

L'essai de Dureté

La mesure de la dureté

- On pourrait définir la dureté d'un métal comme étant la résistance spécifique qu'il oppose au poinçonnement plastique d'un autre corps plus dur que lui.
- Pour des conditions expérimentales données, la dureté d'un métal est d'autant plus grande que l'empreinte sur le corps est petite.

Types d'essais de dureté

- Dans les essais de dureté courant, on exerce sur un poinçon une force constante pendant un temps donné.
- Plusieurs types d'essai se basent sur le même principe, ils ne diffèrent que par la forme du poinçon utilisé

Types d'essais de dureté

- Essai Vickers,
 - Essai Brinell,
 - Essai Rockwel.
-
- L'appareil utilisé pour mesurer la dureté s'appelle un *duromètre*

Duromètre portable



La méthode de mesure Vickers

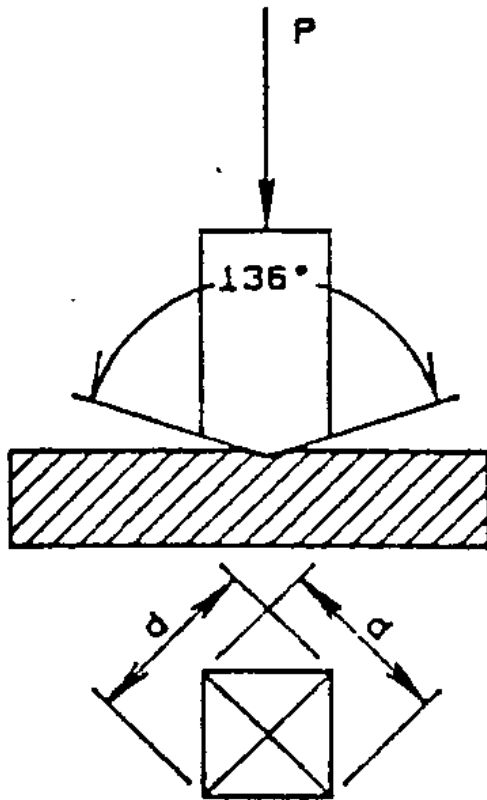


Figure 3

- Le poinçon est une pyramide en diamant à base carrée dont l'angle au sommet est de 136° .
- Il détermine dans le métal une empreinte pyramidale de surface latérale S .
- La dureté Vickers est définie par le rapport P/S et a donc les dimensions d'une pression.

Calcul de la valeur de la dureté Vickers (HV)

- La surface latérale S de l'empreinte peut s'exprimer en fonction de la diagonale d du carré de base de l'empreinte pyramidale lorsque l'on a supprimé la charge :
- Une fois la moyenne des deux diagonales relevées, le nombre de dureté s'obtient en utilisant la formule :

$$S = \frac{d^2}{2 \sin 68^\circ} \quad \text{d'où}$$

$$HV = \frac{2P \sin 68^\circ}{d^2} = 18544 \frac{P}{d^2}$$

La méthode de mesure Brinell

- Le poinçon est une bille en acier trempé ou mieux en carbure de tungstène.
- Il détermine dans le métal une empreinte assimilée à une calotte sphérique de surface S .
- La dureté Brinell est définie par le rapport P/S et a donc les dimensions d'une pression

