

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE UNIVERSITAIRE « SALHI AHMED » DE NAAMA



INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE TECHNOLOGIE
MEMOIRE DE MASTER

Spécialité : Génie Mécanique

Option : Energétique

Intitulé de Mémoire

Elaboration d'un programme pour la métrologie
dimensionnelle

Présenté par :

Taleb Nawal

Litim Amine

Devant le jury composé de :

Mr. Bounoua Noureddine

Ctr Univ Naama

Président

Mr. MEDJAHED Driss Meddah

Ctr Univ Naama

Encadreur

Madame Boukhadia Karima

Ctr Univ Naama

Examineur

Année universitaire 2017-2018

Remerciements

*Je tiens à remercier infiniment notre encadreur Dr. **Medjahed Driss Meddah** pour avoir accepté de diriger cette recherche et de nous avoir accompagnés avec un mot d'encouragement optimiste dans un domaine vaste et difficile mais à la fois passionné et passionnant.*

J'adresse aussi mes plus fervents remerciements Monsieur Le Président de notre jury et aux autres membres du Jury.

A Monsieur GUESSAB Ahmed pour son aide en niveau de laboratoire de l'école nationale polytechnique d'Oran MAURICE AUDIN

) A tous mes Amis...

*) A **toi** aussi Cher Lecteur....*

Introduction générale

C'est dans le cadre de l'intégration de l'outil informatique et sa généralisation à l'ensemble des spécialités que s'inscrit ce projet. Pour cela différents logiciels sont élaborés pour une exploitation générale. Toutefois, pour des besoins spécifiques, il est souvent plus intéressant de réaliser des programmes informatiques spécifiques, qui sont parfaitement adaptés du fait qu'ils sont sur mesure.

Dans le cas de la technologie des fabrications mécaniques, différentes applications sont disponibles et peuvent être pensées à ce sujet. Dans ce cas précis, notre intérêt porte plutôt sur le domaine de la métrologie dimensionnelle.

En effet, lors des opérations de contrôle dimensionnel l'opérateur a souvent recours à l'usage de la calculatrice ou autre moyen de calcul en plus de l'usage des outils matériels (instruments de mesure, bancs de contrôle, recueil de normes, fiches de contrôle pré imprimées...), ce fait est particulièrement observé dans le cas des mesures indirectes nécessitant des calculs pour déduire la cote de contrôle réelle.

Comme la calculatrice n'est pas spécialement adaptée aux cas de figures de la métrologie dimensionnelle et que son usage est sujet très souvent à des sources d'erreurs de manipulation, nous avons suggéré de réaliser une application informatique applicable spécialement pour les cas de mesure en question.

Pour ce faire, diverses possibilités sont offertes et plusieurs langages de programmation sont disponibles : Delphi, Fortran, Pascal et autres.

Notre choix c'est porté sur Visual Basic pour la réalisation de cette application. Les raisons qui justifient ce choix sont principalement : la simplicité de l'outil informatique, le désir d'apprentissage de cet outil et aussi la disponibilité du support informatique.

Il s'agit donc d'élaborer une application sous Visual Basic destinée à être utilisée en métrologie dimensionnelle pour faciliter les calculs spécifiques.

L'objectif de ce travail est essentiellement l'apprentissage ainsi que l'aboutissement à une application pouvant être utilisée aux différents laboratoires de métrologie.

Dans le cadre des nouvelles pratiques pédagogiques, cette tentative permet aussi d'initier les enseignants à la substitution des fiches de TP classique sur support papier par des fiches électroniques sous format Visual Basic facilitant ainsi les rédactions et exploiter le gain de temps de calcul pour la réflexion et la synthèse des processus.

La démarche de travail consistera dans une première phase à prendre connaissance de la métrologie en générale et particulièrement la métrologie dimensionnelle, la deuxième phase consiste à comprendre le fonctionnement et les méthodes des instruments de base de la métrologie dimensionnelle, puis dans une troisième phase à prendre connaissance de l'environnement du Visual Basic en vue d'une meilleure maîtrise de l'outil informatique comme étant une application générale, et enfin dans une phase d'arranger les différents éléments choisis de telle sorte à avoir une interface conviviale. C'est cette dernière partie qui nécessite beaucoup de fonctionnalités à mettre en œuvre qui est la plus intéressante pour nous.

Chapitre1

1-Définition de la métrologie :

La métrologie est la branche des sciences qui traite les mesures, elle s'applique à toute les grandeurs mesurables, notamment aux dimensions linéaires et angulaires des pièces mécaniques, la métrologie est l'art de la quantification elle est partout présente.



