



**ROYAUME DU MAROC**

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

**Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail**  
*Direction Recherche et Ingénierie de la Formation*

**RESUME THEORIQUE**  
**&**  
**GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE 4 : Métrologie dimensionnelle et géométrie**

**Secteur : FABRICATION MECANIQUE**

**Spécialité : Mécanicien Général Polyvalent**

**Niveau : Qualification**

## PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com)

Pour cela visiter notre site [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com) et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website's navigation bar with the following menu items: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, SE CONNECTER. The main header features the logo 'Maroc Etude.Com' and the tagline 'Connaissance - Métier - Technique'. Below the header are links for 'Annonces Google', 'Emploi Maroc', 'Messagerie', 'Telecharger Un Jeu', and 'Maroc Annonces'. A search bar is located on the right side of the header.

The main content area is divided into three columns:

- Left Column:** 'Nous avons 14 invités en ligne', 'Annonces Google', 'Annonces Emploi Maroc', 'Jeux Telecharger Gratuit', 'Jeux PC En Ligne', 'Connexion' (with a dropdown arrow), a login form with fields for 'Identifiant' (containing 'sniper') and 'Mot de passe', a 'Se souvenir de moi' checkbox, and a 'Connexion' button. Links for 'Mot de passe oublié ?' and 'Identifiant oublié ?' are at the bottom.
- Center Column:** 'Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement', 'MacKeeper -20%' (with Mac and Universal icons), 'Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code', 'Apply Discount Automatically' button, and a quote: '"On ne jouit bien que de ce qu'on partage"' [Madame de Genlis].
- Right Column:** 'Annonces Google', 'Jeu De Jeux', 'Jeux Sur Internet', 'Ecole Ingénieur', 'Dépanner et configurer votre réseau à domicile' (with '(Outil de Diagnostic)', 'Wi-Fi / Ethernet', 'Console de jeu', 'Imprimante', and 'Messagerie' listed below).

**Document élaboré par :**

Nom et prénom  
**FLOREA FLORIAN**

EFP  
**CDC GM**

Direction  
**DRIF**

**Révision linguistique**

-  
-  
-

**Validation**

-

## SOMMAIRE

	<i>Page</i>
<i>Présentation du module</i>	
<i>Résumé de théorie</i>	

## MODULE 4 : Métrologie dimensionnelle et géométrique

Code :

Durée : 50 h

### OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

#### COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit

*mesurer et contrôler à l'aide d'instruments*

Selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

#### CONDITIONS D'ÉVALUATION

- Travail individuel.
- A partir de :
  - Plan de fabrication
  - Plan de montage
  - Gamme de contrôle, carte de suivi contrôle
  - Fiche de contrôle, d'auto-contrôle
  - D'une fabrication de pièces usinées  
(Série ou unitaire)
- A l'aide :
  - D'instruments et d'équipements de contrôle et de mesure
  - De pièces mécaniques usinées sélectionnées
  - Documents de normalisation

#### CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles de sécurité.
- Maîtrise de la technique d'utilisation des instruments de mesure et de contrôle
- Maîtrise de la procédure d'étalonnage
- Respect des procédures de contrôle
- Précision et exactitude des mesures
- Dextérité et soin apporté aux opérations
- Autonomie de situation

(à suivre)

## **OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT (suite)**

### **PRÉCISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU**

### **CRITÈRES PARTICULIERS DE PERFORMANCE**

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| A. Analyser les objectifs de contrôle | <ul style="list-style-type: none"><li>- Situation et nature de l'objectif</li><li>- Interprétation des symboles et des normes relatives aux dimensions, formes et positions des surfaces</li></ul>  |
| B. Préparer son travail               | <ul style="list-style-type: none"><li>- Définition ou suivi d'une méthode de mesure</li><li>- Choix du procédé et des outils adaptés à la mesure ou au contrôle à réaliser</li></ul>  |
| C. Effectuer les mesures              | <ul style="list-style-type: none"><li>- Maîtrise des différents outils de mesure:<ul style="list-style-type: none"><li>• mesure directe</li><li>• mesure indirecte</li></ul></li><li>- Étalonnage des instruments de mesure</li><li>- Identification du produit</li></ul> |
| D. Analyser les écarts                | <ul style="list-style-type: none"><li>- Respect de la conformité</li><li>- Répertorier les mesures</li></ul>  |
| E. Prendre la décision                | <ul style="list-style-type: none"><li>- Autonomie de situation</li><li>- Crédibilité des résultats</li></ul>  |
- Auto-contrôle
  - Rendre compte

## **OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU**

**LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :**

### **Avant d'apprendre à analyser les objectifs de contrôle (A) :**

1. Se soucier de l'interchangeabilité
2. Savoir lire et interpréter un document de fabrication
3. Connaître le principe des ajustements

### **Avant d'apprendre à préparer son travail (B) :**

4. Connaître les différents moyens et outils de mesure

### **Avant d'apprendre à effectuer les mesures (C) :**

5. Utiliser avec précaution les moyens et outils de mesure

### **Avant d'apprendre à analyser les écarts (D) :**

6. Connaître les bases de calcul

### **Avant de prendre une décision (E) :**

7. Savoir remettre en cause ses opérations
8. Savoir situer son contrôle par rapport à l'objectif défini

## **MODULE 4 : MESURE ET CONTRÔLE A L'AIDE D'INSTRUMENTS**

**Code :**  
**Durée : 50 heures**  
**Responsabilité : D'établissement**

**Théorie : 30 %**  
**Travaux pratiques : 60 %**  
**Évaluation : 8%**

### **OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT**

#### **COMPETENCE**

- **Mesurer et contrôler à l'aide d'instruments**

#### **PRESENTATION**

Ce module de compétence générale se dispense dans les premières semaines du premier semestre du programme de formation. Il est préalable à tous les modules de compétences à caractère fabrication mécanique.

#### **DESCRIPTION**

L'objectif de ce module est de faire acquérir la maîtrise de l'utilisation des différents moyens et outils de mesure et contrôle, ainsi que le choix du moyen qui répond au exigences du dossier ou document de fabrication

#### **CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT**

- Respect des règles de sécurité.
- Maîtrise de la technique d'utilisation des instruments de mesure et de contrôle
- Maîtrise de la procédure d'étalonnage
- Respect des procédures de contrôle
- Précision et exactitude des mesures
- Dextérité et soin apporté aux opérations



## *CONDITIONS D'ÉVALUATION*

- Travail individuel.
- A partir de :
  - Plan de fabrication
  - Plan de montage
  - Gamme de contrôle, carte de suivi contrôle
  - Fiche de contrôle, d'auto-contrôle
  - D'une fabrication de pièces usinées (Série ou unitaire)
- A l'aide :
  - D'instruments et d'équipements de contrôle et de mesure
  - De pièces mécaniques usinées sélectionnées
  - Documents de normalisation
- Autonomie de situation

## OBJECTIFS

## ÉLÉMENTS DE CONTENU

- |  |  |
|--|--|
| 1. Se soucier de l'interchangeabilité                          | - Nécessité de l'interchangeabilité pour les mesures des pièces  |
| 2. Savoir lire et interpréter un document de fabrication       | - Connaître les symboles et les normes   |
| 3. Connaître le principe des ajustements                       | - Connaître le rôle d'un ajustement<br>- Identifier un ajustement  |
| <b>A. Analyser les objectifs de contrôle</b>                   | - Situer la nature de l'objectif<br>- Interpréter les symboles et les normes relatives aux dimensions, formes et position des surfaces   |
| 4. Connaître les différents moyens et outils de mesure         | - Connaître : <ul style="list-style-type: none"><li>• Pied à coulisse (simple, à cadran, à affichage numérique)</li><li>• Jauge de profondeur (à vernier, numérique)</li><li>• Micromètre d'extérieur et d'intérieur (standard et électronique)</li><li>• Alésomètre</li><li>• Micromètre de filetage</li><li>• Colonne de mesure</li><li>• Calibre d'angle, à rayon</li><li>• Calibre limites (calibre à mâchoires, tampon lisse)</li><li>• Les piges, les cales étalon</li><li>• Rugotest, rugosimètre</li><li>• Bague fileté, bague conique</li></ul> |
| <b>B. Préparer son travail</b>                                 |  |
| 5. Utiliser avec précaution les moyens et les outils de mesure | - Définir ou suivre la méthode de mesure<br>- Choisir le procédé et les outils adaptés à la mesure ou au contrôle à réaliser   |
| <b>C. Effectuer les mesures</b>                                | - Maîtriser les différents outils de mesure <ul style="list-style-type: none"><li>• Mesure directe</li><li>• Mesure indirecte</li></ul>  |
| 6. Connaître les bases de calcul                               | - Etalonner les instruments des mesures<br>- Réalisation des mesures relatives aux pièces réalisées<br>- Calcul des ajustements<br>- Des fractions<br>- Trigonométrie  |

## **D. Analyser les écarts**

7. Savoir remettre en cause ses opérations

8. Savoir situer son contrôle par rapport à l'objectif défini

- Maîtriser le calcul des ajustements
- Respecter la conformité
- Répertorier les mesures
  
- Savoir l'origine des défauts
  
- Situer la mesure / (cote nominale cote Max., cote min.)
  
- Autonomies la situation
- Crédibilité des résultats

## **E. Prise de contrôle**

- **Auto-contrôle**
- **Rendre compte**

9. Se soucier de la fiabilité de la méthode

10. Se soucier de l'importance de l'information à transmettre (résultat)

## **F. Vérifier son résultat.**

11. Etre capable de transcrire des informations, des commentaires

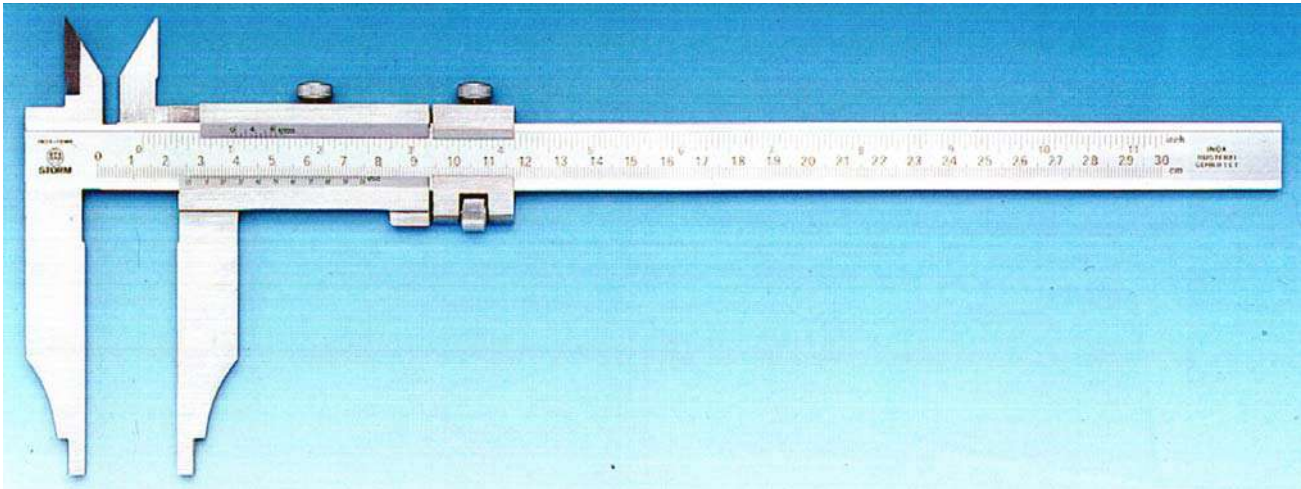
12. Se soucier de la précision des informations recueillies ou transcrites

**Module :**      ***Métrologie dimensionnelle et géométrie***

***RESUME THEORIQUE***

# LES INSTRUMENTS DE MESURE

## 1. PIED A COULISSE



### **1-DEFINITION:**

Le pied à coulisse ou calibre à coulisse est un appareil de mesure des dimensions par lecture directe, sur une règle et un vernier.

### **2- PARTIES PRINCIPALES**

Le pied à coulisse se compose de :

- Règle graduée
- Bec fixe
- Bec mobile
- Coulisseau
- Vis de blocage
- Vernier.

### **3- VERNIERS:**

La précision du résultat obtenu dépend essentiellement du nombre de graduations portées sur le vernier qui peut être:

#### **A - Vernier au 1/10 de mm**

Le vernier au 1/10 mesure 9 mm divisé en 10 parties égales, chaque partie vaut  $9/10 \text{ mm} = 0.9 \text{ mm}$   
Le décalage entre la première graduation du vernier et celle de la règle  $10/10 - 9/10 = 1/10 = 0.1 \text{ mm}$ .  
Le décalage entre la deuxième graduation du vernier et celle de la règle vaut  $20/10 - 18/10 = 2/10$   
Soit 0.2 mm etc...

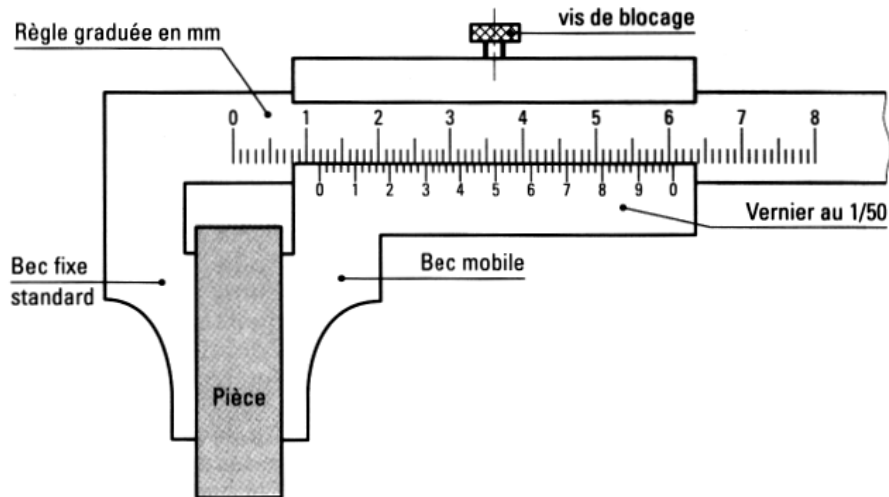
#### **B - Vernier au 1/20 de mm**

Le vernier au 1/20 mesure 19 mm divisé en 20 parties égales, chaque partie vaut  $19/20 = 0.95 \text{ mm}$   
Le décalage entre la première graduation du vernier et celle de la règle  $20/20 - 19/20 = 1/20 = 0.05 \text{ mm}$ .  
Le décalage entre la deuxième graduation du vernier et celle de la règle vaut  $40/20 - 38/20 = 2/20$   
Soit 0.1 mm etc...

#### **C - Vernier au 1/50 de mm**

Le vernier au 1/50 mesure 49 mm divisé en 50 parties égales, chaque partie vaut  $49/50 = 0.98 \text{ mm}$   
Le décalage entre la première graduation du vernier et celle de la règle  $50/50 - 49/50 = 1/50 = 0.02 \text{ mm}$ .  
Le décalage entre la deuxième graduation du vernier et celle de la règle vaut  $100/50 - 98/50 = 2/50$   
Soit 0.04 mm etc...

**LECTURE DE LA DIMENSION SUR VERNIER.**



**• Principe de fonctionnement**

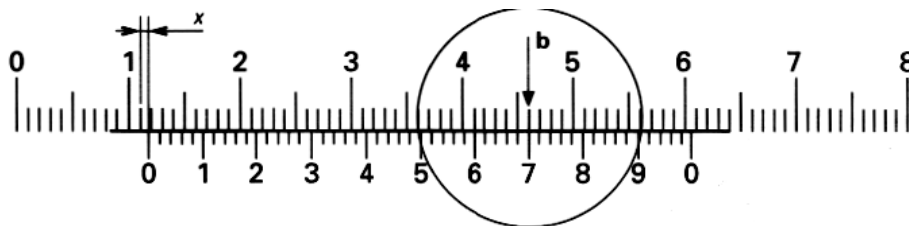
Un coulisseau portant un vernier au 1/50 et un bec mobile se déplacent sur une règle en fonction de la grandeur de la pièce à mesurer. La position de mesure peut être stabilisée par la vis de blocage.

**• Principe de lecture**

a) Lire un nombre entier de mm sur la règle juste à gauche du zéro du vernier : 11



b) Lire la fraction de mm (x) sur le vernier.

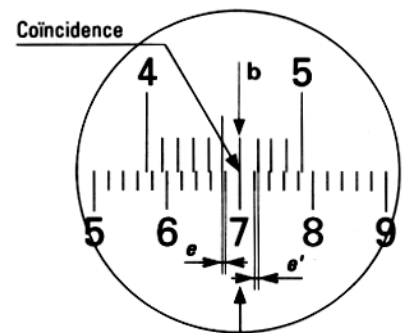


Repérer la coïncidence des graduations entre la règle et le vernier en appliquant la méthode des écarts symétriques :  $e = e'$

Puis multiplier le nombre de graduations lues sur le vernier du 0 à la coïncidence par 1/50 ou 0,02

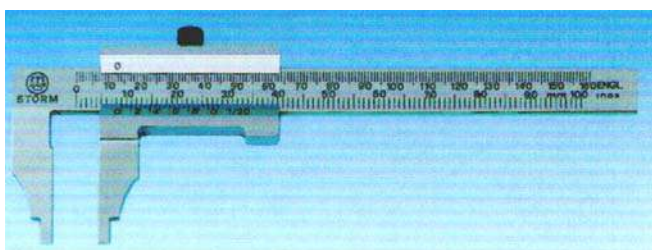
$$35 \times 0,02 = 0,70$$

Expression du résultat brut de mesure  $M = 11,70$

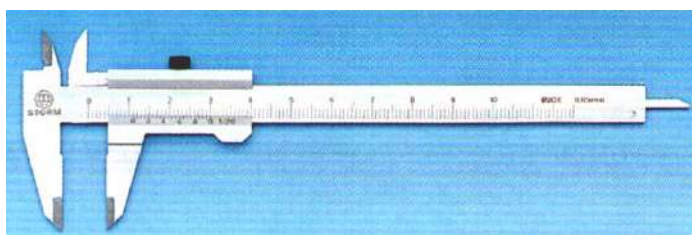


## DIFFERENTS TYPES DE PIED A COULISSE

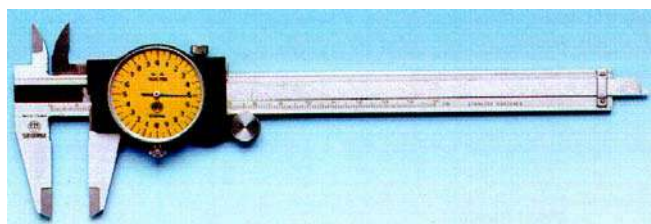
PIED A COULISSE AVEC BECS NORMAUX



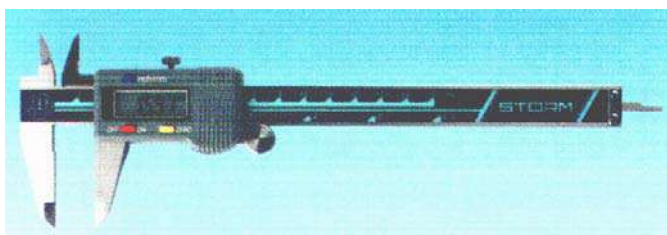
PIED A COULISSE AVEC BECS FINS



LECTURE DE LA DIMENSION SUR CADRAN

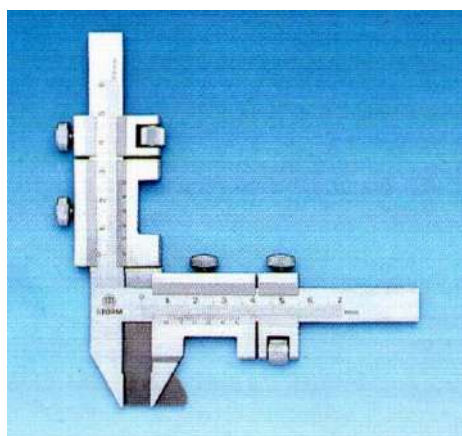


LECTURE DE LA DIMENSION NUMÉRISÉE

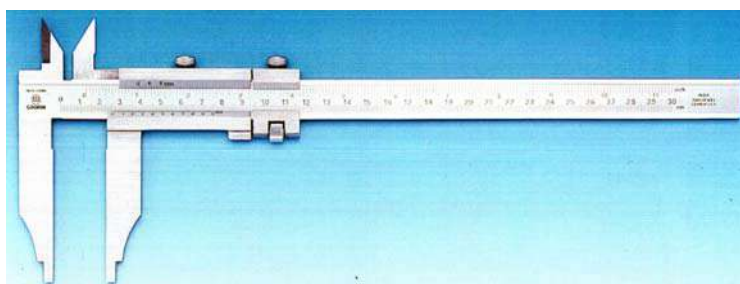


PIED À MODULE

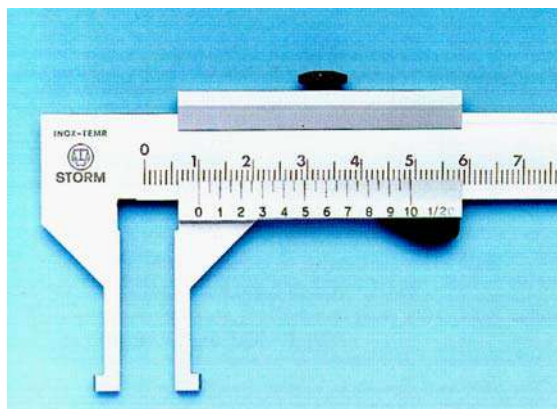
(Mesure de dents d'engrenages)



