

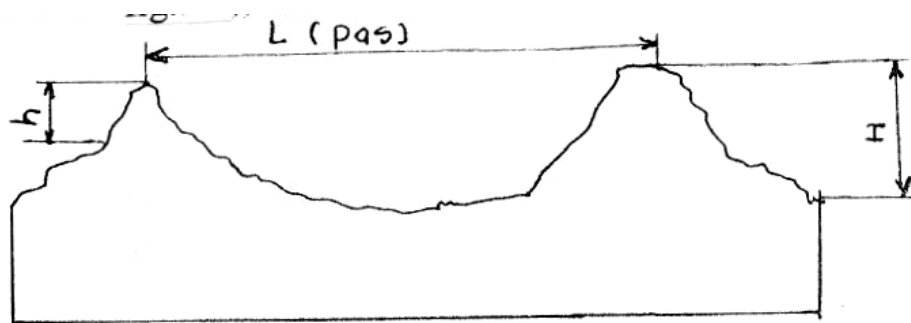
6. ETATS DE SURFACE

6.1. Définition

Une surface réelle usinée n'est jamais parfaite, elle présente toujours des défauts par suite des erreurs systématiques d'imperfections, admissibles dans la fabrication.

Les défauts peuvent être de forme (défauts macro-géométriques, ondulations) déjà étudiés dans la partie « contrôle du plan » ou de petits défauts (défauts micro-géométriques) désignés plus communément sous le nom de rugosité.

Ces deux types de défauts peuvent être distingués de la manière suivantes, en considérant le schéma (fig. 59), relatif à l'état de surface :



(fig.59)

- L : Longueur.
- H : hauteur d'onde.
- h : hauteur de rugosité.
- Si $L/H = 50$ à 1000 on a une ondulation.
- Si $L/H < 50$, on a une rugosité.

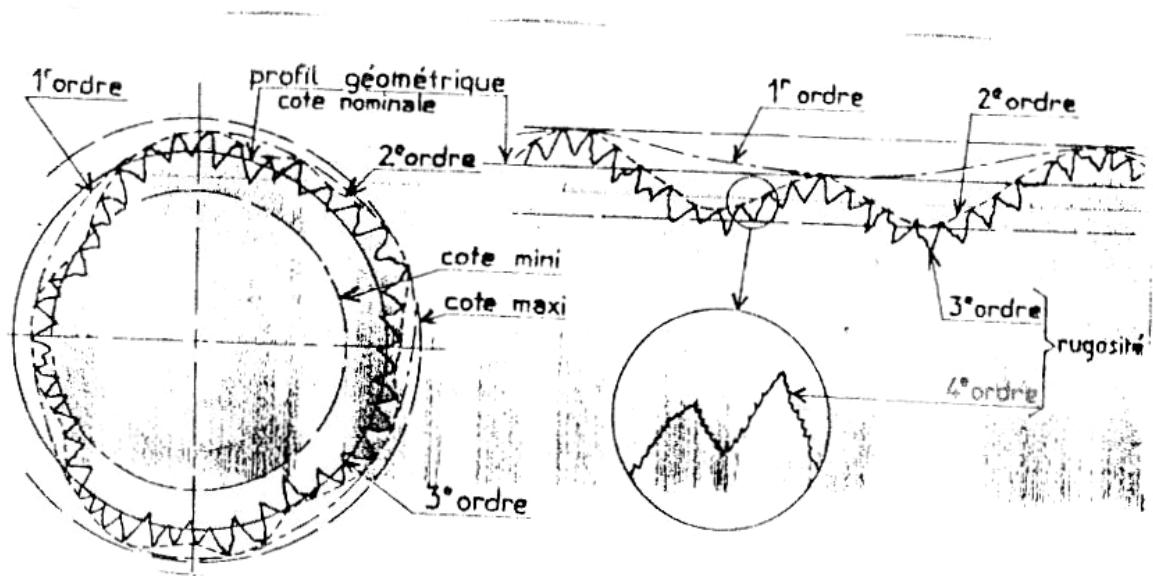
Donc la rugosité ou l'état de surface est caractérisée par des défauts de surfaces de faibles amplitudes.