Figure1. Quelques instruments de métrologie

2-Définition de la métrologie dimensionnelle :

La métrologie dimensionnelle est la science de la mesure. Elle s'intéresse traditionnellement à la détermination de caractéristiques (appelées grandeurs) qui peuvent être fondamentales comme par exemple une longueur, la masse, un temps...ou dérivées des grandeurs fondamentales comme par exemple une surface, une vitesse...Mesurer une grandeur de même nature appelée unité.

Dans le langage courant des « métrologues », on entend souvent dire mesurer c'est comparer !

Les résultats des mesures servent à prendre des décisions :

-acceptation d'un produit (mesure de caractéristiques, de performances, conformité à une exigence).

-réglage d'un instrument de mesure, validation d'un procédé.

- Réglage d'un paramètre dans le cadre d'un contrôle d'un procédé de fabrication.
- Validation d'une hypothèse .
- Protection de l'environnement.
- Définition des conditions de sécurité d'un produit ou d'un système...

L'ensemble de ces décisions concourt à la qualité des produits ou des services : on peut qualifier quantitativement la qualité d'un résultat de mesure grâce à son incertitude.

Sans incertitude les résultats de mesure ne peuvent plus être comparés :

- soit entre eux.
- soit par rapport à des valeurs de référence spécifiées dans une norme ou une spécification (conformité d'un produit).

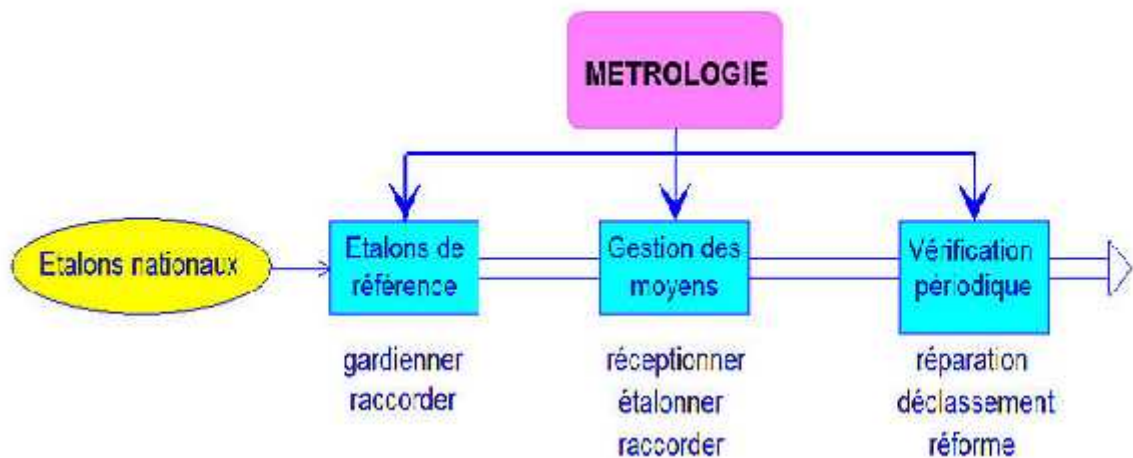


Figure2. Différentes branches de métrologie dimensionnelle

3-Vocabulaires métrologiques :

Si la gestion de la fonction métrologique dans les entreprises reste accessible, elle demande un minimum de connaissances relatives à son vocabulaire, sa terminologie ou encore aux mathématiques. Il ne s'agit pas ici de revenir sur les concepts mathématiques, mais de définir les principales notions employées lorsque l'on évoque la fonction métrologique. L'un des prérequis pour appréhender la métrologie et ses

concepts est de se familiariser avec le vocabulaire. Dans ce qui suit sont définies les principales notions métrologiques tirées du VIM (vocabulaire international de la métrologie).

3.1-Grandeur :

Caractéristique d'un phénomène, d'un corps ou d'une substance, qui est susceptible d'être distingué qualitativement et déterminé quantitativement.

Sens général : longueur, temps, masse, etc.

Sens appliqué : longueur d'une tige donnée, Masse du corps A , durée d'un cycle donné , etc.

3.2-Valeur d'une grandeur :

Expression quantitative d'une grandeur particulière, généralement sous la forme d'une unité de mesure multipliée par un nombre.

Exemple : longueur d'une tige= 5,12 m, masse du corps A= 14,58kg

3.3-Valeur vraie :

Valeur compatible avec la définition d'une grandeur particulière donnée. C'est la valeur que l'on obtiendrait par un mesurage parfait (sans incertitudes). Autant dire que la valeur vraie est imaginaire .C'est pourquoi la métrologie doit prendre du recul sur la mesure qu'il effectue.

3.4-Valeur conventionnellement vraie :

Valeur attribuée à une grandeur particulière et reconnue, parfois par convention comme le représentant avec une incertitude appropriée pour un usage donné.

Cette valeur est parfois appelée :

.valeur assignée ;

.meilleure estimation ;

.valeur convenue ;

.valeur de référence.