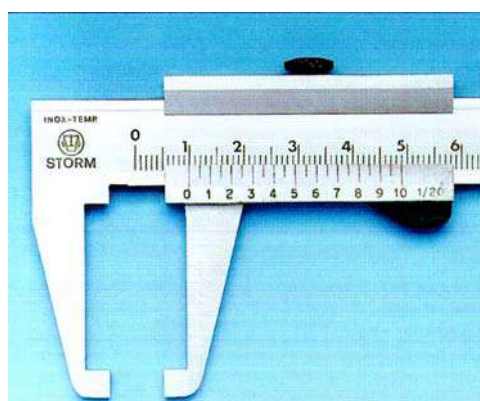
PIED A COULISSE DE HAUTE PRECISION



PIED A COULISSE (gorges intérieures)

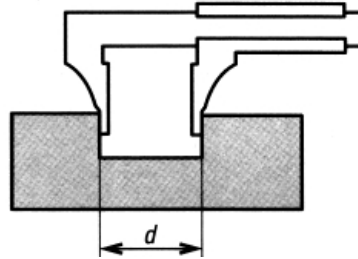
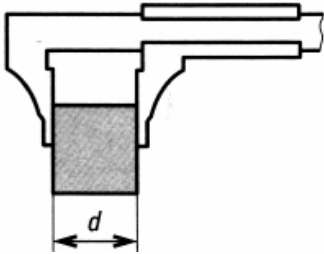


PIED A COULISSE (gorges extérieures)

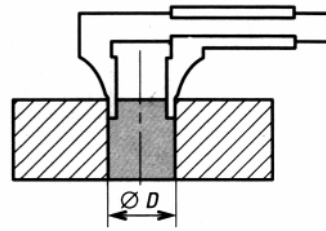
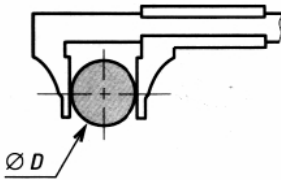


## Applications courantes

### Distance entre faces parallèles

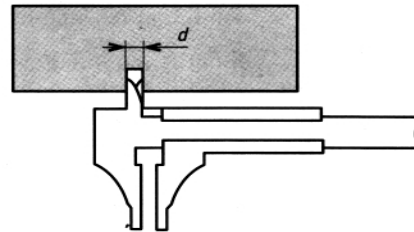
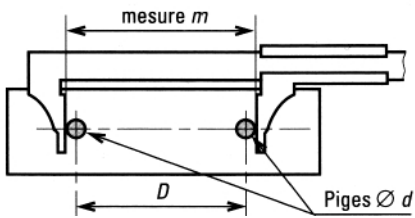


### Diamètres



### Entraxes

Cas particulier: dimension intérieure inférieure à l'épaisseur des becs du pied à coulisse

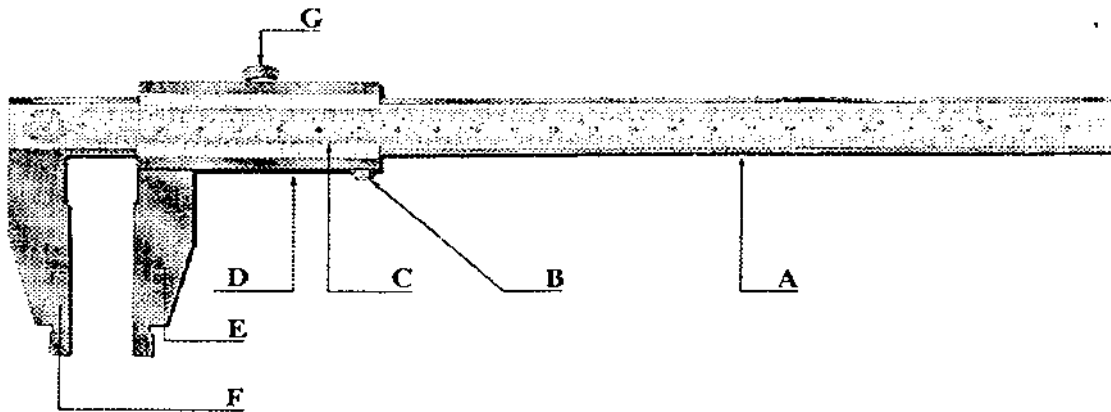




Travaux pratiques : (propositions des exercices)

Exercice n° 1

“Identifier les différentes parties du pied à coulisse”.



Compléter le tableau avec les lettres repères correspondant à chaque élément du pied à coulisse à vernier.

	Règle ou perche
	Vis de blocage ou “poulet”
	Bec fixe ou bec de règle
	Poussoir
	Vernier
	Coulisseau
	Bec mobile ou bec de coulisseau

Correction de l'exercice n° 1

<b>A</b>	Règle ou perche
<b>G</b>	Vis de blocage ou “poulet”
<b>F</b>	Bec fixe ou bec de règle
<b>B</b>	Poussoir
<b>C</b>	Vernier
<b>D</b>	Coulisseau
<b>E</b>	Bec mobile ou bec de coulisseau

## Exercice n° 2

### **“LIRE sur un pied à coulisse à vernier ”.**

En sous-groupe avec un seul pied à coulisse :

- 1) Déplacer le coulisseau d’une valeur quelconque et serrer la vis de blocage.
- 2) Chacun des stagiaires note la valeur de sa lecture sur une feuille de papier brouillon.
- 3) A l’issue des lectures échanger les résultats.

Recommencer l’opération autant de fois que ce sera nécessaire pour que tout le groupe lise la même cote.

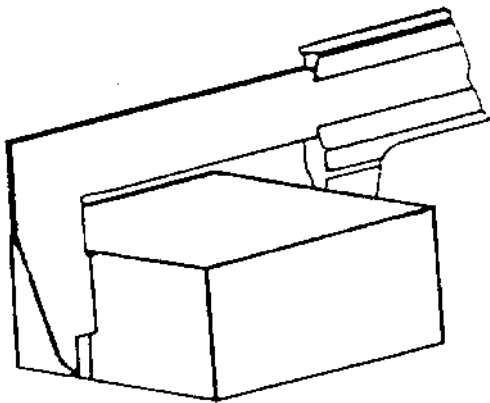
## Exercice n°3 :

Pour l’exercice antérieur utiliser des pieds à coulisse de différents précisions.

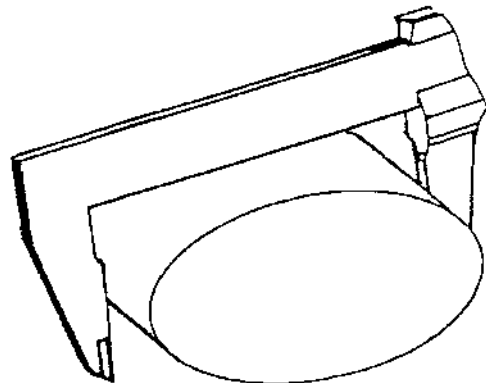
## Exercice n°4 :

### **“ PRENDRE une cote au pied à coulisse”.**

Forme prismatique extérieure  
extérieure



Forme cylindrique



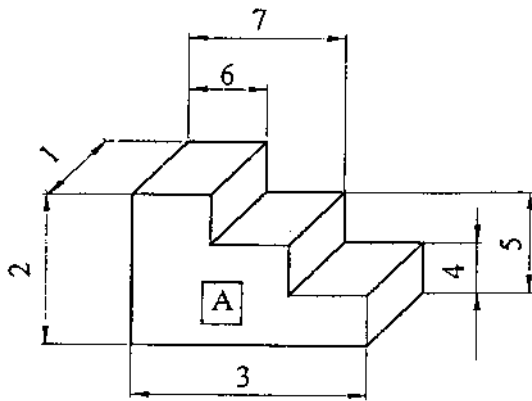
- Rechercher la position “pièce-pied à coulisse” permettant :
  - Bonne portée des becs,
  - Pas de jeu entre pièces et becs.
- Serrer la vis de blocage.
- Dégager la pièce avec précautions sans dérégler le pied à coulisse.
- Présenter à nouveau la pièce entre les becs non déréglés.
- La prise de cote est bonne si aucun jeu n’apparaît .  
Recommencer l’opération autant de fois que nécessaire pour assurer la prise de cotes.

**Exercice n°5 :**

**“ ASSURER une mesure au pied à coulisse à vernier”.**

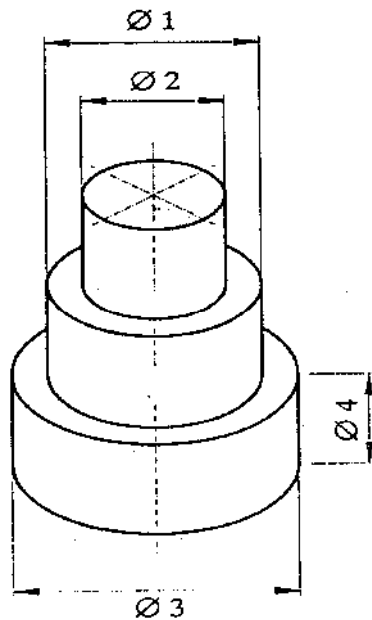
- REMPLIR les 2 tableaux de relevés de cotes en mesurant les pièces “étalons”.

Relever les cotes



	1 <sup>ère</sup> mesure	2 <sup>ème</sup> mesure
1		<del> </del>
2		
3		<del> </del>
4		<del> </del>
5		<del> </del>
6		
7		

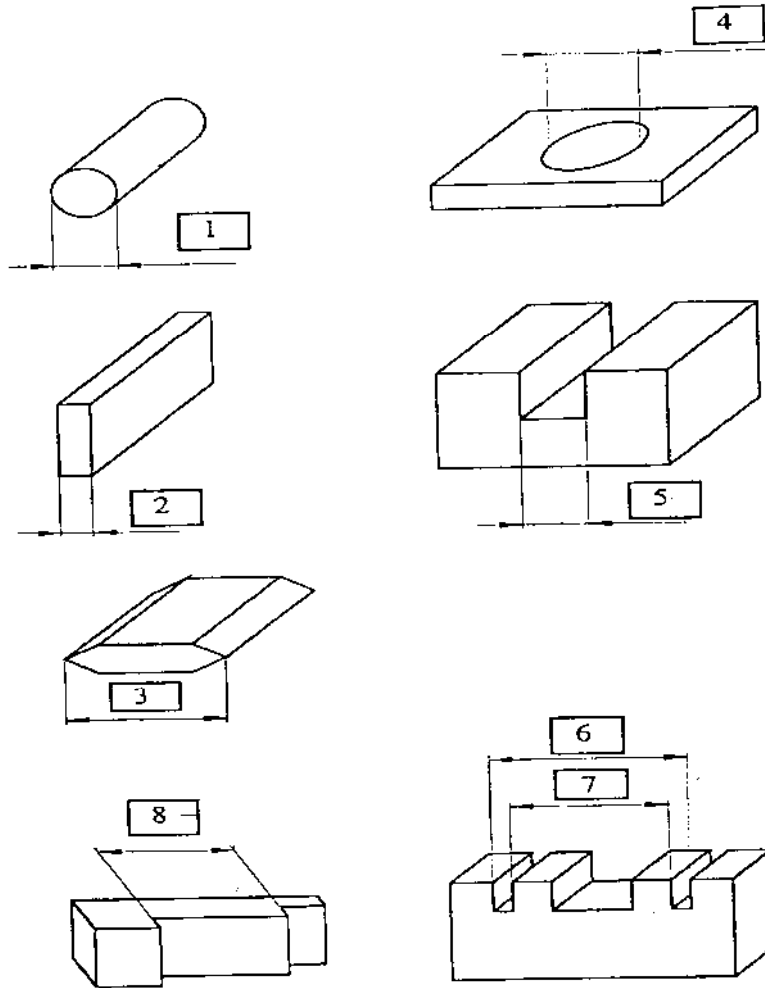
Relever les cotes



	1 <sup>ère</sup> mesure	2 <sup>ème</sup> mesure
1		
2		
3		<del> </del>
4		

**Exercice n°6**

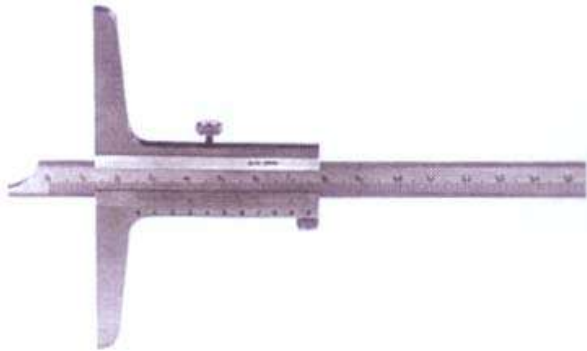
➤ **MESUREZ LES COTES SUIVANTES AU PIED À COULISSE ET ÉCRIVEZ LES COTES RELEVÉES DANS LA CASE CORRESPONDANTE :**



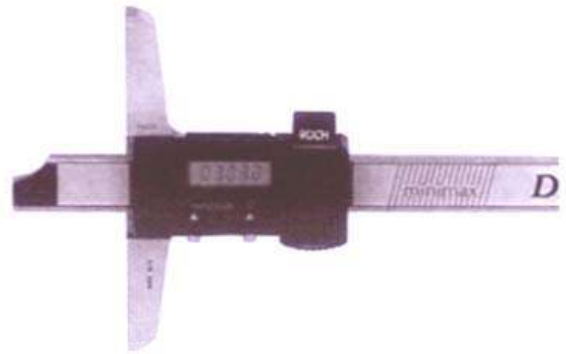
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Pied à coulisse numérique</b>								
<b>Pied à coulisse à cadran</b>								
<b>Pied à coulisse à vernier</b>								

## 2. JAUGE DE PROFONDEUR

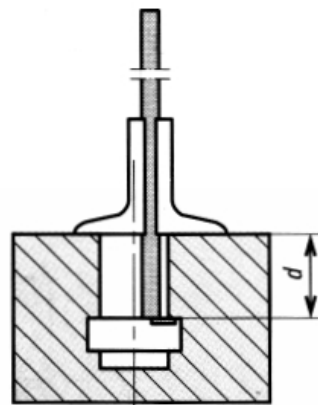
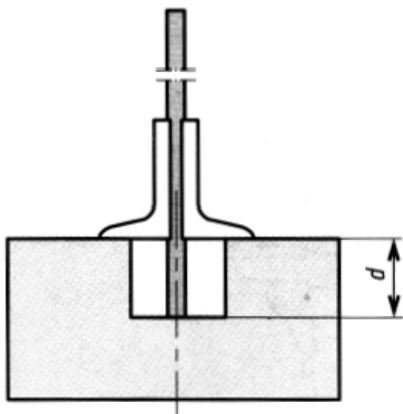
Lecture de la dimension sur vernier



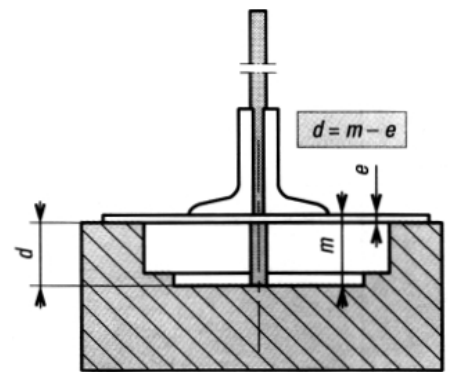
Lecture de la dimension numérisée



### Applications courantes



Avec talon rotatif



Avec semelle amovible

### Conditions normales d'utilisation

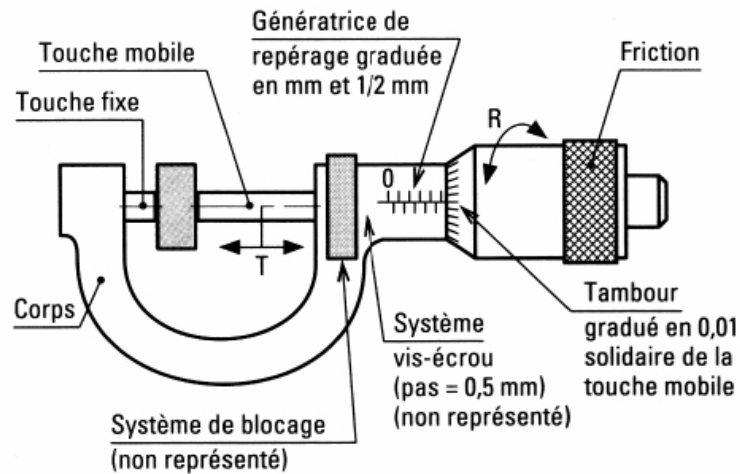
- se placer en face des graduations pour détecter la coïncidence;
- exercer une pression limitée sur les becs;
- positionner correctement l'instrument sur la pièce;
- vérifier le jeu fonctionnel de la liaison glissière entre le coulisseau et la règle

### Incertitude de mesurage

Pour les instruments de mesure coulissants, l'incertitude de mesurage minimale est de:  $\pm 0,02$  mm

### 3. MICROMETRE

#### 1) Lecture de la dimension sur vernier



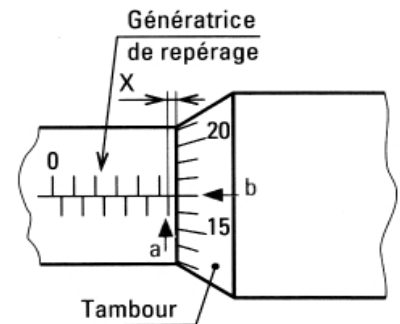
#### 2) Principe de lecture sur micromètre d'extérieur à vernier

a) Lire le nombre entier de millimètres et de 1/2 mm sur la génératrice de repérage (dernière graduation découverte par le tambour) : 5,5

Ne pas oublier le demi-millimètre (erreur parasite).

