surface de l'échantillon à mesurer, car la surface doit être suffisamment plane et nettoyée des pour pouvoir procéder à une évaluation optique correcte de l'empreinte. L'échantillon à mesurer doit satisfaire dans le détail les exigences suivantes :

— L'échantillon à tester doit présenter une surface métallique plane, brillante et lisse (meulage et polissage de la surface requis uniquement pour les essais avec de petits diamètres de bille).

— L'échantillon doit être serré sur un dispositif de montage.

### Représentation de la valeur de dureté Brinell :

1. la valeur de dureté numérique ;
2. les trois lettres majuscules HBW, qui signifient « dureté selon Brinell » (avec bille en carbure de tungstène) ;
3. le diamètre de la bille ;
4. la charge et le temps d'essai utilisés ;

### Exemple : 210 HBW 5/250/30

210 : valeur de dureté

HBW : selon Brinell avec bille en carbure de tungstène 5 : diamètre de bille 5 mm

250 : avec charge d'essai de 250 kgf (ou force d'essai de 2,452 kN)

30 : temps de maintien de la force d'essai hors de la durée recommandée

### Travail demandé :

1. Définir le but de l'essai de la dureté
2. Décrire :
  - a. L'élaboration de l'échantillon (éprouvette) pour l'essai de dureté,
  - b. L'essai de dureté à partir de l'expérience sur la machine de traction jusqu'à la visualisation par la loupe graduée.

## **TP N°2 Essai de dureté**

3. Déterminer le type du matériau à partir d'une analyse bibliographique ou sur internet.

**NB :** Des images peuvent être prises durant les TP et utilisées dans la rédaction du rapport.