Cette valeur est retranscrite dans le certificat d'étalonnage (le certificat d'étalonnage fait référence à des conditions particulières pour l'étalonnage). C'est cette valeur qui doit ensuite être prise en compte lors des mesures. Il convient de corriger la valeur vraie avec cette valeur conventionnellement vraie.

3.5-Mesurande :

Grandeur particulière soumise à mesurage. Le mesurande est ce que l'on souhaite mesurer. Exemple : Masse du corps A soumis aux conditions du laboratoire X.

3.6-Mesurage :

Ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur.

3.7-Grandeur d'influence :

Grandeur qui n'est pas le mesurande mais qui a un effet sur le résultat du mesurage. Exemple : Température, humidité, pression atmosphérique.

4-Instituts de métrologie et de normalisation :

4.1-Instituts nationaux de métrologie :

Allemagne	PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt).
France	LNE (laboratoire National d'Essais et de Métrologie).
Grande Bretagne	NPL (National Physical laboratory).
Pays-Bas	NMi (Nederlands Meetinstituut).
Suisse	METAS (Métrologie et Accréditation suisses).

4.2- Organismes internationaux de métrologie :

OIML	Organisation Internationale de métrologie légale.
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures.
Metrologia	Revue internationale sur les aspects scientifiques de la métrologie.

4.3-Instituts de normalisation [1] :

INAPI	Institut National de la Propriété Industrielle (qui gère les normes en Algérie).
OANM	Organisation Arabe des Normes et Mesures (dont participent la totalité des pays arabes).
AFNOR	Association Française de Normalisation.
CNE	Comité Européen de Normalisation.
DIN	Deutsches Institut für Normung.
NBN	Bureau de Normalisation – est l'organisme belge responsable de la réalisation et publication des normes en Belgique.
ISO	International System Organisation.

4.4- Organisme d'accréditation :

BELAC/BELTST	Organisation Belge d'accréditation.
COFRAC	Le portail français de l'accréditation.
DKD	Deutscher kalibrierdienst.
EA	European co-operation for Accreditation
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation.

4.5- Autres instituts et organismes de métrologie :

BIPM	Bureau International des Poids et Mesures.
-------------	--

5-Système international de mesure SI :

Le système de grandeurs à utiliser avec le SI, y compris les équations reliant ces grandeurs entre elles, techniciens et ingénieurs .Cependant, dans quelques domaines spécialisés, en particulier physique théorique, il peut exister des raisons sérieuses justifiant l'emploi d'autres systèmes ou d'autre unités. Quelles que soient ces unités, il est important de respecter les symboles et leur représentation conformes aux recommandations internationales en vigueur.

Le système SI est système cohérent d'unités qui comporte sept unités de base.

5.1-définition des unités :

Les unités de mesures dimensionnelles sont des valeurs de référence qui permettent :

- d'exprimer les dimensions des objets (établissement et lecture de dessin industriels).
- de réaliser puis de vérifier les objets (utilisation des appareils de mesure).

Parmi ces unités utilisées, on distingue des unités de base données par le système international [SI], d'où découlent les unités supplémentaires et les unités dérivées.

5.1.1-unités de base :

Au nombre de sept, elles doivent être considérées comme indépendantes au point de vue dimensionnelle (tableau 1).

Tableau 1 : Unités de base du SI

désignation	unité	symbole
longueur	mètre	M
masse	kilogramme	Kg
temps	seconde	S
Intensité électrique	Ampère	A
température	kelvin	K
Intensité de lumière	candela	Cd
Quantité de matière	mole	Mole

5.1.1.1-Unité de longueur : le mètre (symbole : m)

Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299792458 de seconde.

5.1.1.2- Unités de masse : le kilogramme (symbole : kg)

Le kilogramme est l'unité de masse. Il est égal à la masse du prototype international du kilogramme.

5.1.1.3- Unité de temps : la seconde (symbole : s)

La seconde est durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental du césium 133.

5.1.1.4- Unité de courant électrique : l'ampère (symbole : A)

L'ampère est l'intensité d'un courant constant qui maintenu dans deux circuits conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de un mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à $2 \cdot 10^{-7}$ newton par mètre de longueur.

5.1.1.5-Unité de température thermodynamique : le kelvin (symbole : K)

Le kelvin, unité de température thermodynamique, est la fraction $1/273.16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau. Aussi que l'unité de kelvin et son symbole K sont utilisés pour exprimer un intervalle ou une différence de température.

Remarque : en dehors de température thermodynamique (symbole :T) exprimée en kelvins, on utilise aussi la température Celsius (symbole t) définie par l'expression $t=T-T_0$

5.1.1.6-Unité de quantité de matière : la mole (symbole : mol)

La mol est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaire qu'il ya d'atomes dans 0.012 kilogramme de carbone 12

Remarque : lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules ou des groupements spécifiés et telles particules.