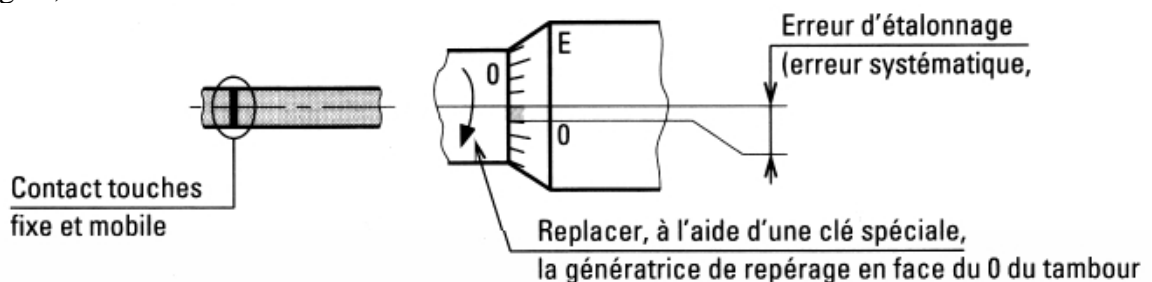
b) Lire la fraction de millimètre (X) sur le tambour gradué en 0,01:  $17 \times 0,01 = 0,17$

Expression du résultat brut de mesurage  $M = 5,67 \pm 0,01$



#### 3) Conditions normales d'utilisation

1° Procéder à la vérification de l'étalonnage avant utilisation. Exemple: étalonnage d'un micromètre extérieur plage 0,25 mm.



**Remarque:** pour l'étalonnage des autres micromètres, utiliser les étalons fournis.

2° Utiliser impérativement le limiteur de pression (système de friction) lors de la mise en contact de la touche mobile sur la pièce.

3° Positionner correctement l'instrument sur la pièce.

**Nota :**

Chaque micromètre a une capacité de mesure limitée.

Les étendues de mesure courantes sont, en millimètres:

0 - 25 ; 25 - 50 ; 50 - 75 ; 75 - 100 ; 100 - 125 ; 125 - 150 ; 150 - 175 ; ...

## MICROMÈTRES D'EXTÉRIEUR

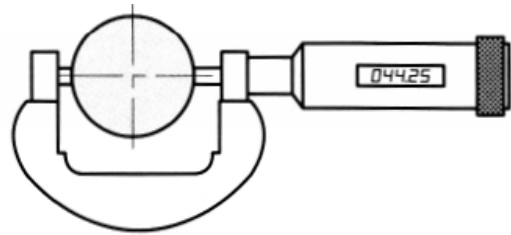
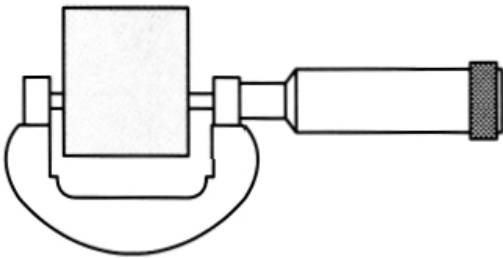
Lecture de la dimension sur vernier



Lecture de la dimension numérisée

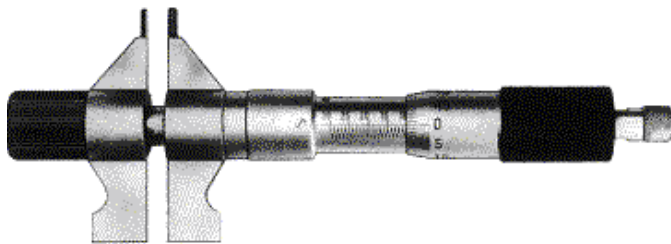


Applications courantes



## MICROMÈTRES D'INTÉRIEUR.

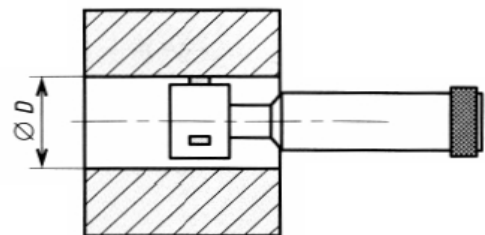
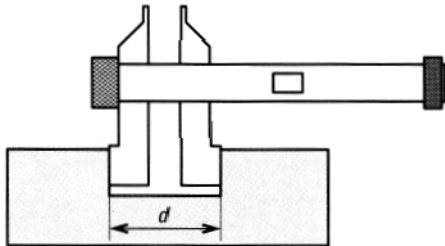
Lecture de la dimension sur vernier  
Micromètre à becs d'intérieur



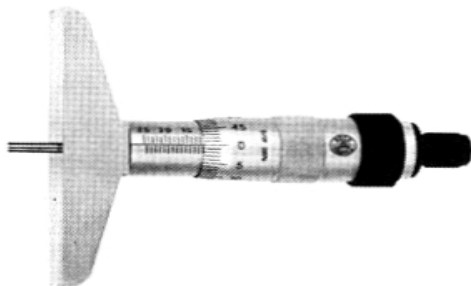
Lecture de la dimension sur vernier  
Micromètre à 3 touches



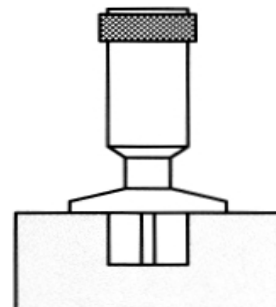
Applications courantes



## JAUGE MICROMÉTRIQUE DE PROFONDEUR



Application courante





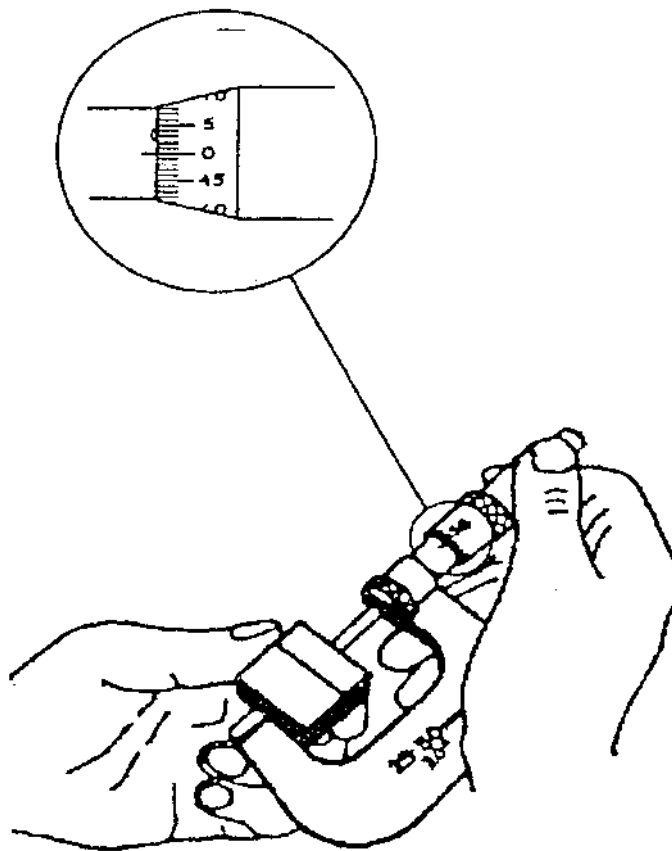
## L'ÉTALONNAGE D'UN MICROMÈTRE

L'exactitude de la lecture dépend du réglage de l'appareil.

Il est donc nécessaire de contrôler la "mise à zéro" du micromètre.

On place les touches en contact dans le cas d'un palmer de 0 à 25 mm et, pour des instruments plus grands, sur des étalons (pige, disque, cale Johansson) de 25, 50, 75 mm... selon le cas .

### Étalonnage avec cales

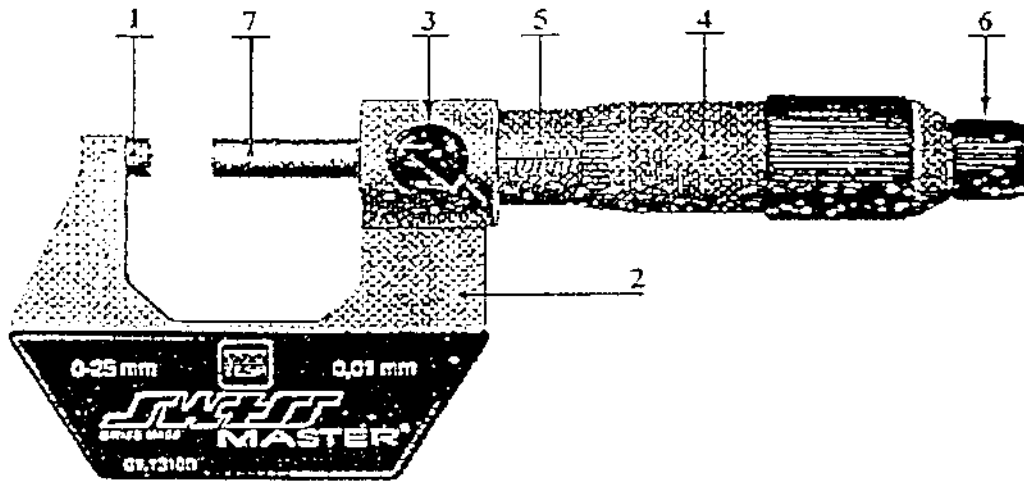


### Jauge d'étalonnage pour micromètre



**Exercice n°1:**

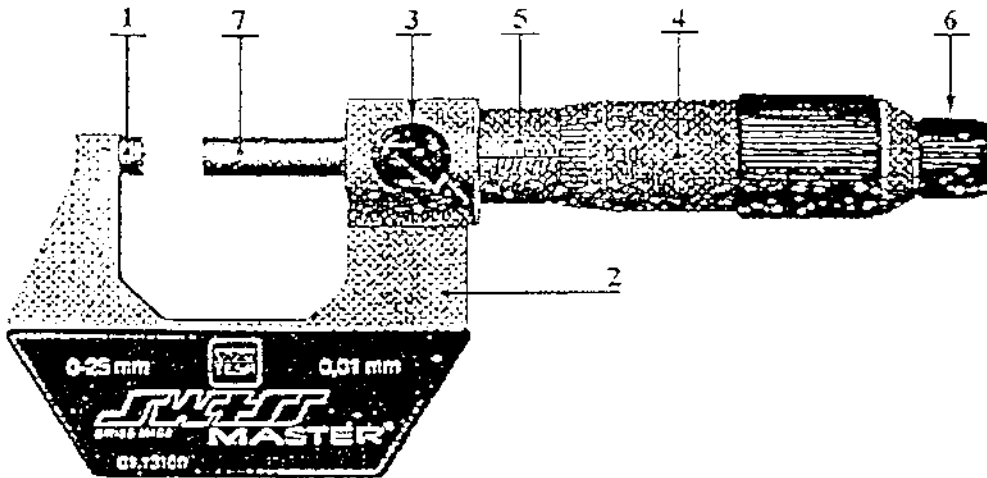
**“ Identifier les différentes parties du micromètre”.**



Repère	Désignation
1	
2	
5	
	Tambour gradué
	Blocage
	Friction
7	

## Correction de l'exercice n°1:

**“ Identifier les différentes parties du micromètre”.**



Repère	Désignation
1	Touche fixe
2	Corps
5	Douille graduée
	Tambour gradué
	Blocage
	Friction
7	Touche mobile

## Exercice n° 2

**“LIRE sur un micromètre standard  
(à vis au pas de 0,5mm) ”.**

**En sous-groupe avec un seul micromètre :**

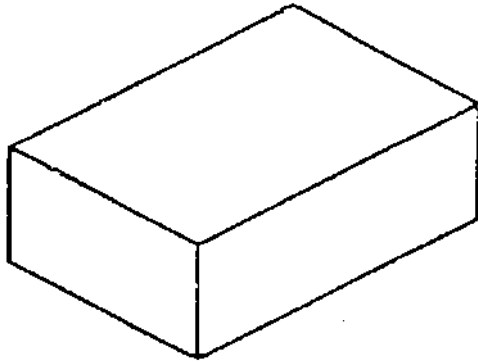
- 1) Déplacer le tambour gradué d'une valeur quelconque et serrer la vis de blocage.
- 2) Chacun des stagiaires note la valeur de sa lecture sur une feuille de papier brouillon.
- 3) A l'issue des lectures, échanger les résultats.

Recommencer l'opération autant de fois que ce sera nécessaire pour que tout le groupe lise la même cote.

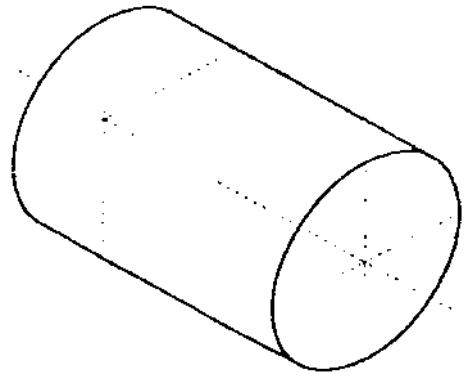
### Exercice n°3

**“ PRENDRE une cote avec un micromètre”.**

Forme prismatique  
extérieure



Forme cylindrique



- Rechercher la position “pièce-micromètre” permettant :
  - Une bonne portée des touches.
  - Pas de jeu entre pièces et touches.
  - L’alignement des touches avec le diamètre de la pièce.
  
- Serrer le blocage.
- Dégager la pièce avec précautions sans dérégler le micromètre.
- Présenter à nouveau la pièce entre les touches non déréglés.
- La prise de cote est bonne si aucun jeu n’apparaît .
  
- Recommencer l’opération autant de fois que nécessaire pour assurer la bonne position du micromètre et lire la même cote pour deux prises successives de la même cote.

## Exercice n°4

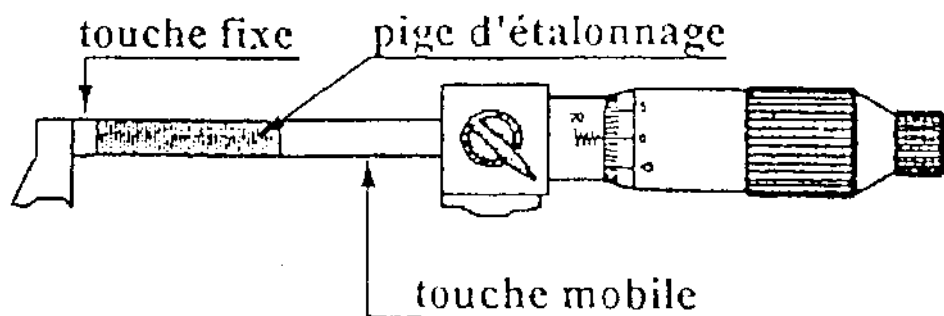
### “ CONTROLER l'étonnage d'un micromètre”.

#### 3 Palmer 0 -25 :

- Essuyer les touches.
- Mettre les touches en contact en utilisant la friction.
- Le zéro du tambour doit correspondre avec le zéro de la douille.
- Dans tous les autres cas, demander au formateur d'intervenir pour régler le micromètre.

#### 3 Palmer 25 - 50 :

- Même procédure que pour le palmer de 0 – 25, mais utiliser une “pige étalon” de 25 mm qui sera placée entre les touches du micromètre.

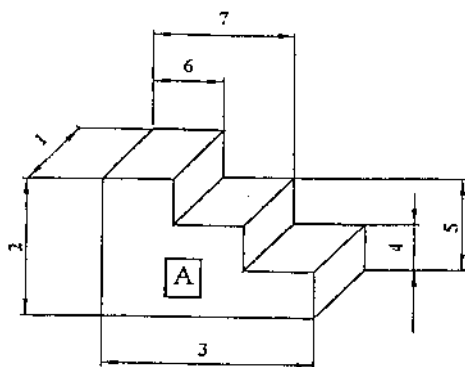


**“ GARANTIR des MESURES, au micromètre, hors machine et sur machine avec une précision de 1/100 de mm”.**

➤ REMPLIR les tableaux de relevés de cotes en mesurant la pièce “étalon A”.

***Pièce prismatique hors machine***

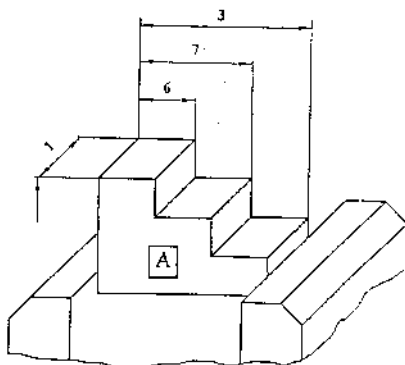
Relever les cotes



	1 <sup>ère</sup> mesure	2 <sup>ème</sup> mesure
<b>1</b>		<del> </del>
<b>2</b>		
<b>3</b>		<del> </del>
<b>4</b>		<del> </del>
<b>5</b>		<del> </del>
<b>6</b>		
<b>7</b>		

***Pièce prismatique sur machine (pièce serrée en étau)***

Relever les cotes



	1 <sup>ère</sup> mesure	2 <sup>ème</sup> mesure
<b>1</b>		
<b>3</b>		
<b>6</b>		
<b>7</b>		

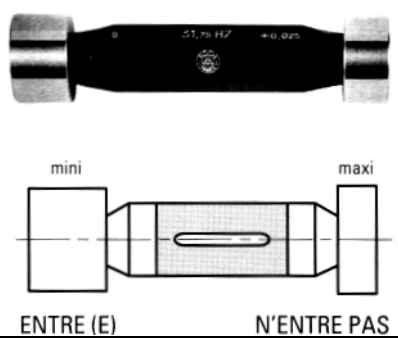
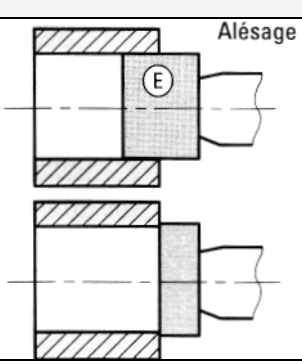
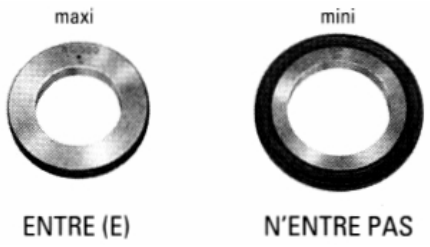
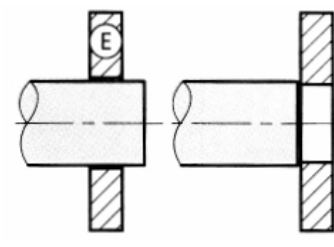
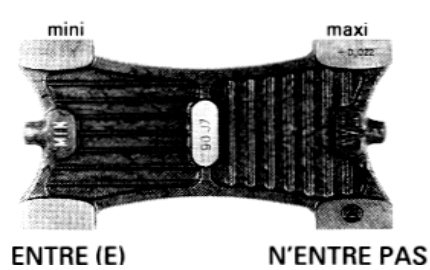
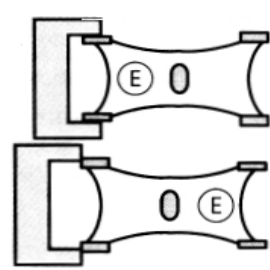
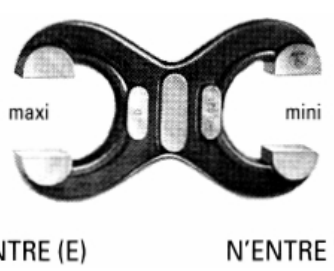
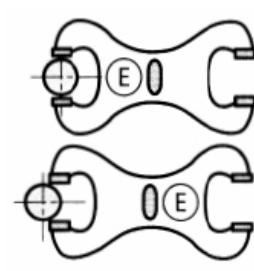
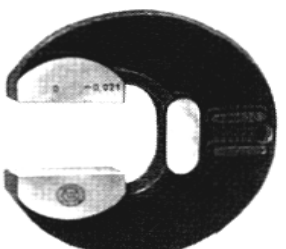
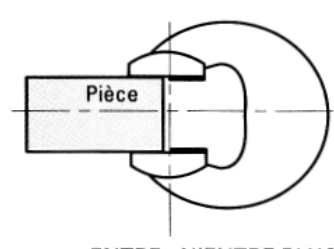
**Nota :** Si vous n’obtenez pas la même cote lors de la 2<sup>ème</sup> mesure, il y a problème!