6.2. Défauts de rugosité

Les défauts de rugosité possèdent une grande influence sur les fonctions des surfaces. L'état de rugosité dépend en effet des caractéristiques très diverses telles que :

- le frottement de glissement et de roulement,
- la résistance au matage,
- l'étanchéité,
- la résistance à l'écoulement des fluides,
- la facilité d'accrochage des revêtements,
- la résistance aux efforts alternés.

Une coupe longitudinale ou transversale d'une surface réelle donne un profil sur lequel on relevé des défauts de plusieurs ordres de grandeur (fig. 60).



(fig. 60)

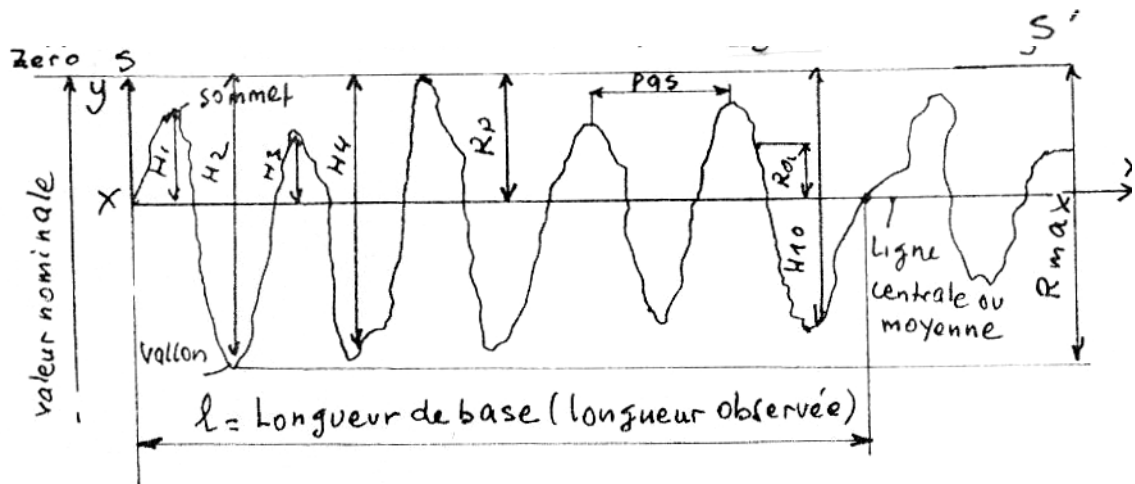
Les défauts sont :

- Défauts de 1^{er} ordre : Ce sont des défauts dus à des écarts de forme (rectitude, cylindricité, etc.) et de position (perpendicularité, parallélisme, etc.) provenant de la déformation de la pièce pendant et après l'usinage, des défauts de bridage, de la flexion des éléments de la machine, d'un mauvais guidage des éléments mobiles ou de l'usure des organes de la machine-outil.
- Défaut de 2^{ème} ordre : Défauts plus petits, ayant l'aspect général d'une ondulation, et provenant de l'avance par tournage ou en fraisage, de vibrations de basse fréquence de la pièce ou de l'outil.
- Défauts de 3^{ème} ordre : Stries et sillons dus à l'avance de l'arête coupante de l'outil, ou à l'avance par tour de la pièce, ou à des vibrations haute fréquence.
- Défauts de 4^{ème} ordre : Fentes et piqûres dues à des marques d'outil ou à des vibrations haute fréquence.

L'ensemble des défauts de 3^{ème} et 4^{ème} ordre constituent la rugosité de la surface.

6.3. Critères de rugosité

Schématisons une surface réelle par son profil géométrique dont les écarts HI par rapport à la valeur nominale sont donnés en dix points (fig. 61)



(fig. 61)

L'observation d'une telle surface permet de la caractériser par :

- Le profil géométrique SS', plan de section théorique passant par les sommets les plus élevés.
- La ligne centrale ou moyenne XX' équilibrant sommets et vallons située de part et d'autre dans la longueur de base l, elle sert de zéro à Ra dans les profilomètres.
- l : est la longueur de base qui est choisie de telle façon qu'elle ne doit pas comprendre d'autres défauts. Elle est normalisée et fonction de la valeur Rp.