5.1.1.7 : Unité d'intensité lumineuse : la candela (symbole : cd)

La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540.1012 hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian.

5.1.2-unités dérivées :

Elles sont formées de manière cohérente à partir des unités de base. Certaines unités dérivées ont reçu un nom spécial qui peut à son tour, être utilisé pour former d'autres noms d'unités.

Tableau 2: Exemple d'unités SI dérivées cohérentes exprimées à partir des unités de base [2]

Grandeur dérivée		Unité SI dérivée cohérente	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
Superficie	A	mètre carré	m ²
Volume	V	mètre cube	m ³
Vitesse	v	mètre par seconde	m/s
Accélération	A	mètre par seconde carrée	m/s ²
Nombre d'ondes		mètre à la puissance moins un	m ⁻¹
Masse volumique		kilogramme par mètre cube	kg/m ³
Masse surfacique	A	kilogramme par mètre carré	kg/m ²
Volume massique	V	mètre cube par kilogramme	m ³ /kg
Densité de courant	J	ampère par mètre carré	A/m ²
Champ magnétique	H	ampère par mètre	A/m
Concentration de quantité de matière (a), concentration	C	mole par mètre cube	mol/m ³
Concentration massique		kilogramme par mètre cube	kg/m ³
Luminance lumineuse	L _v	candela par mètre carré	cd/m ²

Indice de réfraction (b)	n	un	1
Perméabilité relative (b)	μ_r	un	1

Tableau 3 : Unités SI dérivées cohérentes ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers [3]

grandeur dérivée	Nom	Symbole	Expression utilisant d'autre unités SI	Expression en unités SI de base
fréquence	hertz	Hz		s^{-1}
force	newton	N		$m\ kg\ s^{-2}$
pression, contrainte	pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
énergie, travail, quantité de chaleur	joule	J	$N\ m$	$m^2\ kg\ s^{-2}$
puissance, flux énergétique	watt	W	J/s	$m^2\ kg\ s^{-3}$
charge électrique, quantité d'électricité	coulomb b	C		$s\ A$
différence de potentiel électrique force électromotrice	volt	V	W/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
capacité électrique	farad	F	C/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
résistance électrique	ohm		V/A	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
conductance électrique	siemens	S	A/V	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
flux d'induction magnétique	weber	Wb	$V\ s$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
induction magnétique	tesla	T	Wb/m^2	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
inductance	henry	H	Wb/A	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
température Celsius	degré Celsius	$^{\circ}C$		K
flux lumineux	lumen	lm	$cd\ sr$	cd
luminance lumineuse	lux	lx	lm/m^2	$m^{-2}\ cd$
activité d'un radionucléide	becquerel el	Bq		s^{-1}

Tableau 4 : Exemple d'unités SI dérivées cohérentes dont le nom et le symbole comprennent des unités SI dérivées cohérentes ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers [4]

Grandeur dérivée	Nom	Symbole	Expression en unités SI de base
Viscosité dynamique	pascal seconde	Pa s	$\text{m}^{-1} \text{kg s}^{-1}$
Moment d'une force	newton mètre	N m	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$
Tension superficielle	newton par mètre	N/m	kg s^{-2}
Vitesse angulaire	radian par seconde	rad/s	$\text{m m}^{-1} \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1}$
Accélération angulaire	radian par seconde carrée	rad/s ²	$\text{m m}^{-1} \text{s}^{-2} = \text{s}^{-2}$
Flux thermique surfacique, éclairage énergétique	watt par mètre carré	W/m ²	kg s^{-3}
Capacité thermique, entropie	joule par kelvin	J/K	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1}$
Capacité thermique massique, entropie massique	joule par kilogramme kelvin	J/(kg K)	$\text{m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$
Energie massique	joule par kilogramme	J/kg	$\text{m}^2 \text{s}^{-2}$
Conductivité thermique	watt par mètre kelvin	W/(m K)	$\text{m kg s}^{-3} \text{K}^{-1}$
Energie volumique	joule par mètre cube	J/m ³	$\text{m}^{-1} \text{kg s}^{-2}$
Champ électrique	volt par mètre	V/m	$\text{m kg s}^{-3} \text{A}^{-1}$
Charge électrique volumique	coulomb par mètre cube	C/m ³	$\text{m}^{-3} \text{s A}$
Charge électrique surfacique	coulomb par mètre carré	C/m ²	$\text{m}^{-2} \text{s A}$
Induction électrique, déplacement électrique	coulomb par mètre carré	C/m ²	$\text{m}^{-2} \text{s A}$
Permittivité	farad par mètre	F/m	$\text{m}^{-3} \text{kg}^{-1} \text{s}^4 \text{A}^2$
Perméabilité	henry par mètre	H/m	$\text{m kg s}^{-2} \text{A}^{-2}$
Energie molaire	joule par mole	J/mol	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{mol}^{-1}$
Entropie molaire, capacité thermique molaire	joule par mole kelvin	J/(mol K)	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
Exposition (rayons x et γ)	coulomb par kilogramme	C/kg	$\text{kg}^{-1} \text{s A}$
Débit de dose absorbée	gray par seconde	Gy/s	$\text{m}^2 \text{s}^{-3}$
Intensité énergétique	watt par stéradian	W/sr	$\text{m}^4 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-2}$