## 4.CALIBRES DE CONTRÔLE

### DÉFINITION

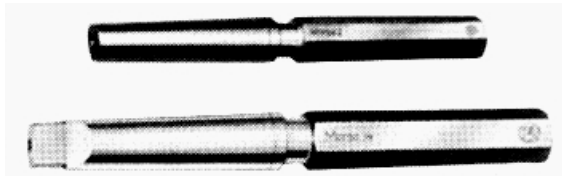

Ce sont des instruments sur lesquels sont matérialisées les valeurs limites maximale et minimale d'une spécification à contrôler.

L'une de ces valeurs limites doit entrer, l'autre limite ne doit pas entrer pour que la spécification soit respectée et que la pièce soit bonne


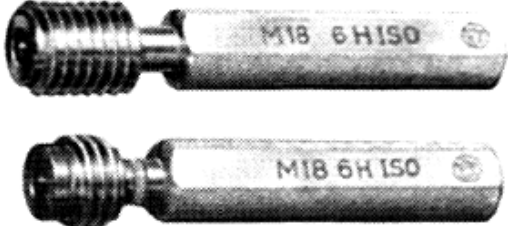
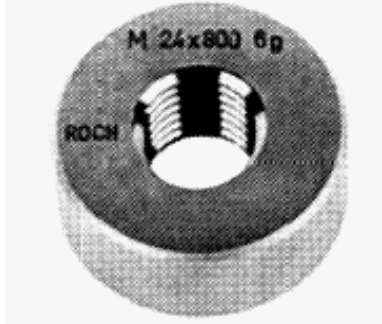
Identification	Visualisation	Utilisation
<b>Tampon lisse double</b>		 <p style="text-align: right;">Alésage</p>
<b>Bagues lisses</b>		
<b>Jauge plat double</b>		
<b>Calibre à mâchoires à l'opposé</b>		
<b>Calibre à mâchoires à l'enfilade</b>		 <p style="text-align: center;">Pièce</p> <p style="text-align: center;">ENTRE N'ENTRE PLUS</p>



## CALIBRES LISSES

Identification	Visualisation	Utilisation
Tampon lisse conique		Alésages coniques cônes morse n <sup>os</sup> :1 à 6
		<i>Alésages coniques cônes 7/24 (SA 30 à 60)</i>
Bague lisse conique		<b>Arbres coniques</b> cônes morse n <sup>os</sup> :1 à 6
		<i>Arbres coniques cônes 7/24 (SA 30 à 60)</i>

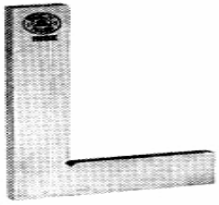
## CALIBRES FILETÉS

Identification	Visualisation	Utilisation
Tampon fileté double	 <p style="text-align: center;">ENTRE                      N'ENTRE PAS</p>	Écrou
Tampons filetés simples	<p style="text-align: left;">ENTRE</p>  <p style="text-align: left;">N'ENTRE PAS</p>	Écrou
Bague fileté		Vis M2 à M68

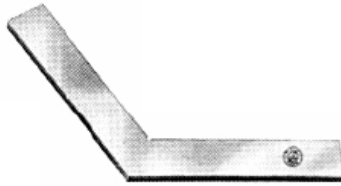
## 5. CALIBRES ET MESUREURS D'ANGLES

### 1) ÉQUERRES

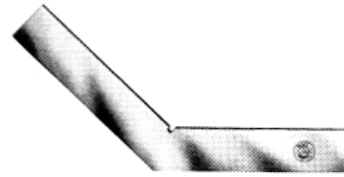
Ce sont des calibres, en acier spécial trempé, constitués de deux branches qui forment entre elles un angle donné.



Équerre à 90°

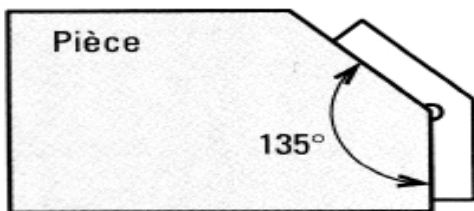


Équerre à 120°



Équerre à 135°

### Application

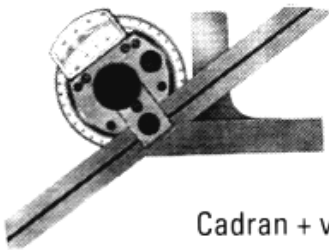


### 2) RAPPORTEURS D'ANGLES

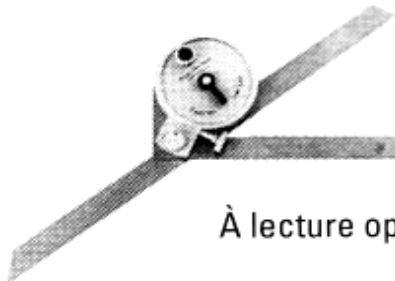
Principe de fonctionnement

Une règle mobile se déplace autour d'un axe par rapport à une règle fixe solidaire de l'axe.

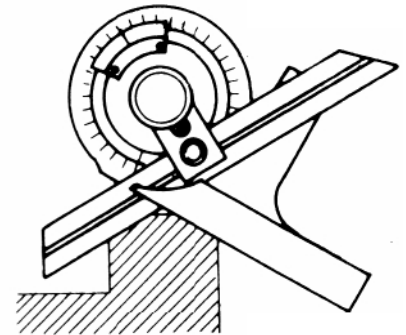
#### • Application



Cadran + vernier



À lecture optique



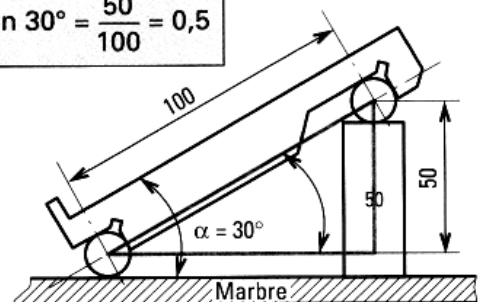
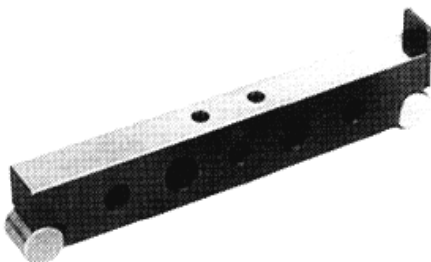
### 3) BARRE SINUS SIMPLE

Principe de fonctionnement

Une barre est articulée autour d'un axe et son positionnement est obtenu par l'utilisation de cales étalons

#### • Application

$$\sin 30^\circ = \frac{50}{100} = 0,5$$

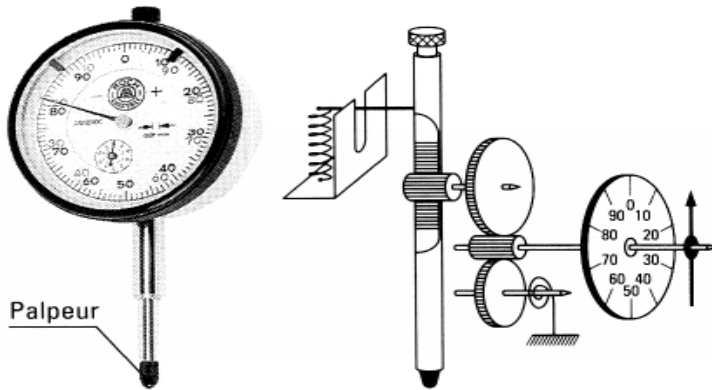


## 6. COMPAREUR À CADRAN

- Principe de fonctionnement

Pour un déplacement de 1 mm du palpeur lié à la crémaillère, l'aiguille liée au pignon terminal de la chaîne cinématique fait 1 tour. Le cadran étant divisé en 100 graduations, chaque graduation est égale à :

$$\frac{1\text{mm}}{100}, \text{ soit } 0,01.$$

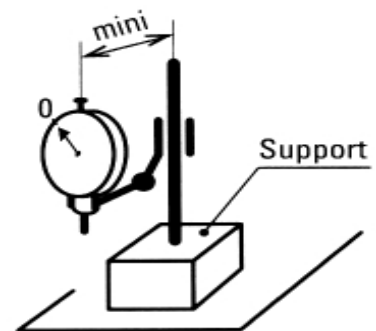


- Principales utilisations

- Mesurer l'écart  $e$  entre un étalon et une pièce à mesurer.
- Réaliser les différents réglages géométriques sur la machine.

- Conditions normales d'utilisation

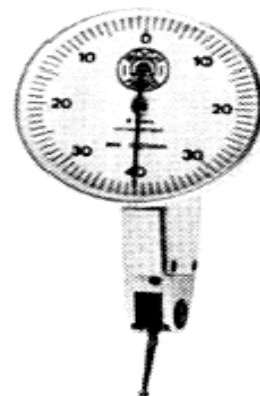
- Vérifier, avant usage, la fidélité de réponse (retour à la même graduation).
- Vérifier le vissage du palpeur.
- Réduire les porte-à-faux lors du montage du comparateur sur le support (ci-contre).



### COMPAREUR À CADRAN NUMÉRIQUE



### COMPAREUR À LEVIER



#### Incertitude de mesurage

L'incertitude de mesurage courante est de  $\pm 0,01$  mm .

## 7. PALPEURS ELECTRONIQUE

Dans les systèmes de fabrication actuels, il est indispensable de connaître et de communiquer au plus tôt la conformité du produit. C'est pourquoi des postes de contrôle informatisés sont intégrés à chaque étape de la fabrication.

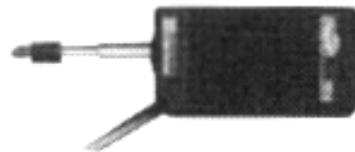
De nombreux instruments numérisés sont équipés de liaisons séries permettant la connexion au système informatique.

Sur certains montages de contrôle, la mesure est effectuée par l'intermédiaire de

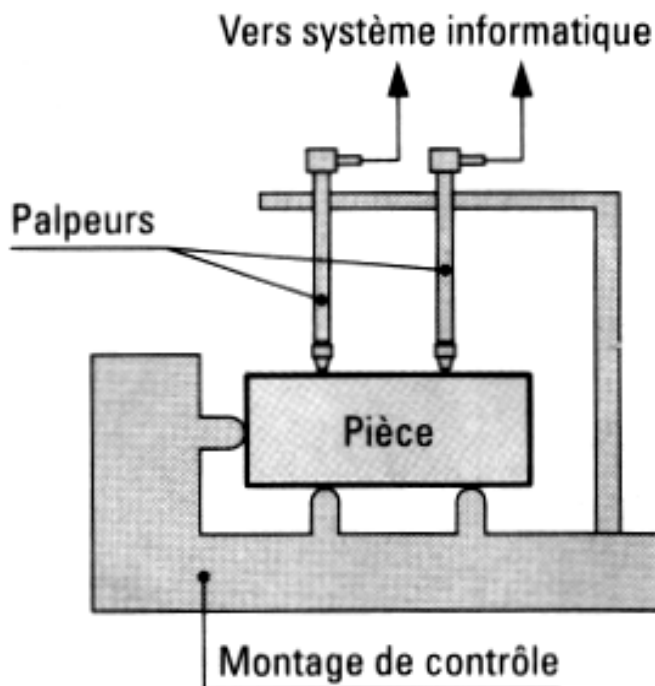
Palpeur inductif



Palpeur photoélectrique



Application



## 8. MACHINE A MESURER TRIDIMENSIONNELLE

### CONFIGURATION GÉNÉRALE

La machine à mesurer tridimensionnelle dispose :

- d'un palpeur électronique se déplaçant sur 3 glissières orthogonales (règles) selon les 3 axes XYZ;
- d'une référence de planéité (axe Z) :
  - marbre en granit sur lequel est liée la pièce à mesurer.
- Un ordinateur qui
  - porte le logiciel
  - traite les informations transmises par les règles (définition, calculs...).
- Une imprimante qui permet l'édition de documents (ex. : certificat de mesurage...).



### PALPEUR

Les points matériels mesurés sur la pièce sont appréhendés à l'aide d'un palpeur. Le palpeur est installé sur l'axe Z. Sa longueur et son diamètre sont mesurés et mémorisés (utilisation d'une sphère étalon).

L'opérateur peut le déplacer :

- librement;
- à partir de commande manuelle, numérique, etc.

Chaque accostage du palpeur sur l'élément palpé est confirmé en général par un bip sonore et lumineux.

Le palpeur est électronique, possède une ou plusieurs branches, ce qui permet une meilleure accessibilité aux surfaces à palper.



## **9. Contrôler un état de surface avec un rugotest**

### **En entreprise :**

Le RUGOTEST est un moyen de contrôle, par comparaison, RAPIDE et PEU PRECIS de l'état d'une surface usinée.

Il est utilisé au poste de production.

### **Pour maîtriser cette capacité, vous apprendrez à :**

- COMPARER une pièce usinée à une plaquette étalon par un moyen VISUEL et par un moyen TACTILE.
- RECONNAITRE les unités de mesure d'état de surface USUELLES.

### **A l'issue de cette phase d'apprentissage, vous serez capable de :**

- CONTROLER la RUGOSITE de surfaces usinées planes et cylindriques et REMPLIR une fiche de contrôle.

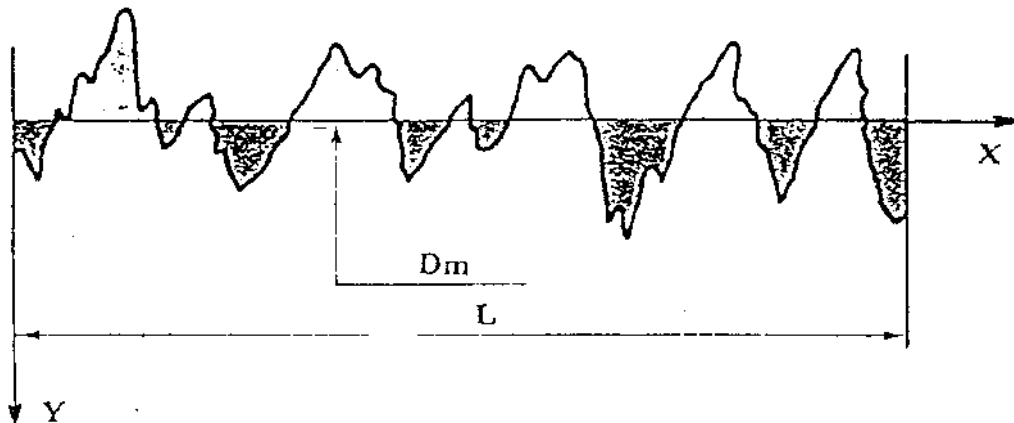
## CRITERES DE RUGOSITE

Il existe plusieurs critères pour la mesure de la rugosité, nous allons pour le moment étudier le critère Ra.

Ra signifie : écart moyen arithmétique de rugosité en microns.

Nota: le terme arithmétique signifie que les valeurs relevées sont toujours positives c'est-à-dire avec le signe + ou encore en valeurs absolues.

**Ra** Moyenne des ordonnées définies à partir de la ligne moyenne du profil (ordonnées exprimées en valeur absolue).



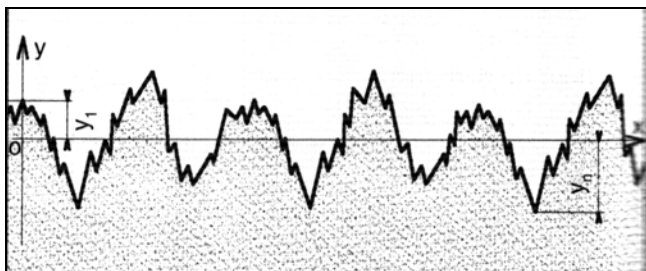
### Définitions

L Longueur d'évaluation ou longueur de base : longueur du profil effectif choisie pour la définition de la rugosité.

Dm Ligne moyenne : droite menée parallèlement à l'axe des abscisses, la position unique de cette droite est telle que  $S_{\text{shaded}} = S_{\text{white}}$

Y Axe des ordonnées

X Axe des abscisses



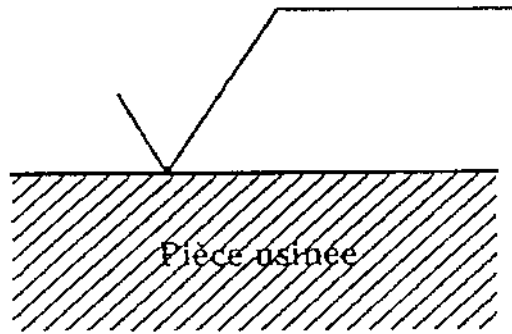
$$Ra = \frac{|y_1| + \dots + |y_n|}{n}$$

## ETAT DE SURFACE



# NF E 05-015

Le signe d'état de surface est représenté sur les plans comme ci -contre :



Ce signe est complété par les indications ci -dessous:

<p><b>Symbole général</b></p>		<p>L'état de surface doit présenter un écart moyen arithmétique Ra inférieur ou égal à 6,3 <math>\mu</math>. Le procédé d'obtention de la surface est quelconque.</p>	
<p>Surface à usiner par enlèvement de matière, sans spécification d'exigence pour l'état de surface.</p>		<p>L'état de surface doit présenter un écart moyen arithmétique Ra compris entre 3,2 <math>\mu</math> et 6,3 <math>\mu</math>. Le procédé d'obtention est quelconque.</p>	
<p>Surface où l'enlèvement de matière est interdit, sans spécification d'exigence pour l'état de surface.</p>		<p>L'état de surface doit présenter un écart moyen arithmétique Ra inférieur ou égal à 3,2 <math>\mu</math>. La surface doit obligatoirement être obtenue par usinage.</p>	
<p>L'état de surface est le même pour toutes les surfaces de la pièce.</p>		<p>L'état de surface doit présenter un écart moyen arithmétique Ra inférieur ou égal à 0,8 <math>\mu</math>. La surface doit obligatoirement être obtenue par rectification.</p>	

## ETAT DE SURFACE

### Contrôle des états de surface

La norme NF E 05-015 nous dit qu'en l'absence d'indications précises, les états de surfaces se contrôlent par la méthode "visu-tactile", c'est-à-dire qu'il faut comparer par la vue et le toucher la surface à contrôler à la surface de l'échantillon type.