l en mm	Rp en microns
0,08	0 à 0,5
0,25	0,5 à 0,6
0,80	1,5 à 10
2,50	10 à 40
8,00	40 à 63
25,00	63 à 320

Une rugosité est définie par trois valeurs fondamentales appelées critères de rugosité ou

- Rmax : profondeur maximale : C'est la distance entre le plus haut sommet et le plus bas vallon ou creux.
- Rp : profondeur moyenne entre SS' et XX'.

$$Rp = \frac{(H1+H3+H5+H7+H9)-(H2+H4+H6+H8+H10)}{5}$$

- Ra : écart moyen arithmétique, des ordonnées y par rapport à XX' :

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dy = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

Ra en microns	Rp en microns
80	320
...	...
2,50	10
1,25	6,25
...	...
0,01	0,05

La fabrication d'une surface est d'autant plus coûteuse que la rugosité est faible. Chaque procédé de fabrication est limité dans l'obtention de la rugosité.

6.4. Indication de rugosité

La rugosité est symbolisée par : $\sqrt{\quad}$

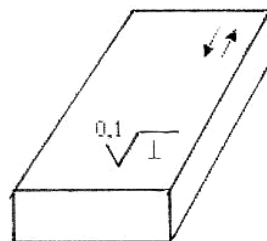
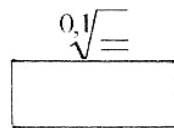
Ce signe doit être porté sur la ligne représentative de la surface ou sur son prolongement. A l'intérieur du signe, on inscrit la valeur en microns du critère de rugosité retenu choisi comme limite admissible. Exemples :

$$Rm300\sqrt{\quad} \quad Rp40\sqrt{\quad} \quad Ra1,6\sqrt{\quad} \quad 1,6\sqrt{\quad} \quad 0,08\sqrt{\quad} \quad \text{Rodé}$$

Les indications Rm ou Rp doivent être inscrites par contre Ra peut être omis ou non. Dans le cas où ne doit pas être inférieure à une certaine valeur, on indique deux valeurs limites superposées.

$$0,04 < Raz < 0,10 \quad : \quad \begin{matrix} 0,10 \\ 0,04 \end{matrix} \sqrt{\quad}$$

Si la valeur de la rugosité doit être complétée par le mode ou direction d'usinage, ils seront indiqués sur la ligne prolongeant le signe de la rugosité.



Parfois au lieu des critères de rugosité, on indique les signes de façonnage.

6.5. Les indices de façonnage

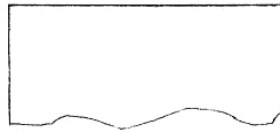
Dans ce paragraphe nous aborderons l'état géométrique des surfaces des pièces mécaniques. L'état de surface possède une grande influence sur les propriétés physiques et mécaniques des pièces, tels que frottement de glissement et de roulement., la résistance à l'usure, la résistance à l'écoulement des fluides, l'adhérence des revêtements etc. Tous ces défauts peuvent être contrôlés par des méthodes d'exploration aussi bien électriques qu'optiques.

Les surfaces des ébauches des pièces mécaniques sont réalisées en prévoyant des surépaisseurs de métal. L'enlèvement de ces surépaisseurs, permet d'obtenir des surfaces possédant les qualités géométriques et les dimensions exigées.

L'amélioration de l'état de surface est très coûteuse, le dessin doit préciser quel degré de finissage doit être exigé. A cet effet, on utilise des symboles caractérisant l'état de surface comme indiqués ci-dessous.

6.5.1. Surface sans surépaisseurs d'usinage

Si on ne porte aucun symbole sur les surfaces, son aspect peut être quelconque,



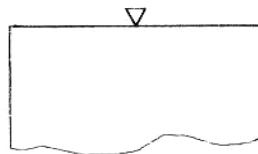
Le symbole ~ signifie que la surface peut rester brute ou subir une retouche grossière à l'outil et $R_a = 100$ à 200 microns.



6.5.2. Surfaces avec surépaisseurs d'usinage

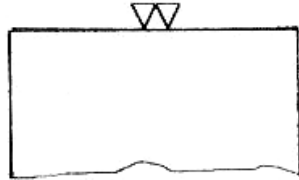
Le symbole utilisé est un triangle équilatéral.