			$^3 = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$
Luminance énergétique	watt par mètre carré stéradian	$\text{W}/(\text{m}^2 \text{sr})$	$\text{m}^2 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3}$ $^3 = \text{kg s}^{-3}$
Concentration d'activité catalytique	katal par mètre cube	kat/m^3	$\text{m}^{-3} \text{s}^{-1} \text{mol}$

5.1.3- unités supplémentaire :

A côté de ces unités de base et des unités dérivées, il existe des unités supplémentaires, au nombre de deux :

-l'unité d'angle plan : le radian (symbole : rad) ; le radian est l'angle plan compris entre deux rayons qui, sur la circonférence d'un cercle, interceptent un arc de longueur égale à celle du rayon,

-l'unité d'angle solide : le stéradian (symbole : sr) ; le stéradian est l'angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe sur la surface de cette sphère une aire égale à celle d'un carré ayant pour côté le rayon de la sphère.

Les grandeurs angle plan et angle solide doivent être considérées comme des unités dérivées sans dimension qui peuvent être utilisées ou non dans les expressions des unités dérivées (Tableau) :

Tableau 5 : exemple d'unités SI dérivées exprimées en utilisant des unités supplémentaire [5]

Grandeur	Nom	Symbole	Expression en
vitesse angulaire	radian par seconde	rad/s	$\text{m m}^{-1} \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1}$
accélération angulaire	radian par seconde carrée	rad/s ²	$\text{m m}^{-1} \text{s}^{-2} = \text{s}^{-2}$
flux thermique surfacique, éclairement énergétique	watt par mètre carré	W/m^2	kg s^{-3}

5.1.4-Multiples et sous-multiples :

Lorsqu'une unité s'avère trop grande ou trop petite, pour l'emploi envisagé, on utilise des multiples ou des sous-multiples exclusivement décimaux. Ils sont obtenus en joignant un préfixe, choisi (tableau6), au nom de l'unité.

Tableau 6 : préfixes SI [6]

Facteur	Nom	Symbole	Facteur	Nom	Symbole
10^1	déca	da	10^{-1}	déci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^6	méga	M	10^{-6}	micro	u
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	téra	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	péta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Les noms et les symboles des multiples et sous-multiples décimaux de l'unité de masse sont formés par l'adjonction de noms de préfixes au mot 'gramme' et de symboles de ces préfixes au symbole de l'unité 'g'.

6. Conclusion :

La métrologie est d'une grande importance dans tous les domaines tels que le génie civil, la biologie et le génie mécanique, Par conséquent, ils contiennent de nombreuses organisations de normalisation internationales, arabes et nationales comme on' a cité dans ce chapitre, ainsi que des instituts de métrologie internationales dans divers domaines et plusieurs instituts de mesure nationaux et internationaux.

Dans ce chapitre nous avons mentionné des différentes unités de mesure, des organisations et des unités de métrologie, et bien sûr nous avons commencé par des définitions de la métrologie et la métrologie dimensionnelle.

Chapitre2

1. Introduction :

La métrologie en mécanique est l'ensemble des moyens techniques utilisés pour la mesure et le contrôle de pièces mécaniques. Elle permet de déterminer la conformité des produits, mais elle participe aussi à l'amélioration de la qualité. En effet, on ne peut valider une action sur un procédé qu'en vérifiant le résultat de cette action par une mesure.

En mécanique générale, la métrologie des fabrications s'intéresse :

- Au contrôle des pièces exécutées ou en cours d'usinage.
- Au contrôle, sur machine de la position de la pièce par rapport à l'outil.
- A la vérification géométrique des machines-outils.
- Au contrôle statistique des performances possibles sur chaque machine-outil.

En mécanique automobile, la métrologie s'intéresse :

- Au contrôle des organes mécaniques pouvant subir une usure ou une déformation due au fonctionnement (ex : frottement cylindre/piston).

Les mesures ou les contrôle de pièces mécaniques s'effectuent en respectant les conditions suivantes :

- Température ambiante de la pièce à contrôler et des instruments de mesures voisine de 20°
- Pièce à contrôler propre.
- Ebavurage convenable.
- Précision des appareils de mesures impose :
 - .manipulation soignée (pas de choc).
 - .entretien régulier et approprié.