Tableau de correspondance entre le Ra et le numéro d'échantillon à employer

NF E 05-051

	Surface brute		Usinage grossier		Usinage fin			Usinage très fin			
N° de l'échantillon	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2
Valeur de Ra maxi	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05

Il existe des plaquettes appelées échantillons de comparaison visu-tactile des diverses valeurs de Ra que l'on peut obtenir par un mode d'usinage;

Il existe des échantillons de comparaison visu-tactile de rabotage, d'alésage, de polissage, de rectification, de limage, etc...

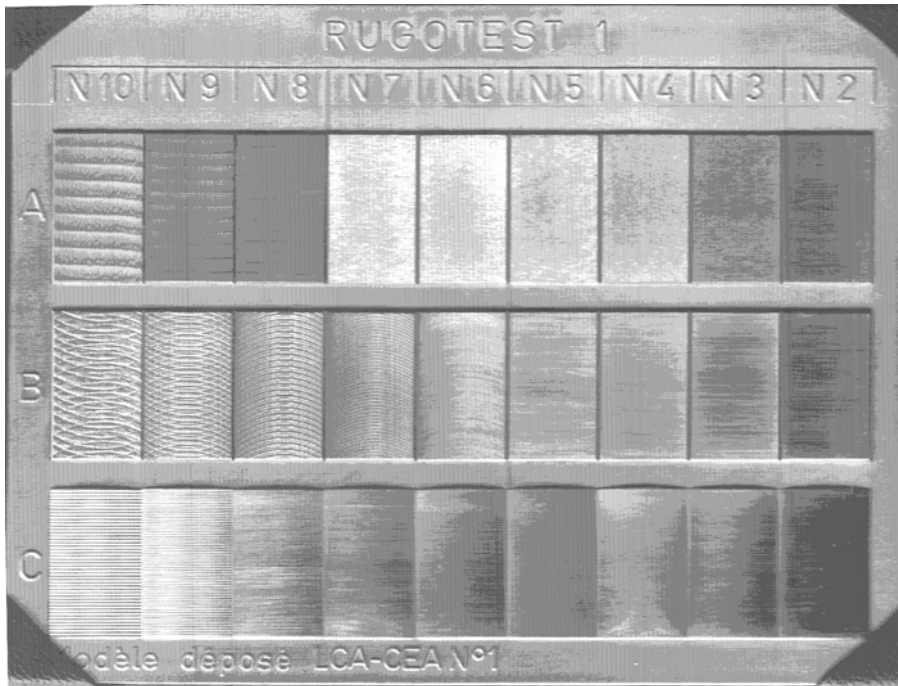
## ÉTALONS DE RUGOSITÉ

### Principe

Ces étalons sont des échantillons reproduisant le relief de surfaces réelles. Ils constituent la référence de l'état de surface.

La méthode consiste à comparer visuellement et tactilement l'état de surface de la pièce usinée à celui de l'étalon.

À chaque procédé de fabrication correspond un étalon de rugosité.



Valeurs en  $\mu\text{m}$  des critères mesurés

CLASSE	N 10	N 9	N 8	N 7	N 6	N 5	N 4	N 3	N 2
Ra	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05

<b>A</b>	USINAGE	FR	FR	FR	RC	RC	RC	RC	RC	RC
----------	---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

<b>B</b>	USINAGE	FB	FB	FB	FB	FB	RD	RD	RD	RD
----------	---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

<b>C</b>	USINAGE	T.RB	T.RB	T.RB	T.RB	T.RB	SF	SF	SF	SF
----------	---------	------	------	------	------	------	----	----	----	----

**FR** : fraisage en roulant      **RC** : rectification      **FB** : fraisage en bout  
**RD** : rodage                      **T.RB** : tour rabotage      **SF** : super finition

## Travaux pratiques :

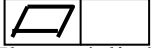
- Indiquez les valeurs de rugosité Ra que vous appréciez dans le tableau suivant :

Ø A	Ra =	N°
Ø B	Ra =	N°
Ø C	Ra =	N°
Face dressée A	Ra =	N°
Face dressée B	Ra =	N°
Face dressée C	Ra =	N°
Face acier fraisée en bout	Ra =	N°
Face acier fraisée en roulant	Ra =	N°
Face fonte fraisée en bout	Ra =	N°
Face alliage léger fraisée en bout	Ra =	N°

## 10. AUXILIAIRES DE CONTRÔLE

### 1° MARBRE

Le marbre constitue la référence de planéité.



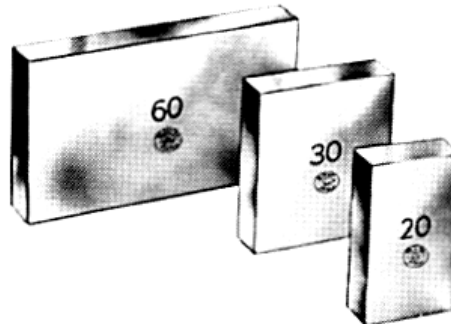
Il est réalisé :

- en fonte stabilisée;
- en granit gris ou noir;
- en diabase.



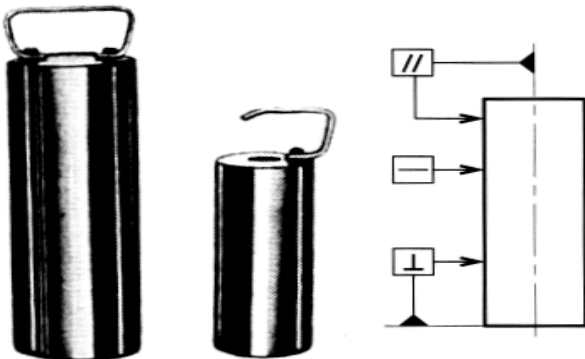
### 2° CALES ÉTALONS

Ces étalons prismatiques, en acier spécial traité, constituent la référence de longueur.



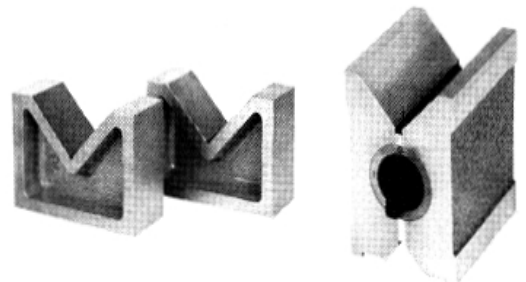
### 3° CYLINDRES ÉTALONS

Ces étalons cylindriques, en acier spécial traité, constituent la référence de cylindricité et de perpendicularité



### 4° VÉ, ÉQUERRE, DÉ

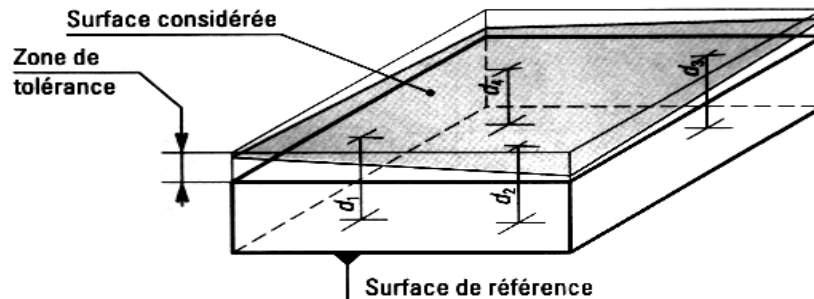
Ces accessoires sont nécessaires à la mise en situation des pièces à mesurer ou de certains appareils de contrôle. Certains vés sont magnétiques afin de les immobiliser sur des supports métalliques



## 11. VÉRIFICATION DES SPÉCIFICATIONS DIMENSIONNELLES

### 1) MESURAGE ENTRE DEUX PLANS

#### a : Analyse de la spécification : $D \pm a$



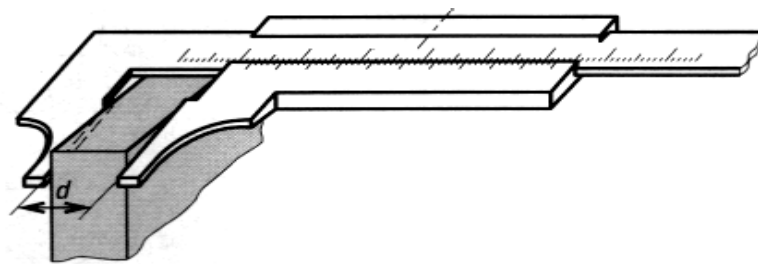
Dans l'exemple ci-dessus, il faudra mesurer les distances  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  et  $d_4$ , pour vérifier si tous les points de l'élément considéré sont bien contenus dans la zone de tolérance.

**Remarque** : les défauts de forme des surfaces sont négligés.

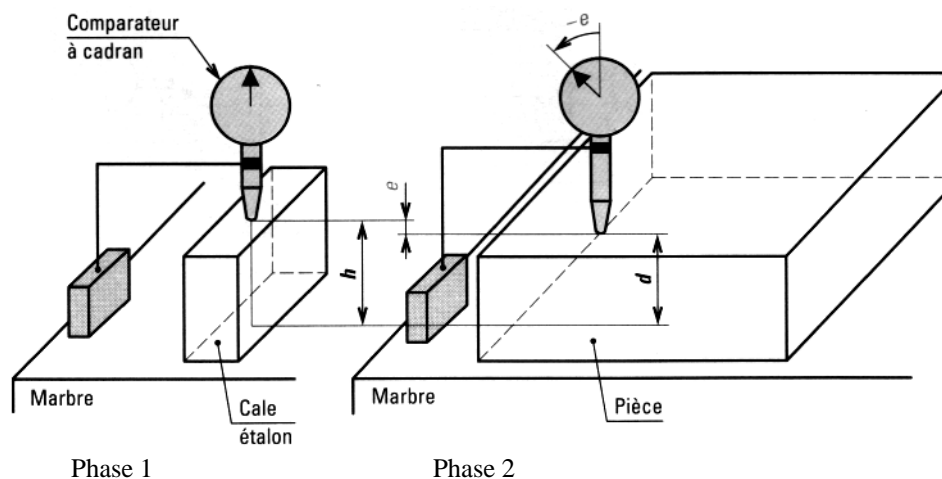
#### b : Mesurage par lecture directe

##### Principe

Mesure à l'aide d'un instrument à lecture directe des dimensions entre la surface de référence et la surface considérée.



#### c : Mesurage indirect par méthode différentielle



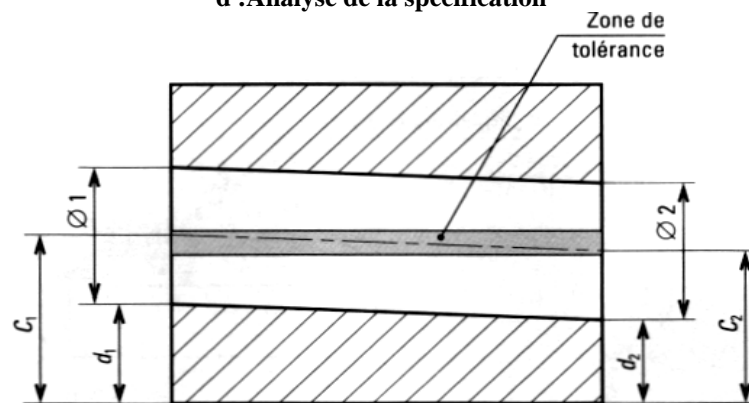
##### Principe

Phase 1 : le comparateur est étalonné (mise à zéro) sur une cale étalon de hauteur  $h$  déterminée en fonction de la spécification donnée par le dessin de définition.

Phase 2 : la pièce est ensuite mise à la place de la cale. L'écart entre les deux lectures permet de déterminer la dimension de la pièce :  $d = h - e$

## 2) MESURAGE ENTRE UN AXE ET UN PLAN

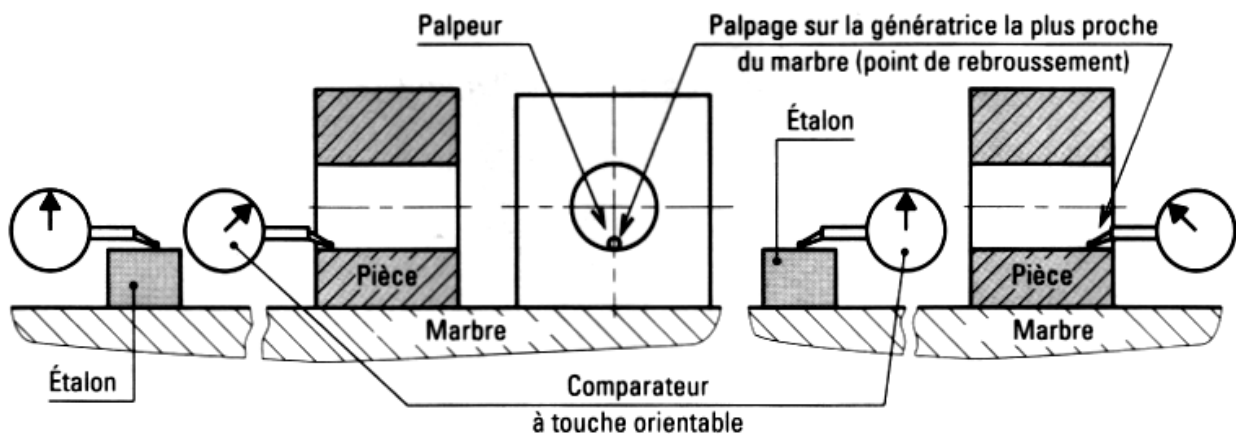
d : Analyse de la spécification



e : Méthode de mesure



Phase 1: lecture directe



Phase 2 : méthode différentielle

**Phase 1:** le diamètre est mesuré par lecture directe à l'aide d'un aléso-mètre, on détermine ainsi le rayon  $r$   
**Phase 2:** par mesurage indirect, à l'aide d'un comparateur à touche orientable, on détermine la distance  $d$  de la génératrice la plus proche (point de rebroussement) au plan.

**Phase 3 :** calcul de la distance du plan à l'axe

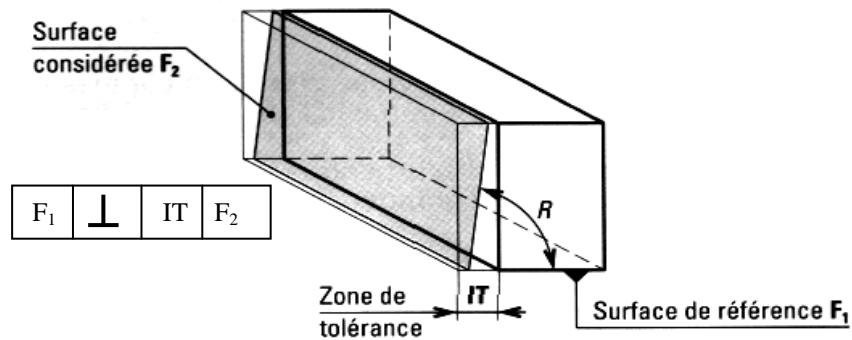
$$C = r + d$$

Ces opérations sont réalisées de chaque côté de la pièce.

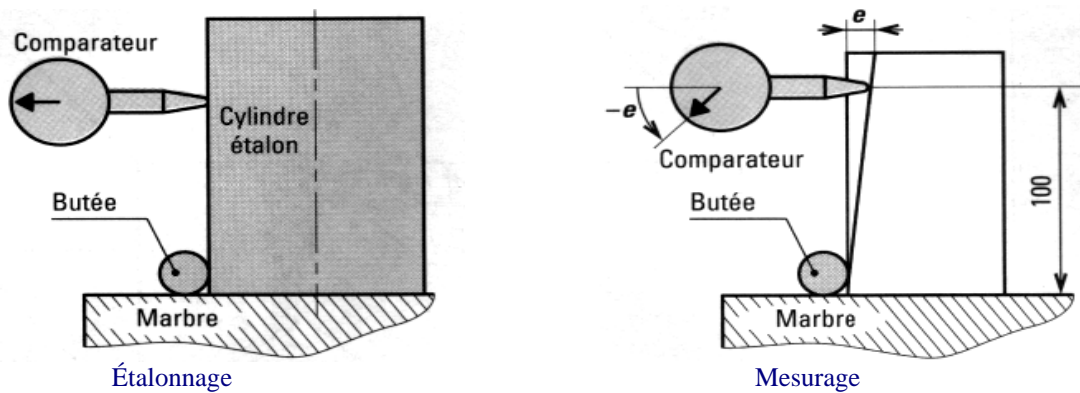
## 12. VÉRIFICATION DES SPÉCIFICATIONS GÉOMÉTRIQUES D'ORIENTATION

### 1) PERPENDICULARITÉ ENTRE DEUX PLANS

a :Analyse de la spécification



b :Méthode de mesure

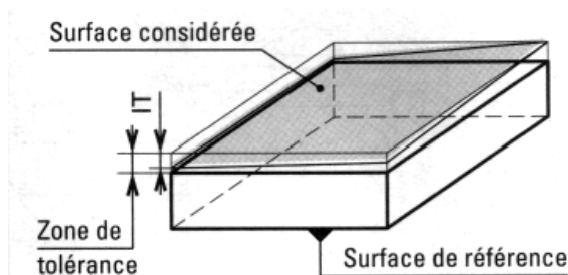


Phase d'étalonnage : le comparateur est mis à zéro par palpage sur la génératrice d'un cylindre étalon en contact avec la butée (point de rebroussement).

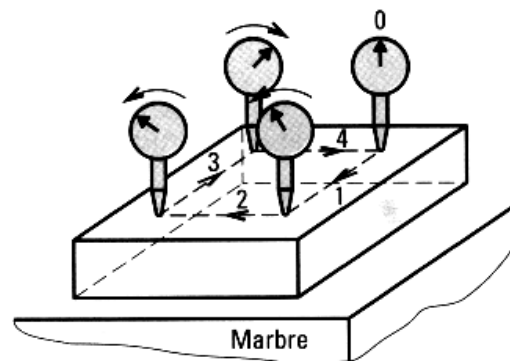
Phase de mesurage: la surface de référence de la pièce est posée sur le marbre, la surface considérée en contact avec la butée. La variation lue sur le comparateur permet de déterminer la valeur de  $e$ .

### 2) PARALLÉLISME ENTRE DEUX PLANS

a :Analyse de la spécification



b :Méthode de mesure



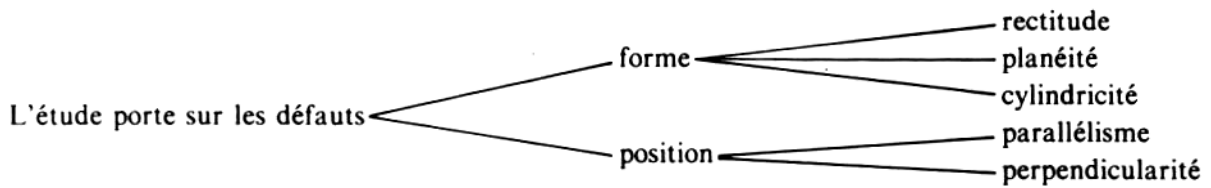
#### Principe

On déplace le comparateur, après l'avoir étalonné sur un point de la surface considérée, selon les directions parallèles aux arêtes.