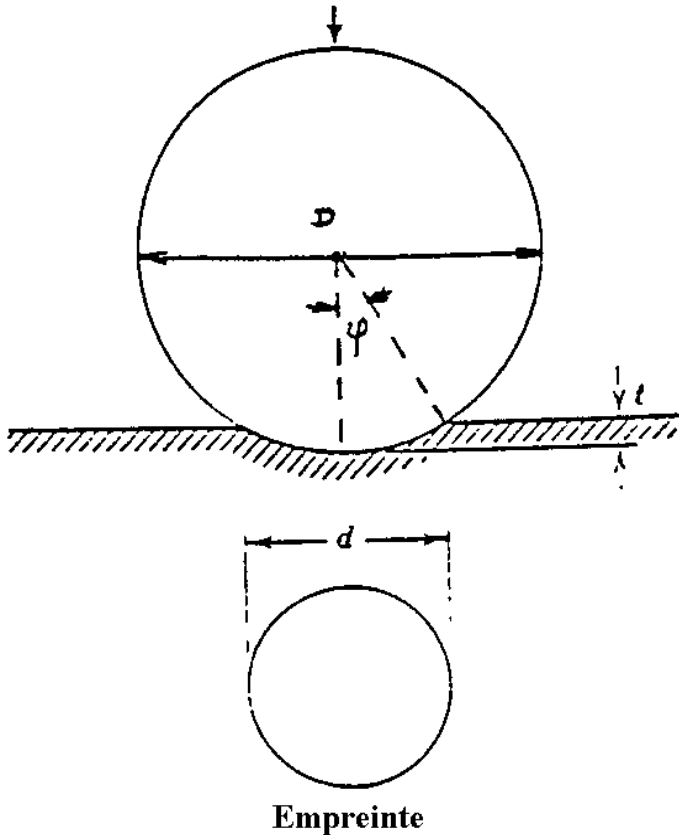


Figure 4

Calcul de la valeur de la dureté Brinell (HB)

- **La surface S** de l'empreinte peut s'exprimer en fonction du **diamètre d du cercle de base de la calotte sphérique** et du **diamètre D de la sphère** dont elle est issue, lorsque l'on a supprimé la **charge P**
- Ainsi **S** et par la suite la dureté HB, valent :

$$S_2 = \frac{\pi D \left(D - \sqrt{(D^2 - d^2)} \right)}{2} \quad \text{d'où}$$

$$HB = \frac{P_1}{S_2}$$

La méthode de mesure de dureté Rockwell

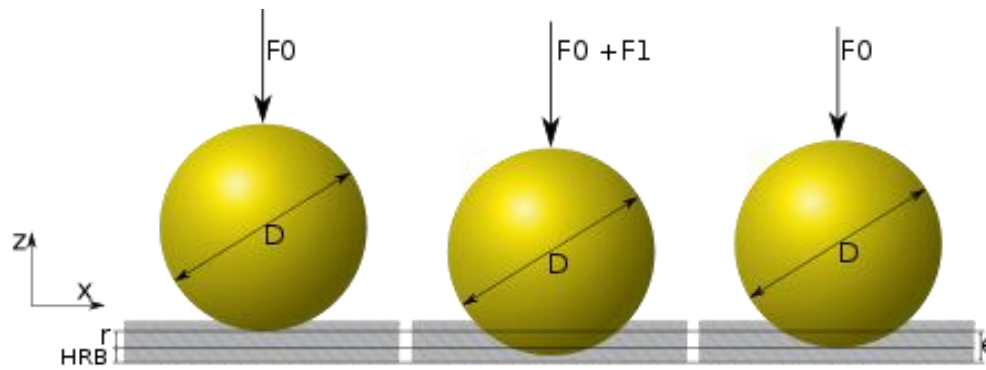
Les essais de **dureté Rockwell** sont des essais de pénétration en mécanique.

Il existe en fait plusieurs types de pénétrateurs qui sont constitués d'un cône en diamant ou d'une bille en [acier](#) trempé polie

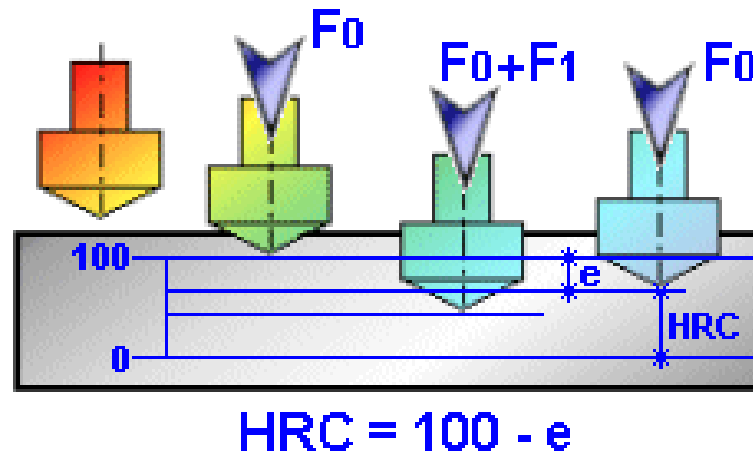
Pour obtenir une valeur de dureté Rockwell, on mesure une pénétration rémanente du pénétrateur sur lequel on applique une faible charge.