.rangement systématique après utilisation.

Si la métrologie dimensionnelle permet de vérifier ou contrôler la conformité des pièces, en mécanique, cette vérification et ce contrôle doivent se faire par rapport au dessin de définition.

2- Interprétation des spécifications d'un dessin de définition en vue du contrôle :

Le dessin de définition est un document, établi par le bureau d'études, qui représente un cahier des charges ou un contrat entre les concepteurs (bureau d'étude), ceux du bureau des méthodes et les métrologues (contrôle de qualité).

Le dessin de définition décrit complètement et sans ambiguïté les exigences auxquelles la pièce doit satisfaire dans l'état de finition qui demandé et concerne généralement une seule entité. Il doit comporter le maximum de précisions à savoir les dimensions de la pièce avec les tolérances, la rugosité, les caractéristiques mécaniques ou physico-chimiques des matériaux, les limites de résistance et toutes autres caractéristiques nécessaire à la réalisation de cette pièce (Figure 1)

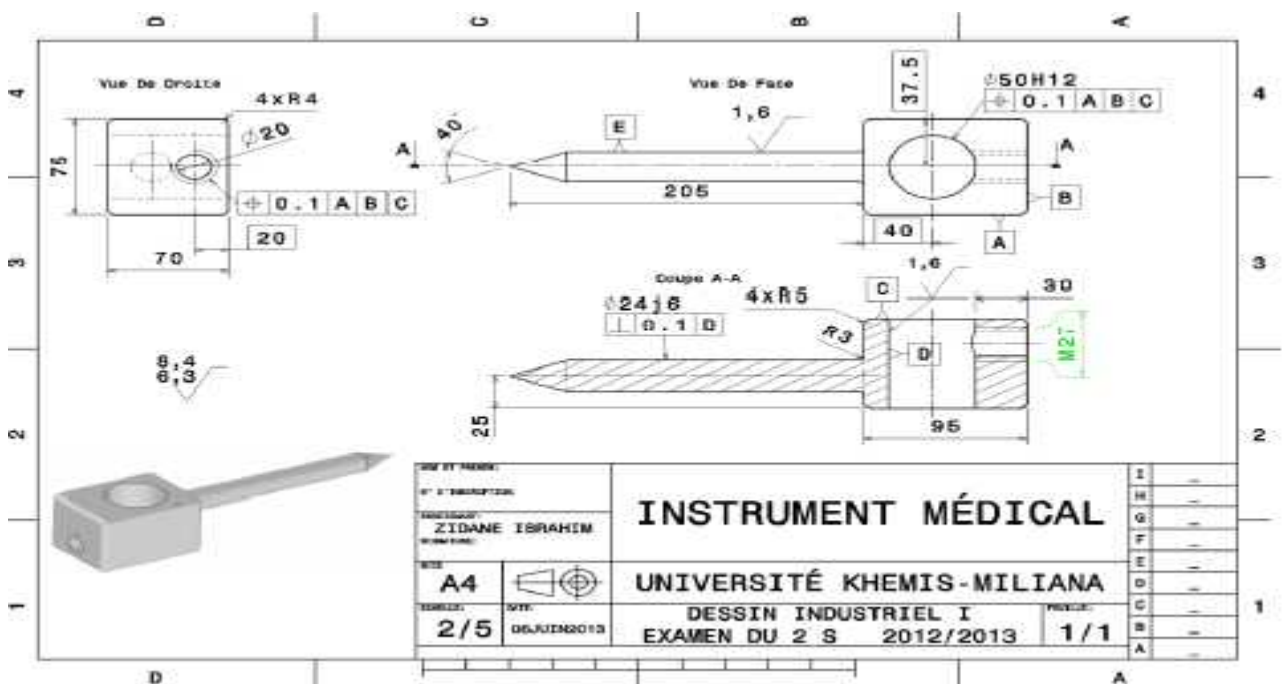


Figure 1 : Exemple d'un dessin de définition [7]

3-définition des instruments :

Une cote est définie par une valeur nominale et une tolérance. Cette valeur peut être une dimension linéaire ou angulaire.

Pour obtenir cette cote, on utilise trois méthodes de vérification :

- 1-Mesure avec un instrument à lecture directe.
- 2-Mesure avec un instrument à lecture indirecte (comparaison)
- 3-Vérification par des instruments (vérificateurs) pour assurer la cote voulu.

4-Méthodes de mesure et de contrôle :**4.1-contrôle direct des dimensions :**

Mesure directe permet de lire directement la valeur de la dimension à l'aide d'instrument portant une graduation (règle graduée, pied-à-coulisse, micromètre,...).