La variation lue sur le comparateur permet de déterminer la valeur de  $e$  :  $e \leq IT$



Les activités de fabrications mécaniques se ramènent essentiellement à réaliser des surfaces planes et cylindriques. Les formes et les positions des surfaces engendrées sont toujours imparfaites, il est nécessaire, comme pour les dimensions, de donner une limite à la valeur des défauts acceptables. Le contrôle a pour but de vérifier si les limites ne sont pas dépassées.

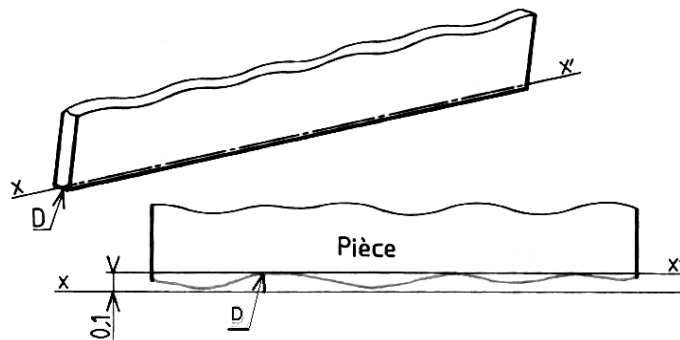


**1 - RECTITUDE D'UNE DROITE. SYMBOLE :**

Lorsque la largeur d'une surface est très faible devant sa longueur, on peut assimiler la surface à une droite D.

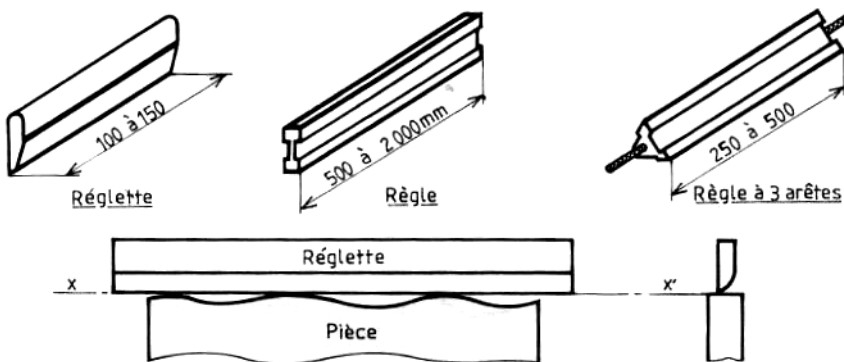
EXEMPLE :

La droite réelle doit être comprise entre deux droites théoriques parallèles distantes de 0,1 mm



**1.1 Contrôle sans mesure**

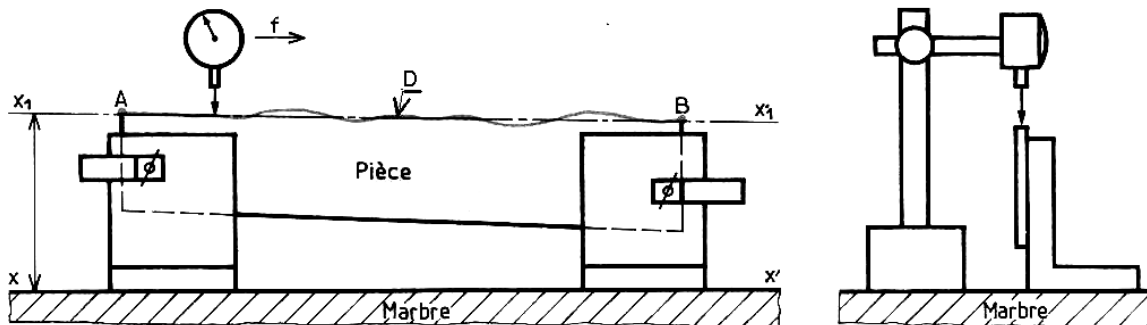
Comparaison par contact avec une réglette ou une règle étalon (droite théorique parfaite xx'). L'opérateur évalue à l'œil la valeur des défauts et retouche la pièce en conséquence.



## 1.2 Contrôle avec mesure au comparateur

### EXEMPLE

Mesure de la rectitude d'une droite D d'un gabarit.

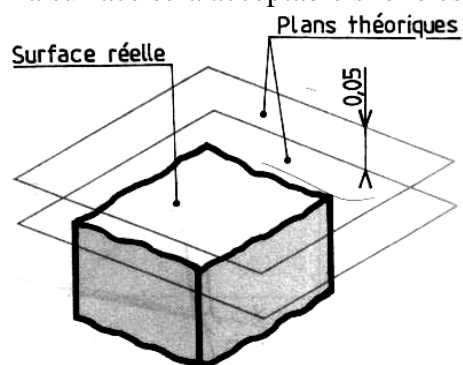


La pièce est fixée (par deux presses d'ajusteur) sur une ou deux équerres de façon que deux points A et B soient à la même altitude par rapport au plan du marbre. Le comparateur mesure les écarts entre la droite D et la droite  $x, x'$ , parallèle à  $x, x'$ .

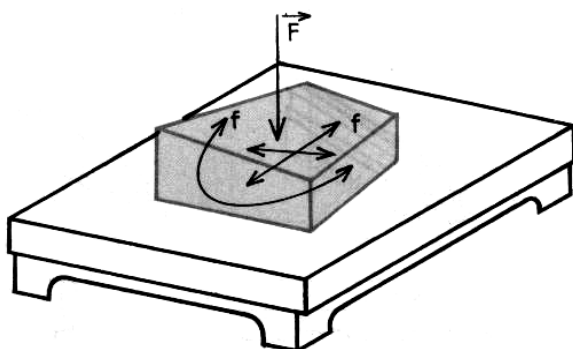
## 2 - PLANEITE. SYMBOLE :

EXEMPLE :  0,05

La surface sera acceptable si elle est comprise entre deux plans théoriques parallèles distants de 0,05 mm



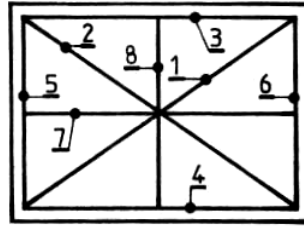
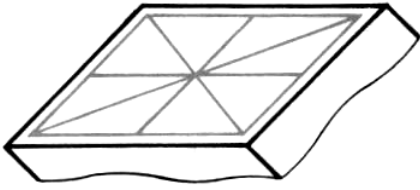
## 2.1 Contrôle au marbre



*F. effort sur la pièce  
f. déplacements de la pièce*

C'est un contrôle par comparaison avec un plan étalon en fonte ou en granit appelé marbre. On enduit le marbre d'une mince couche de produit coloré gras sur lequel on pose et on frotte doucement le plan à contrôler. Les surfaces en relief (parties hautes) sont brillantes. Cette méthode ne permet pas de chiffrer les écarts.

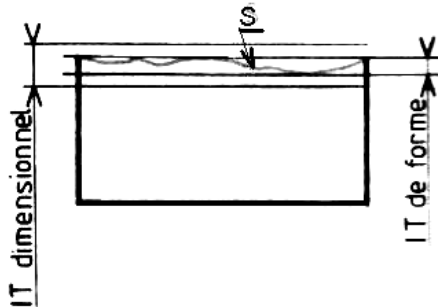
## 2.2 Contrôle par faisceau de droites à la réglette



Propriété : Une droite qui a deux points communs avec un plan doit être toute entière contenue dans ce plan.  
Le contrôle s'effectue par positions successives de la réglette.

Remarque

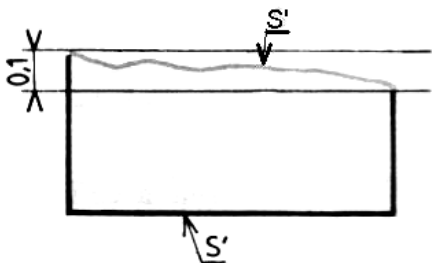
L'intervalle de tolérance de forme doit être inférieur à la tolérance dimensionnelle.



## 3 - TOLERANCES DE POSITION

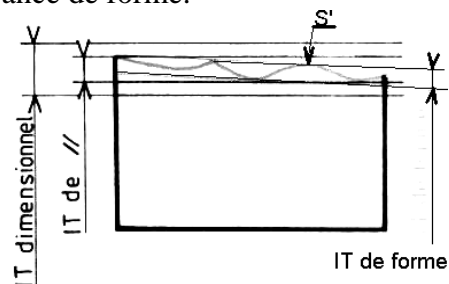
### 3.1 PARALLELISME

EXEMPLE :  $\parallel \quad 0,1$



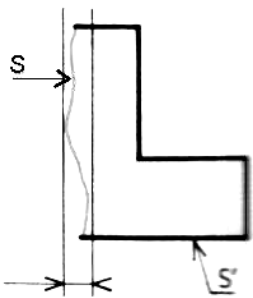
Tout point de la surface S doit être compris entre deux plans théoriques parallèles distants de 0,1 mm et parallèles à la surface S' choisie comme référence.

NOTA : La tolérance de parallélisme est inférieure à la tolérance dimensionnelle mais supérieure à la tolérance de forme.



### 3.2 PERPENDICULARITE

EXEMPLE :  $\perp$  0,1



Tout point de la surface S doit être compris entre deux plans théoriques parallèles distants de 0,1 mm et perpendiculaires à la surface S' choisie comme référence.

Les contrôles portent essentiellement sur

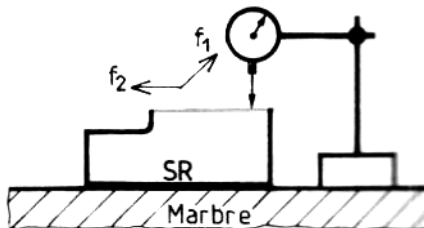
la recherche des  $\parallel$  ou  $\perp$  entre :

deux plans.

un plan et un cylindre.

deux cylindres.

### 3.3 Contrôle du parallélisme de deux plans



SR : surface de référence contrôle

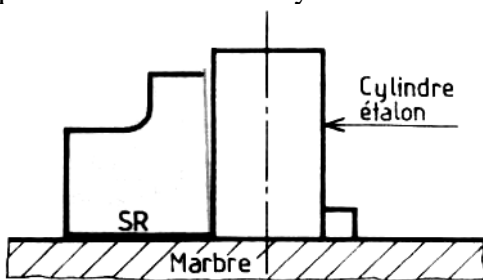
Le comparateur monté sur un support mobile indique les variations d'écartement.

Le contrôle se fait suivant deux directions non parallèles f1 et f2 .

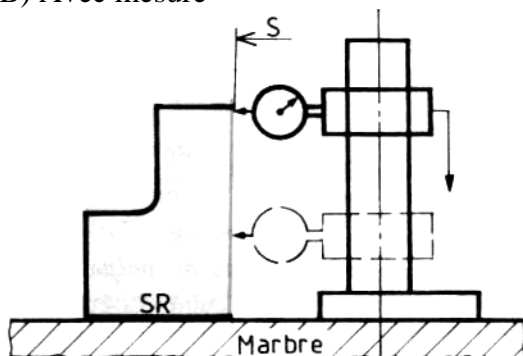
### 3.4 Contrôle de la perpendicularité de deux plans

A) Sans mesure

Équerre à 90°. Calibre. Cylindre étalon sur marbre .



B) Avec mesure



Utilisation du comparateur monté sur un support spécial ; le contrôle de la perpendicularité se ramène à celle d'un parallélisme entre la surface S et un cylindre étalon.

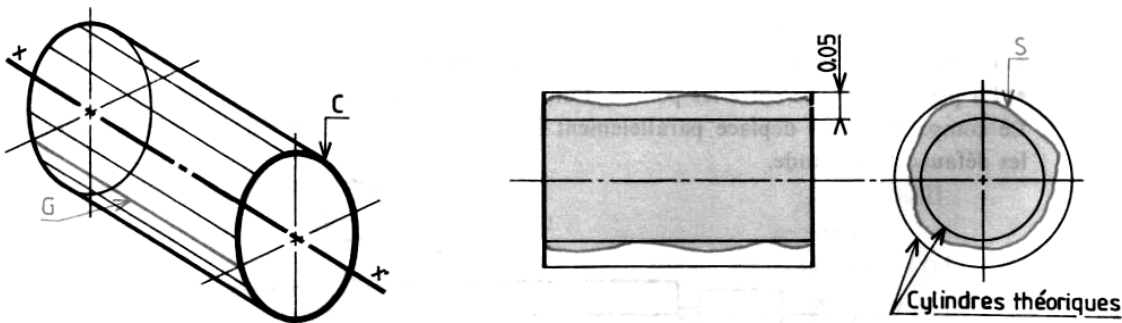
### 3.5 Remarque

Lorsque l'on veut déterminer les écarts de position de deux surfaces (ou deux lignes), l'appareil de mesure donne les lectures englobant automatiquement une partie des erreurs de forme. On posera comme principe que la vérification doit porter uniquement sur l'erreur totale (différence entre les valeurs extrêmes relevées au comparateur).

## 4. CYLINDRICITE

EXEMPLE :  $\boxed{M} \boxed{0,05}$

Le défaut de cylindricité est caractérisé par l'écart qui existe entre la surface S d'une pièce et deux cylindres théoriques coaxiaux dont la différence de rayon est : 0,05.



Le cylindre est une surface engendrée par une droite G qui se déplace parallèlement à une direction fixe en s'appuyant sur un cercle C dont le plan est perpendiculaire à la direction donnée.

### 4.1 Le contrôle de la cylindricité se ramène à la mesure des défauts

de circularité  $\boxed{\bigcirc}$  dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre.

Elle représente l'erreur par rapport au cercle idéal.

de parallélisme  $\boxed{||}$  entre deux génératrices opposées ;

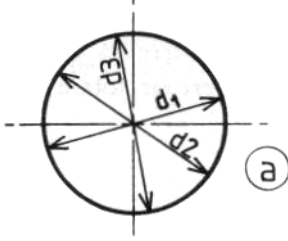
de rectitude  $\boxed{=}$  de génératrice.

L'ensemble des trois groupes de mesures constitue la cylindricité.

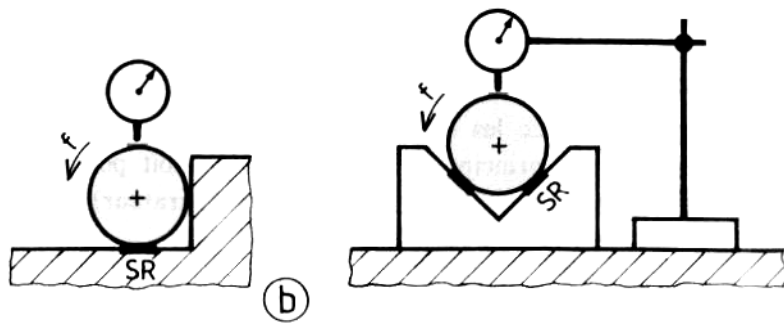
$$\boxed{\bigcirc} + \boxed{||} + \boxed{=} = \boxed{M}$$

### 4.2 Les moyens de contrôle

A) Les défauts de circularité peuvent être relevés par mesure directe au micromètre ou au pied à coulisse des diamètres d'une même section droite (2 ou 3 mesures fig. a),



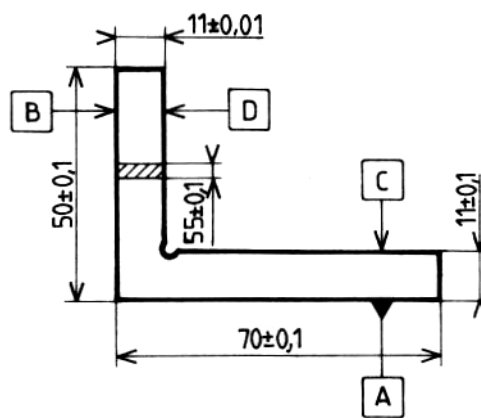
relevé des écarts de palpé : la pièce est posée sur un marbre ou dans un vé, la mesure est réalisée par un comparateur à touche plane (fig. b).



## Exercices

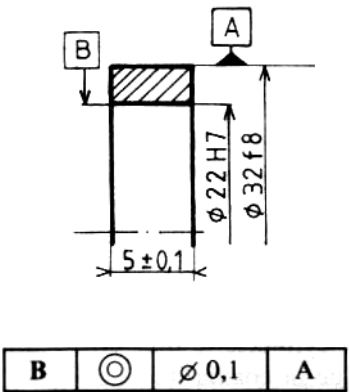
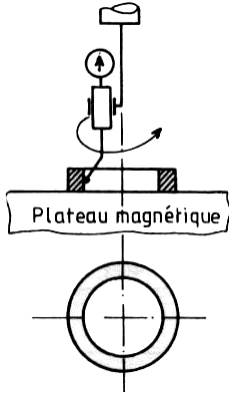
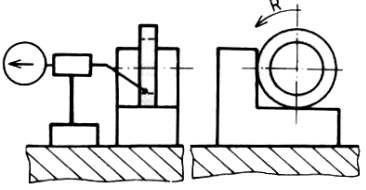
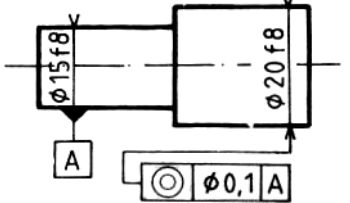
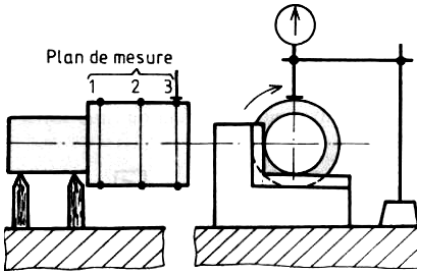
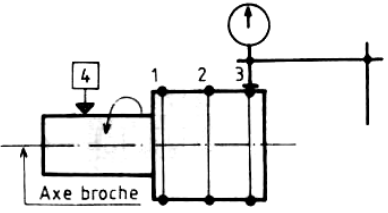
Contrôle de l'équerre

A	—	0,005
D	//	B 0,01
C	//	A 0,01
B	⊥	A 0,01



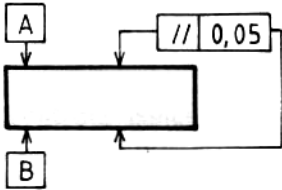
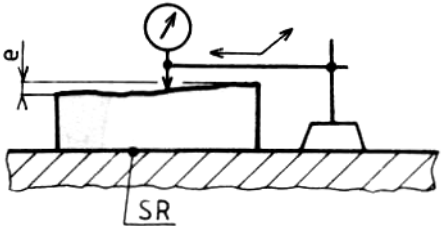
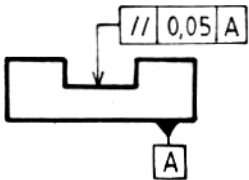
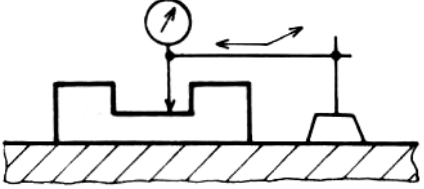
1. Recenser les différents contrôles.
2. Préciser les moyens utilisés pour mesurer :  
les parallélismes ;  
la perpendicularité ;  
la rectitude.