- L'essai se déroule en trois phases :
- application sur le pénétrateur d'une charge initiale $F_0 = 98 \text{ N}$. Le pénétrateur s'enfonce d'une profondeur initiale I . Cette profondeur étant l'origine qui sera utilisée pour mesurer la dureté Rockwell ;

- Essai avec une bille en acier trempé polie



- Essai avec un cône en diamant



Déroulement de l'essai :

- 1) Application d'une force supplémentaire F_1 . Le pénétrateur s'enfonce d'une profondeur de P .
- 2) Relâchement de la force F_1 et lecture de l'indicateur d'enfoncement.
- 3) La valeur de r (ou e), étant l'enfoncement rémanent obtenu en appliquant puis en relâchant la force F_1 .

- La valeur de dureté est alors donnée par la formule suivante (en fonction de l'échelle considérée) :

-Dans le cas de l'essai avec bille : **HRB=130-r**

Pour les Échelles **B, E et F**

-Dans le cas de l'essai avec le cône : **HRC=100-e**

Pour l'Échelle **C**

Une unité de dureté Rockwell correspondant à une pénétration de 0,002 mm

Les échelles les plus utilisées sont les échelles B et C (HRB et HRC)

Echelle	Symbole	Pénétrateur	Application
A	HRA	Cône de diamant de section circulaire à pointe arrondie sphérique de 0,2 mm	Carbure, acier et en épaisseur mince
B	HRB	Bille en carbure de tungstène de 1,5875 mm ($\frac{1}{16}$ pouce) de diamètre	Alliage de cuivre , acier doux, alliage d' aluminium Matériaux ayant une résistance à la rupture comprise entre 340 et 1 000 MPa
C	HRC	Cône de diamant de section circulaire à pointe arrondie sphérique de 0,2 mm	Acier, fonte , titane Matériau ayant une dureté résistance à la rupture supérieure à 1 000 MPa

PRATIQUE

de la mesure de la dureté



- Les duromètres utilisés sont conçus pour donner directement le résultat de la dureté : soit HV, HB ou encore HR.

Ils peuvent être fixes ou portables



- Les duromètres fixes, sont utilisés pour la mesure de la dureté sur des échantillons de petites dimensions
- Les duromètres portables sont utilisés pour mesurer la dureté directement sur les pièces, de petite ou grande dimension.
- Les duromètres portables ont la particularité d'être moins précis que les duromètres fixes, néanmoins l'utilisation d'une cale étalon, permet un ajustement en temps réel des valeurs mesurées.

Correspondance entre les différents types de mesure de dureté

TABLE DE CONVERSION**(dureté et résistance mécanique)**

HV = dureté Vickers HB= dureté Brinell

N/mm² = Résistance à la traction (R_m)

HRC et HRB = Dureté Rockwell

HV	HB	N/mm ²	HRB	HRC			Hv	Hb	N/mm ²	HRB	HRC
90	90	310					280	280	900	104.5	28
100	100	350	57				290	290	930	105.5	29.5
110	110	390	63				300	300	970	106.5	31
120	120	420	68				310	310	1000		32
130	130	450	73				320	320	1040		33
140	140	480	77				330	330	1070		34
150	150	510	81				340	339	1100		35
160	160	540	84				350	349	1130		36
170	170	570	87				360	358	1170		37
180	180	600	90				370	367	1200		38
190	190	630	92				380	376	1240		39
200	200	660	94	14			390	385	1270		40
210	210	690	95.5	16			400	394	1290		41
220	220	730	97	18			410	403	1330		4.8
230	230	760	98.5	20			420	412	1360		42.6
240	240	780	100	22			430	421	1400		43.4
250	250	810	102	23.5			440	429	1430		44.2
260	260	840	103.5	26.5			450	438	1460		45
270	270	870	104.5	28			460	446	1490		45.7
Hv	Hb	N/mm ²	HRB	HRC			Hv	Hb	N/mm ²	HRB	HRC
470	454	1520		46.4			660	586			57.6
480	462	1560		47.1			670	592			58.1
490	470	1590		47.8			680	598			58.5
500	477	1620		48.5			690	604			59

FIN DE L'EXPOSE