4.1.1-Calibre à coulisse (Pied à coulisse) :

Cet appareil de mesure directe, entièrement en acier inoxydable, peut être de dimensions et d'utilisations variables, en fonction de sa longueur et de la forme de ses becs (figure 2). Certaines versions très modernes possèdent un cadran facilitant la lecture. Cet appareil utilise le principe de la règle graduée munie d'un bec transversal (le Pied) formant butée fixe et du vernier formant butée mobile (coulisseau de déplaçant sur la règle).

Précision de mesures :

Si la règle est toujours graduée en mm, il n'en est pas de même pour le vernier. Celui-ci, grave sur le coulisseau, a une graduation particulière dont le nombre de divisions va déterminer la précision de lecture du calibre à coulisse.

Le vernier au 1/10 possède 10 graduations égales, et mesure 9 mm. 1 graduation=0.9 mm.

.Précision du 1/10 = 0.1 mm

le vernier au 1/20 possède 20 graduations égales, et mesure 19 mm. 1 graduation=0.95 mm

.Précision du 1/20=0.05 mm

le vernier au 1/50 possède 50 graduations égales, et mesure 49 mm. 1 graduation=0.98mm.

.précision du 1/50=0.02 mm.

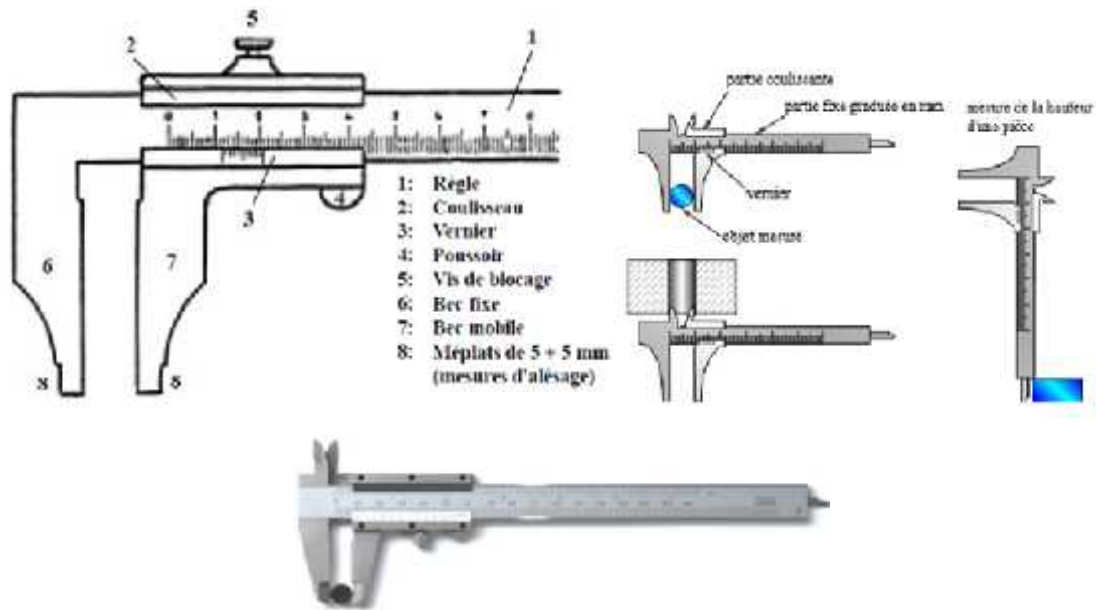


Figure 2 : pied à coulisse, ses composantes et façon de mesure [8]

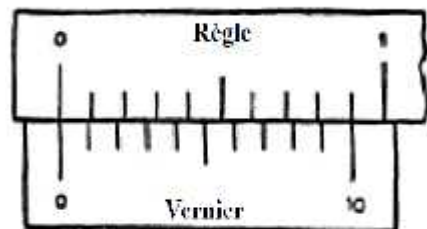
Méthode générale de lecture

- 1- Lire le nombre entier en mm, à gauche du zéro du vernier.
- 2- Location la graduation du vernier (une seule possibilité) qui coïncide avec une graduation quelconque de la règle.
- 3- Ajouter les millimètres, les 1/10, 1/20 ou 1/50, selon les cas, pour obtenir la mesure exacte

Le vernier mesure 9 mm.

Il est divisé en 10 parties mesure 9/10 mm.

La précision de lecture est de 0,1 mm



Catégories de pied à coulisse :

-Les pieds à coulisse à vernier. Le vernier permet de lire les fractions de division. Les résolutions les plus courantes sont : 1/10ème, 1/20ème ou 1/50ème de mm. Le vernier complète donc la règle graduée en apportant une exactitude dans la mesure.