## METHODES DE CONTROLE POUR LES TOLERANCES GEOMETRIQUES

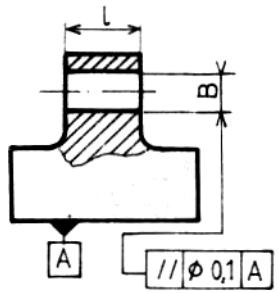
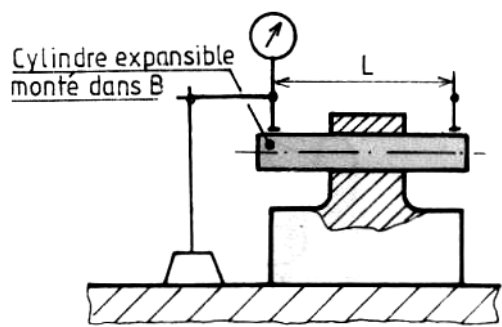
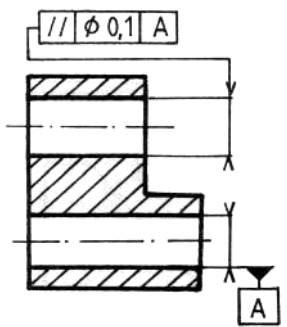
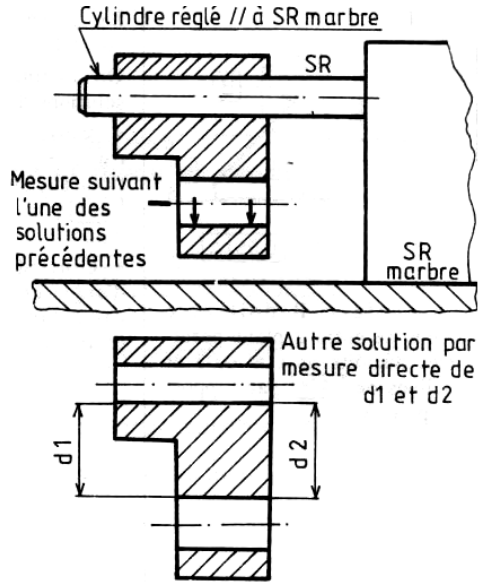
SPECIFICATIONS A CONTROLER	OBSERVATIONS	SOLUTIONS TECHNIQUES PROPOSEES
 <p>L'axe du cylindre B doit être situé à l'intérieur d'un cylindre de <math>\varnothing t = 0,1</math> coaxial à l'axe du cylindre A.</p>	<p>Le cercle A est pris comme référence de mesure. Vu la faible largeur de la bague, le contrôle se limite à vérifier la concentricité du centre d'un cercle B par rapport au centre d'un cercle A.</p>	<p>I) Contrôle avec une broche de précision</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ assurer la coaxialité de l'axe de A avec l'axe broche.</li> <li>➤ vérifier la concentricité avec B.</li> </ul>  <p>II) Contrôle avec support à 90°</p> 
 <p>L'axe du cylindre <math>\varnothing 20 f 8</math> doit être compris dans une zone cylindrique de <math>\varnothing 0,1</math> coaxiale à l'axe du cylindre A.</p>	<p>Le cylindre A est pris comme S.R. de mesure. Il est nécessaire, suivant la longueur du cylindre <math>\varnothing 20 f 8</math>, de répéter la mesure sur plusieurs sections. Pour chaque mesure le centre de la section doit être situé à l'intérieur d'un cercle de <math>\varnothing t = 0,1</math> concentrique au <math>\varnothing A</math>.</p>	<p>I) Contrôle sur support à 90° à portées réduites</p>  <p>II) Contrôle sur banc de mesure</p>  <p>Serrage de la pièce en pince, l'axe broche, l'axe pince et l'axe A sont</p>

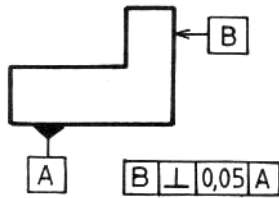
coaxiaux.

Les solutions techniques sont fonctions de la précision et du nombre de pièces à contrôler.  
 Les solutions indiquées sont valables pour un contrôle à l'unité ou en petite série.

SPECIFICATIONS A CONTROLER	OBSERVATIONS	SOLUTIONS TECHNIQUES PROPOSEES
	<p>Le choix de la S.R. de contrôle est indifférent. En prenant alternativement A, puis B comme S.R., les surfaces sont déclarées parallèles si l'écart maxi enregistré <math>e &lt; 0,05</math>.</p>	
	<p>La surface de référence de contrôle est imposée par le d.d.p.</p>	



 <p>L'axe du cylindre B doit être compris dans une zone cylindrique de <math>\varnothing 0,1</math> parallèle à la surface de référence.</p>	<p>Le plan A est S.R. de contrôle</p> <p><b>Le contrôle consiste à vérifier si une génératrice du cylindre B est parallèle au plan A.</b></p>	
<p>SPECIFICATIONS A CONTROLER</p>	<p>OBSERVATIONS</p>	<p>SOLUTIONS TECHNIQUES PROPOSEES</p>
 <p>L'axe du cylindre B doit être compris dans une zone cylindrique de <math>\varnothing 0,1</math> parallèle à la référence A.</p>	<p>Le plan A est S.R. de contrôle imposé par le d.d.p.</p> <p>Le contrôle consiste à vérifier si les génératrices du cylindre B sont perpendiculaires au plan A. Mesure suivant 2 ou 4 génératrices.</p>	



Le plan B doit être compris entre 2 plans parallèles distants de  $t$  et perpendiculaires au plan A.

Le plan A est S.R. de contrôle imposé par le d.d.p.

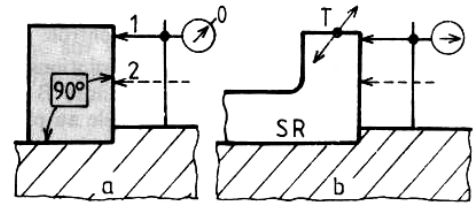
**Solution 1**

a Étalonnage du comparateur au cylindre étalon.  
B Mesure de l'écart pour différentes positions de la pièce (T).

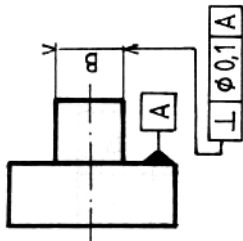
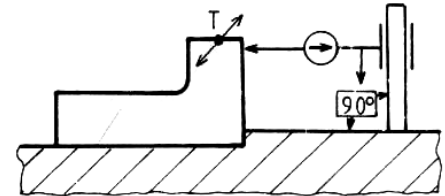
**Solution 2**

Elle est plus pratique mais nécessite un support de comparateur spécial

**Solution 1**



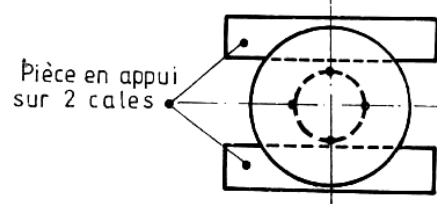
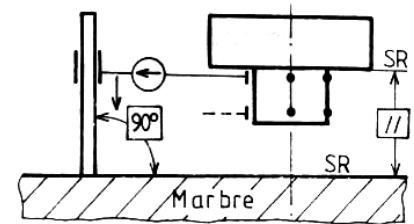
**Solution 2**



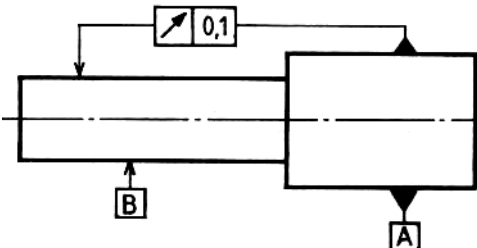
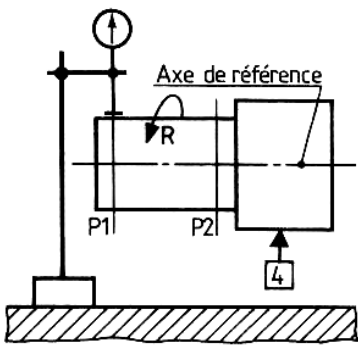
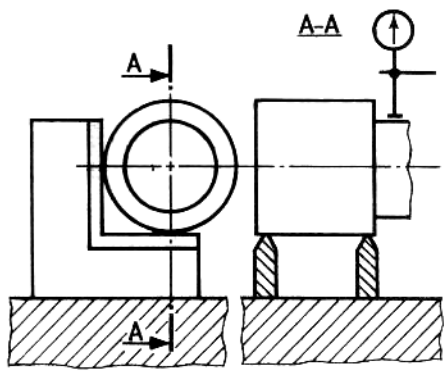
L'axe du cylindre B doit être compris dans une zone cylindrique de  $\varnothing 0,1$  perpendiculaire au plan A (voir fig. 2 a).

Le plan A est S.R. de contrôle imposé par le d.d.p.

Le contrôle consiste à vérifier si les génératrices du cylindre B sont perpendiculaires au plan A. Mesure suivant 2 ou 4 génératrices.

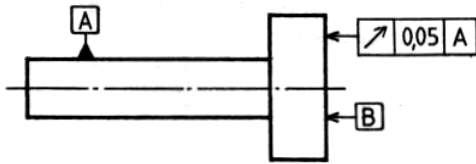


Les tolérances de battement s'appliquent aux surfaces de révolution, leurs contrôles font intervenir une rotation autour d'un axe de référence lié à une surface de référence.  
Le battement peut être radial ou axial et simple ou total.

SPECIFICATIONS A CONTROLER	OBSERVATIONS	SOLUTIONS TECHNIQUES PROPOSEES
<p><b>1. BATTEMENT SIMPLE RADIAL</b> Représentation :</p> 	<p>Le battement radial de la surface B lors d'une révolution complète de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence A ne doit pas dépasser séparément pour chaque position P1, ou P2 du plan de mesure, la valeur <math>t = 0,1</math>.</p>	<p>Le contrôle est réalisé</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sur un banc de mesure . La pièce est serrée dans un mandrin à pince</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sur un marbre. La pièce est posée sur un support à 90°.</li> </ul> 

## 2. BATTEMENT SIMPLE AXIAL

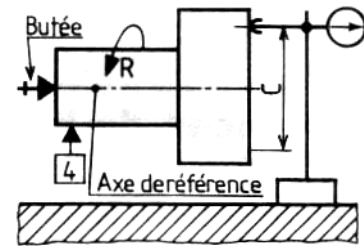
Représentation :



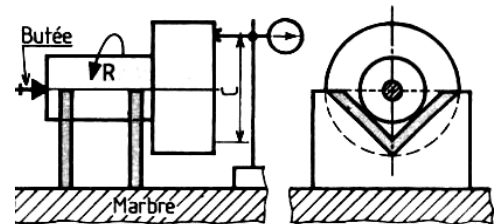
Le battement axial de la surface B lors d'une révolution complète de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence A, ne doit pas dépasser séparément pour chaque diamètre du cylindre de mesure la valeur  $t = 0,05$ .

Le contrôle est réalisé :

- sur un banc de mesure, la pièce est serrée dans un mandrin à pince

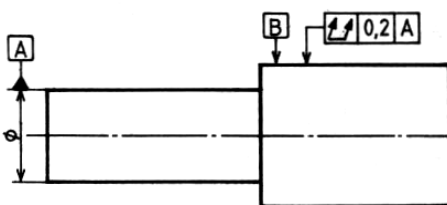


- sur un marbre, la pièce est en appui sur 2 vés à portée réduite



## 3. BATTEMENT TOTAL RADIAL

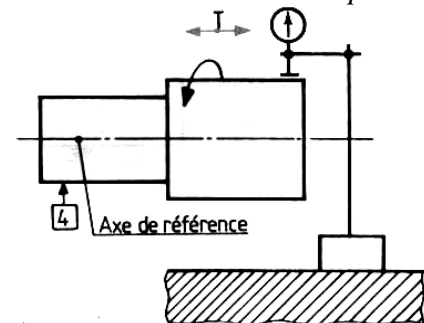
Représentation :



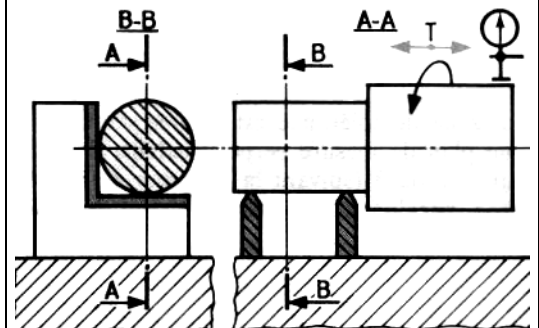
Le battement radial de la surface B lors des révolutions complètes de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence A, doit être compris entre deux cylindres coaxiaux distants de  $t = 0,2$  dont les axes coïncident avec l'axe de référence. Les mouvements T et R permettent une exploration complète du cylindre B.

Le contrôle est réalisé

- Sur un banc de mesure, la pièce est serrée dans un mandrin à pince.

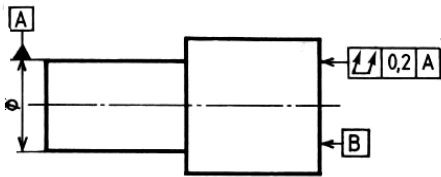


- Sur un marbre, la pièce est posée sur un support à 90°.

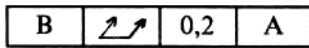


#### 4. BATTEMENT TOTAL AXIAL

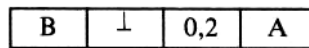
Représentation :



NOTA : Le battement total axial correspond à la tolérance de perpendicularité entre le cylindre A et le plan B.



équivalent à

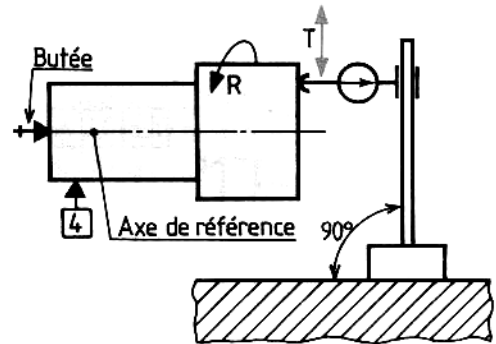


Le battement axial de la surface B lors des révolutions complètes de la pièce autour de l'axe du cylindre de référence A, doit être compris entre deux plans distants de  $t = 0,2$  perpendiculaires à l'axe de référence.

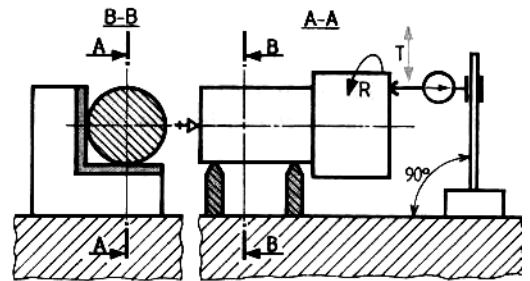
Les mouvements T et R permettent une exploration complète du plan B.

Le contrôle est réalisé :

- sur un banc de mesure, la pièce est serrée dans un mandrin à pince.



- sur un marbre, la pièce est posée sur un rapport à 90°.



## **Contrôler le parallélisme de deux surfaces planes au comparateur**

### **En entreprise :**

Pour garantir la QUALITE, l'opérateur DOIT vérifier, en cours de fabrication d'une série, la CONFORMITE des TOLERANCES de PARALLELISME. C'est un contrôle de TOLERANCE GEOMETRIQUE D'ORIENTATION.

### **Pour maîtriser cette capacité, vous apprendrez à :**

- DEFINIR le PARALLELISME (zone de tolérance, symbole, contrôles préalables).
- RECHERCHER la méthode et les instruments adaptés au type de pièce à contrôler.
- CONTROLER le parallélisme (hors machine, au poste de production).

### **A l'issue de cette phase d'apprentissage, vous serez capable de :**

- CONTROLER la CONFORMITE d'un parallélisme par rapport au plan, aux consignes, au type de pièce.

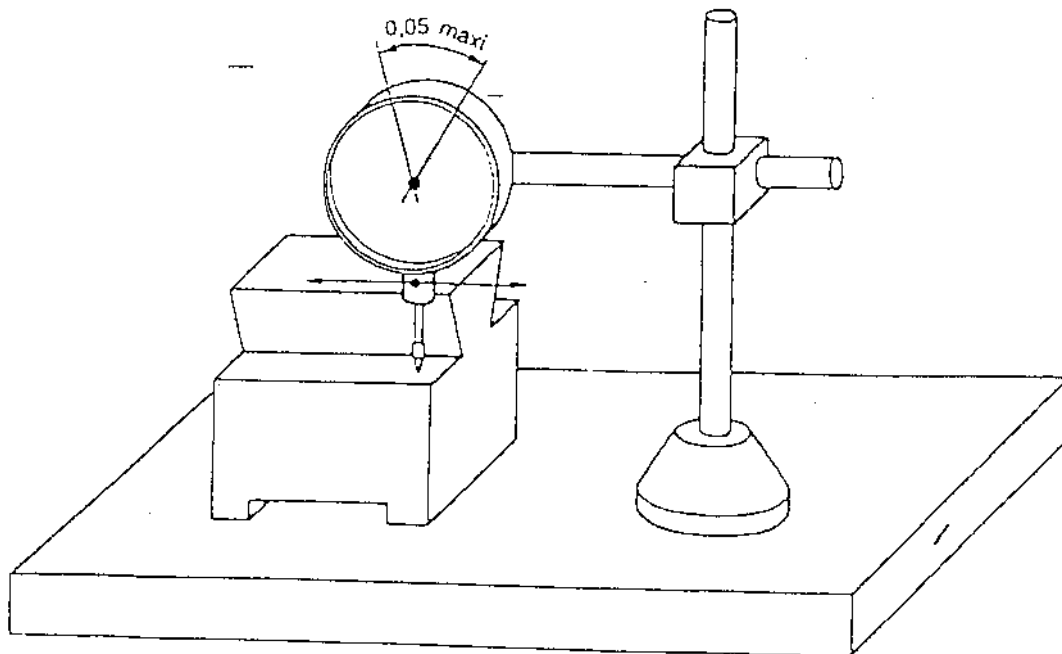
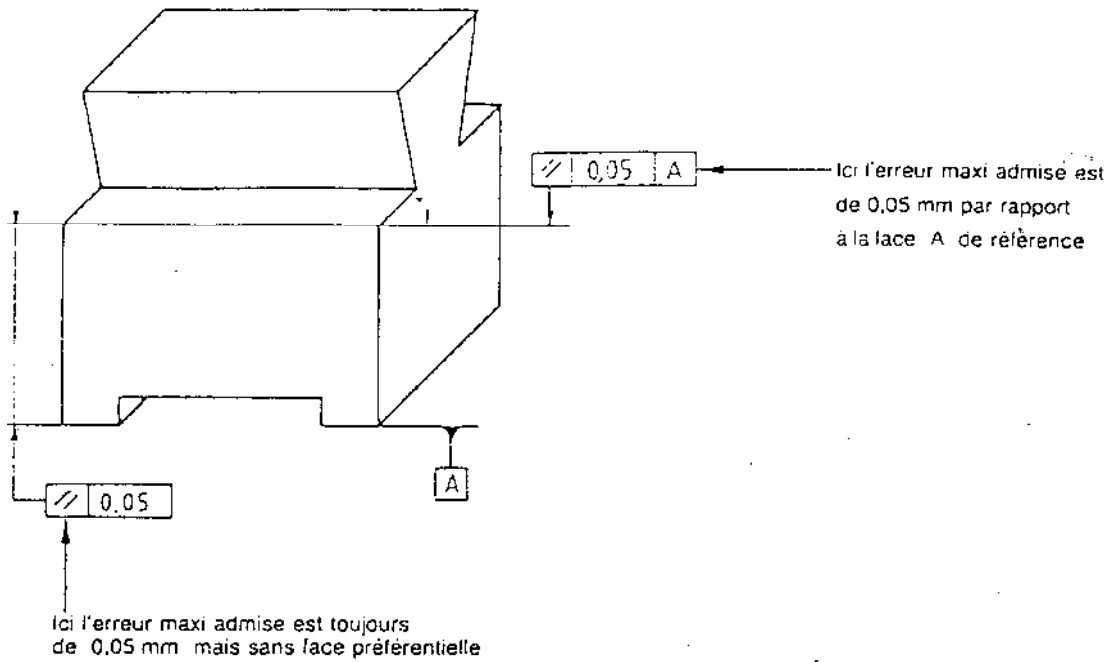
## Outillage de contrôle et métrologie

Comparateur à cadran- Palpeur orientable genre "pupitast"

Support de comparateur magnétique – Hauteur 250

Marbre en granite – 1000 \* 800 – Armoire support

### CONTRÔLE DU PARALLELISME

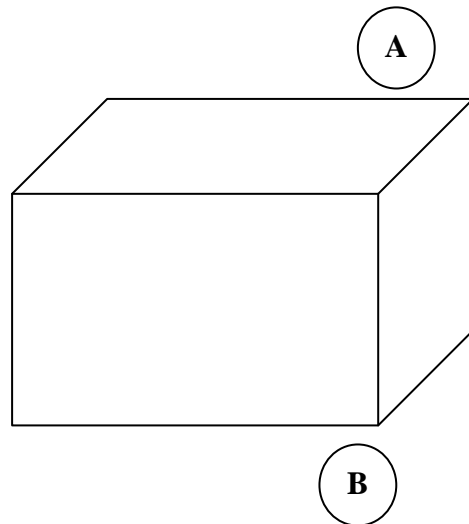


### Exercice n° 1

- A l'aide de l'appui technique n°1, réglez le montage de contrôle.
- Observez en particulier la liaison surface de référence/surface à contrôler.