- Un seul triangle ∇ signifie que les surfaces sont utilisées comme surfaces de contact d'assemblage et doivent avoir un bon aspect, elles peuvent être obtenues par tournage, meulage., rabotage, perçage et grattage. $R_a = 12,5$ à 50 microns



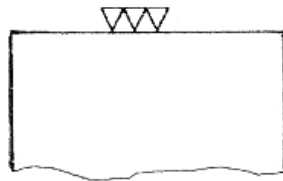
- Deux triangles $\nabla\nabla$, les surfaces doivent être géométriquement très correctes. Elles sont utilisées surtout pour les faces d'assemblage fixes et précises. Un parachèvement tels que le tournage de finition, le fraisage de face, le grattage, le brochage, la rectification et l'alésage, peut être nécessaire.

Ra = 1,6 à 6,3 microns.



- Trois triangles $\nabla\nabla\nabla$, ces surfaces doivent être géométriquement très correctes et posséder en outre de bonne qualités frottantes telle que surfaces d'assemblage mobile précis. Le parachèvement est obligatoire, tels que la super finition, le polissage, le rodage à la pierre, la rectification de précision, l'alésage au diamant, le tournage au diamant etc.

Ra = 0,05 à 0,8 microns.

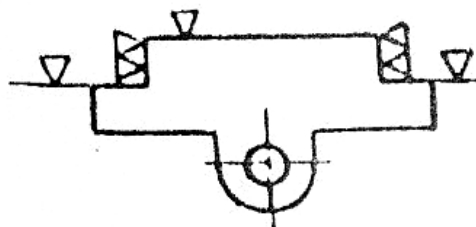


6.6. Mise en place des symboles sur le dessin

Les symboles sont placés sur les lignes représentatives des surfaces ou sur leur prolongement, autant que possible près des lignes de cotes correspondantes.

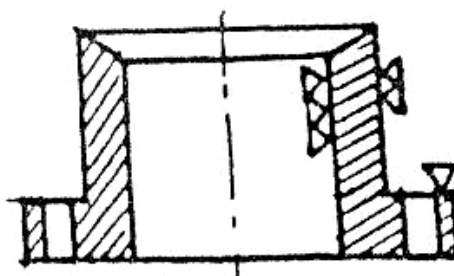
Pour une même surface, le symbole ne doit figurer qu'une seule fois quel que soit le nombre de vues.

Si la pièce possède des surfaces symétriques les symboles sont placés sur chacune d'elles (fig. 62).



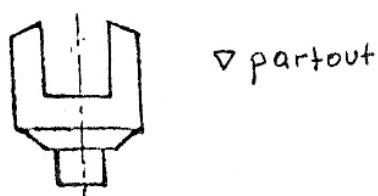
(fig.62)

Le symbole n'est placé que sur une seule génératrice lorsqu'il s'agit des surfaces de révolution (fig. 63).



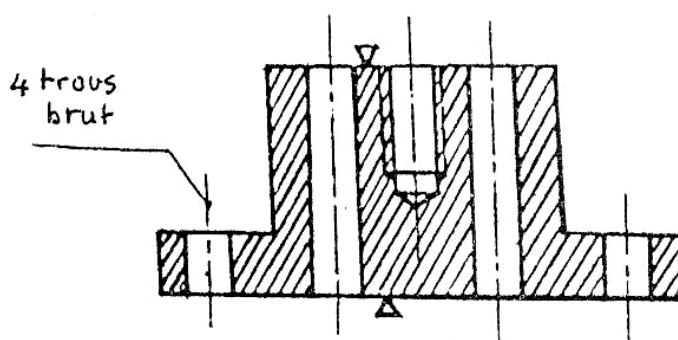
(fig. 63)

Si toutes les surfaces d'une pièce sont usinées avec le même degré de finissage, le symbole est porté à côté du repère en ajoutant, s'il y a lieu, la mention « façonné partout » (fig. 64).



(fig.64)

On n'indique pas le signe d'usinage des trous taraudés et des trous de faible diamètre qui sont obligatoirement percés. Par contre on repère les trous restant bruts (fig. 65)



(fig.65)