### Evaluation

Pour une série de parallélépipèdes fraisés, contrôlez le parallélisme des surfaces suivantes:



//	0,05
----	------

- 1- Ecart mesuré en prenant A comme référence
- 2- Ecart mesuré en prenant B comme référence.

Comparez vos relevés avec une grille de réponses.



## ERREURS DE MESURE

### 1) DÉFINITIONS

**Grandeur** : caractéristique d'une pièce pouvant être désignée (nommée) et évaluée (quantifiée).

**Valeur** : expression d'une grandeur par un nombre et une unité de mesure.

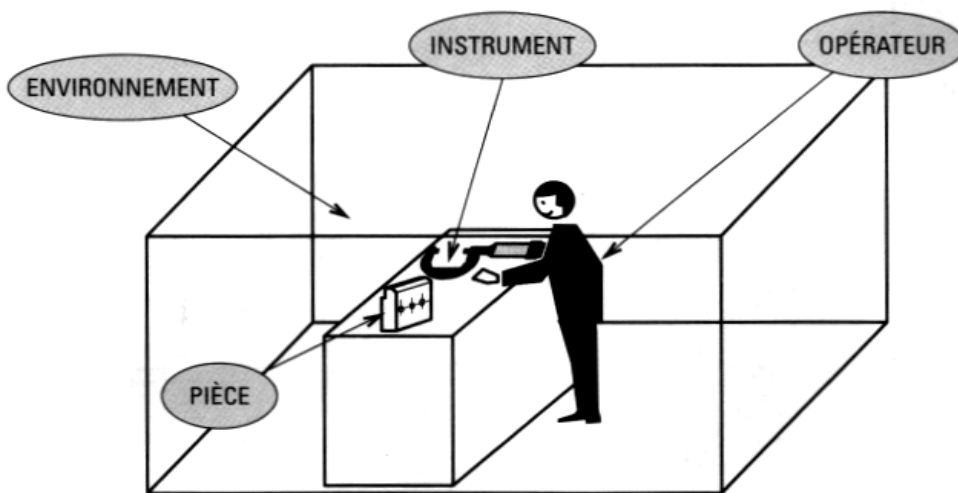
**Valeur vraie** : c'est la valeur exacte (ou réelle) d'une grandeur. C'est une notion idéale car, en général, la valeur vraie ne peut être connue exactement.

**Valeur conventionnellement vraie** : c'est la valeur mesurée la plus proche de la valeur vraie. Elle est considérée comme la valeur exacte de la grandeur.

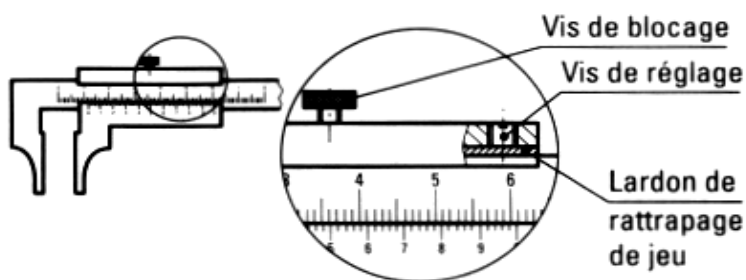
**Erreur de mesure** : c'est l'écart entre le résultat d'un mesurage et la valeur conventionnellement vraie de la grandeur mesurée.

### 2) ORIGINES DES ERREURS DE MESURE

#### □ Origines possibles



#### □ Erreurs dues à l'instrument



Elles proviennent :

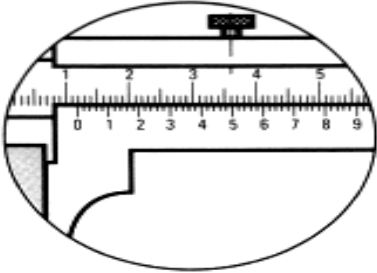
- de sa mauvaise qualité;
- d'un mauvais fonctionnement : jeu, frottement... Par exemple, un serrage trop fort de la vis de réglage peut provoquer un frottement source d'erreur. A l'inverse, son desserrage ou l'usure du lardon peuvent entraîner un jeu trop important;
- d'un mauvais entretien de l'instrument : déformation des becs ou des palpeurs, usure, graduations illisibles...

### 3) ORIGINES DES ERREURS DE MESURE

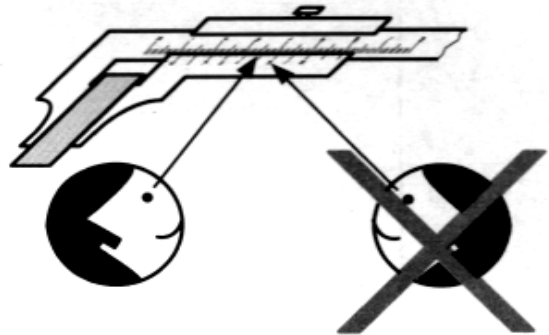
- Erreurs dues à l'opérateur

Elles proviennent :

1. d'une mauvaise lecture des indications données par l'instrument de mesure;

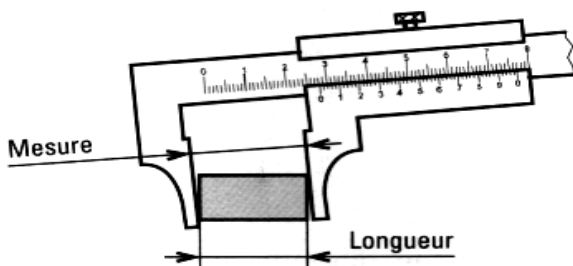


Difficulté de lecture : erreur de concordance

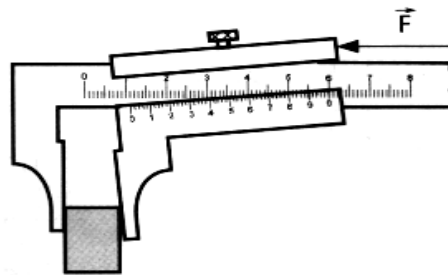


Erreur de parallaxe

2. d'une manipulation incorrecte.

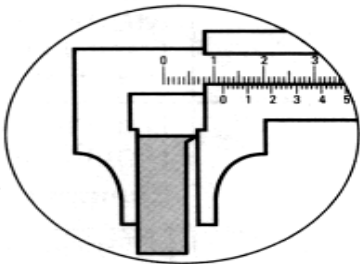


Conséquence du non-respect du principe d'Abbé:  
Mesure > longueur



Pression d'utilisation trop élevée  
et utilisation du bout des becs

- Erreurs dues à la pièce



Elles proviennent essentiellement de la présence d'éléments parasites entre la surface mesurée et la touche de l'instrument de mesure : bavures, copeaux...

- Erreurs dues à l'environnement

Elles proviennent en particulier :

- de la température ambiante (20 °C),
- du champ magnétique,
- du taux d'humidité (hygrométrie),
- de la pression..

**IMPORTANT** : La mesure de la pièce sur le poste de travail s'inscrit dans une démarche « qualité » et peut avoir des conséquences importantes sur le processus de fabrication

Travaux pratiques :

**Trier « pièces bonnes »,  
« retouches » et « rebuts » par  
rapport à 2 limites**

**En entreprise :**

L'opérateur doit maîtriser la qualité dimensionnelle de sa production.

**Pour maîtriser cette capacité, vous apprendrez à :**

- DIFFERENCIER les dimensions “ bonnes ” ou “ mauvaises ” d'une pièce.
- DIFFERENCIER les dimensions “à retoucher” ou “rebutées” d'une pièce.

**A l'issue de cette phase d'apprentissage, vous serez capable de :**

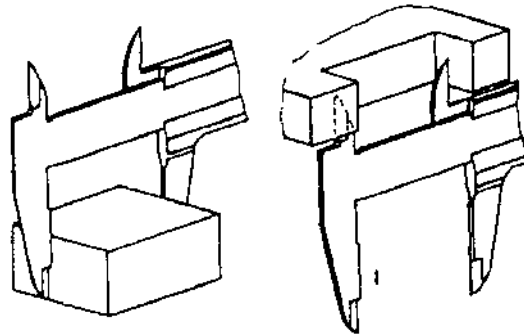
- TRIER dans un lot :
  - Les pièces bonnes
  - Les pièces à retoucher
  - Les pièces rebutées

Par rapport aux deux dimensions limites d'une cote (maxi, mini).

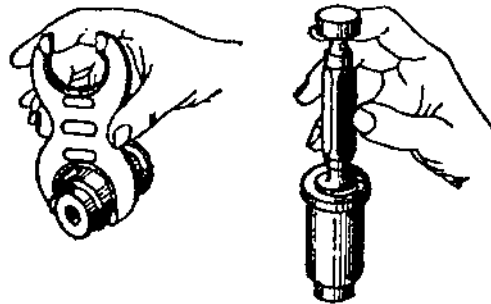
## 1 - NATURE DES CONTROLES DE PRODUCTION

- Le **contrôle** permet de s'assurer du respect des cotes.
- On distingue deux natures de contrôles dimensionnels:

- Le contrôle par **mesurage** permet de connaître les valeurs dimensions mesurées.



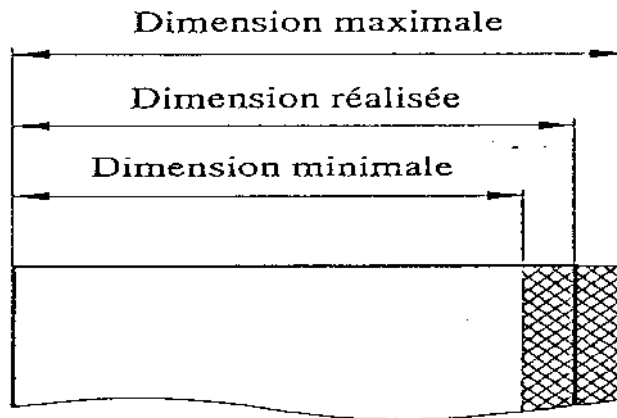
- Le contrôle par **attribut** indique, sans mesurer, si la dimension réalisée est bonne ou mauvaise. L'opérateur utilise un calibre à limites.



- On peut aussi demander à l'opérateur d'interpréter les problèmes d'aspect. Ce type de contrôle des **défauts constatés** est long, coûteux et partial, car trop lié à une interprétation humaine;

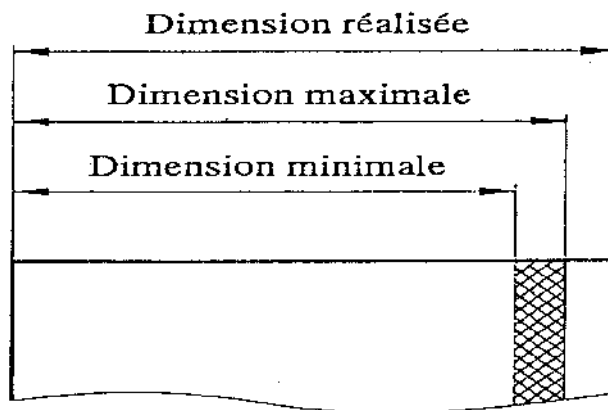
## 2 - EXPRESSION DU CONTROLE EN pièce bonne OU mauvaise

- Pour être “bonne” la valeur réelle d’une cote doit-être comprise entre deux valeurs limites (maxi, mini).



**Exemple :** Dimension maximale autorisée : 60,50 mm.  
Dimension réalisée mesurée : 60,02mm.  
Dimension minimale autorisée : 59,50mm.

- Une cote est “mauvaise” si sa valeur réelle est hors de deux valeurs limites (maxi, mini).



**Exemple :** Dimension réalisé mesurée : 60,80 mm.  
Dimension maximale autorisée : 60,50 mm.  
Dimension minimale autorisée : 59,50 mm.

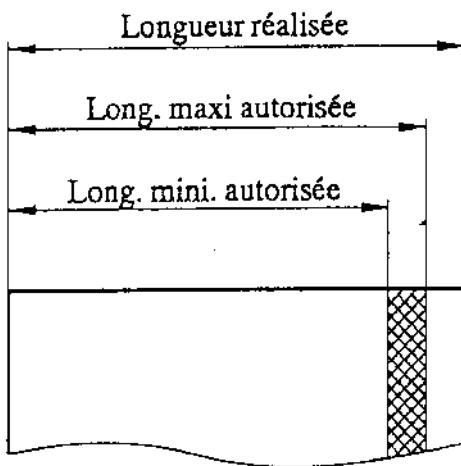
### 3 - Classement des pièces mauvaise en "RETOUCHES" ou "REBUTS"

- Pour être "retouchable" la valeur réelle d'une cote présente un surplus de matière.

On distingue deux cas :

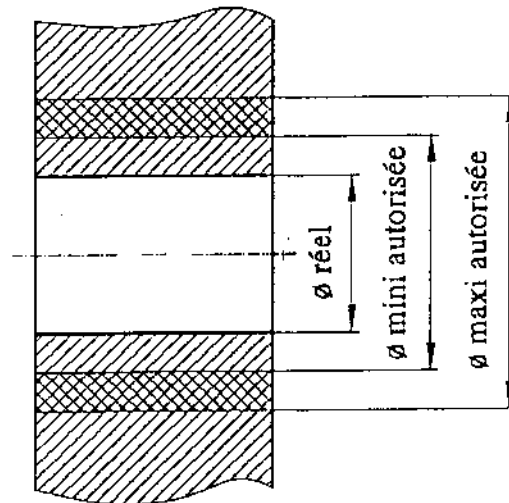
#### *Cotes "intérieures"*

La dimension réalisée est plus petite dimension maxi autorisée.



#### *Cotes "extérieures"*

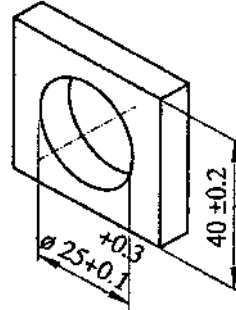
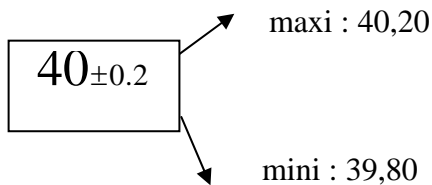
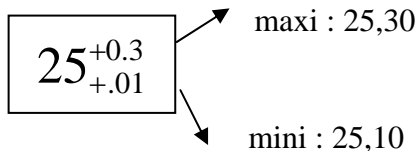
La dimension réalisée est plus grande que la que la dimension mini autorisée.



- Une cote est "rebutée" si l'opérateur constate un manque de matière.

**Exercice n°1 :**

“Différencier les dimensions bonnes, à retoucher, rebutées”.



Un opérateur a réalisé 5 plaques suivant le croquis.  
 En cours de production il a relevé des dimensions mesurées sur le tableau ci-dessous.  
 Repérer par une croix la catégorie bonne, retouche ou rebut de chaque mesure.

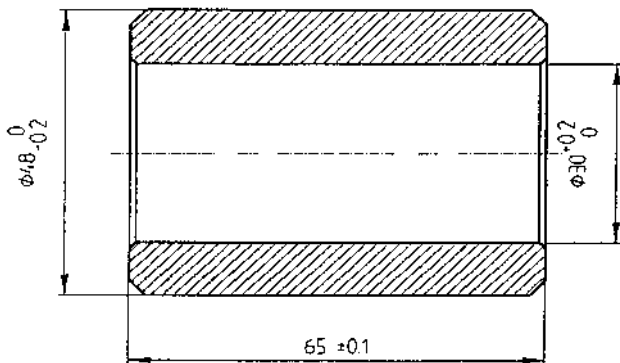
Mesures	Bonne	Retouche	Rebut
25,00			
25,20			
25,34			
25,06			
25,12			
40,22			
40,04			
39,76			
40,36			
40,12			

***Correction de l'exercice 1***

Mesures	Bonne	Retouche	Rebut
25,00		X	
25,20	X		
25,34			X
25,06		X	
25,12	X		
40,22		X	
40,04	X		
39,76			X
40,36		X	
40,12	X		

## Exercice n°2 :

Réaliser 5 pièces conformément au dessin suivant :



Remplir le tableau ci-joint en indiquant pour chacune des 5 pièces repérées A.B.C.D.E.:

- Dimensions mesurées,
- La catégorie, bonne, retouche ou rebut pour chaque cote,
- La catégorie, bonne, retouche ou rebut pour chaque pièce.

$\varnothing 48_{-0,2}^0$  maxi = 48,00  
mini = 47,80

$\varnothing 30_{-0,2}^0$  maxi = 30,20  
mini = 30,00

$65 \pm 0,1$  maxi = 65,10  
mini = 64,90



	Mesure	Dimensions			Pièce		
		Bonne	Retouche	Rebut	Bonne	Retouche	Rebut
Pièce A							
Pièce B							
Pièce C							
Pièce D							
Pièce E							

Exemple d'utilisation du tableau :

Pièce F	Ø 48,10		X				
	Ø 30,16	X					X
	64,82			X			