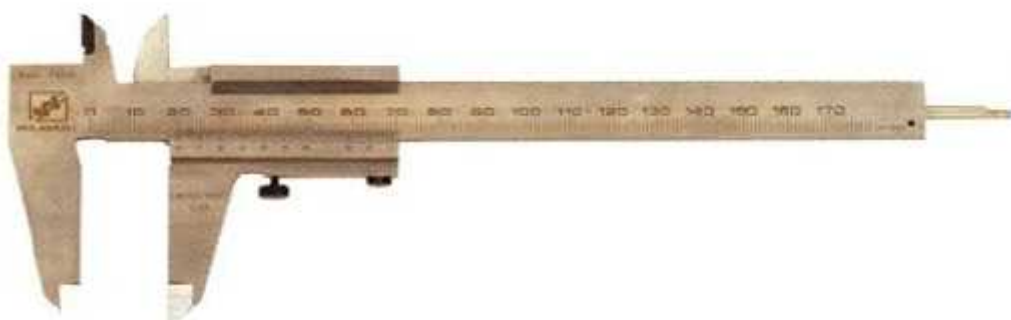


Figure 3 : Pied à coulisse à vernier

-Les pieds à coulisse à montre. Ils sont dotés d'un cadran circulaire gradué avec une aiguille. Différentes résolutions existent : 0,05 - 0,02 ou encore 0,01 mm.



Figure 4 : Pied à coulisse à montre

- Les pieds à coulisse à lecture digitale. Pour un affichage rapide dans un écran à cristaux liquides. Ils peuvent avoir différentes fonctions : conversion des millimètres en pouces (inch), blocage de l'affichage, conservation des mesures en mémoire, transmission des données vers un ordinateur (grâce à une sortie de données).



Figure 5 : Pied à coulisse à lecture digitale

Pied de profondeur :

Cet appareil est une variante du calibre à coulisse. Il permet la mesure des profondeurs et la méthode de lecture utilisée est strictement identique au calibre à coulisse.



Figure 6 : Pied de profondeur

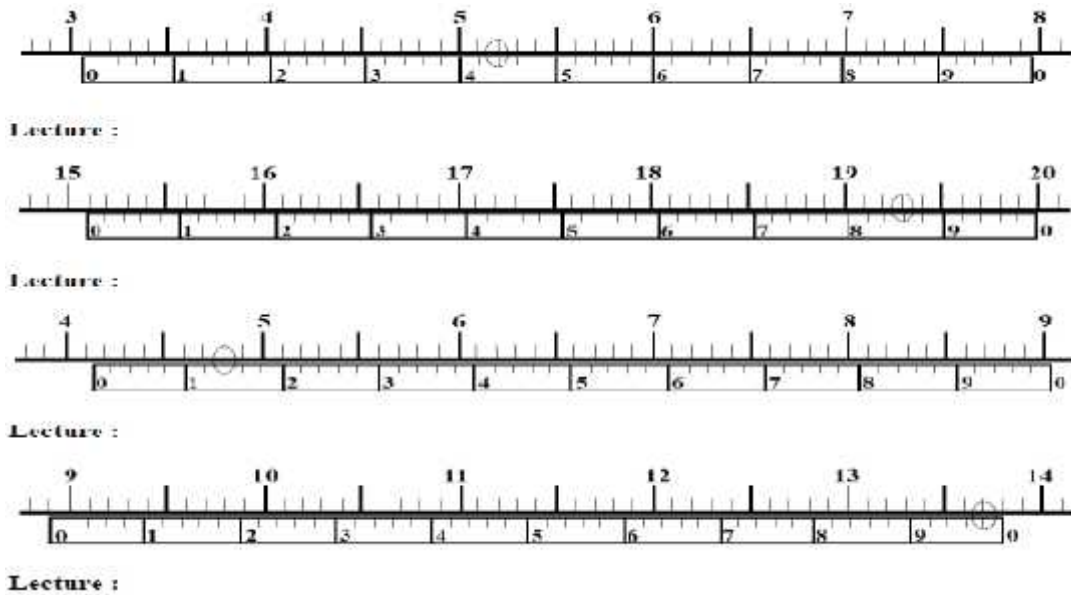


Figure 7 : Exemple de l'lecture

4.1.2- Micromètre (Palmer)

Le micromètre (Figure 8) est un instrument beaucoup plus précis que le calibre à coulisse. Grâce à la touche mobile à vis micrométrique au pas de 0,5 mm, la précision de lecture est de 1/100ème de mm. D'autre part :

- Les erreurs résultant de l'inégalité de pression de l'appareil sur les pièces à mesurer se trouvent éliminées par le système de friction.
- Les déformations de l'appareil sont négligeables, le corps pouvant avoir une section suffisante pour rendre toute flexion impossible.
- Les incertitudes de lecture sont très faibles, puisqu'une variation de cote de 1/100ème de mm nécessite la rotation de la douille de la valeur d'une division, équivalent environ à 1 mm en longueur développée.



Figure 8 : Micromètre (palmer)

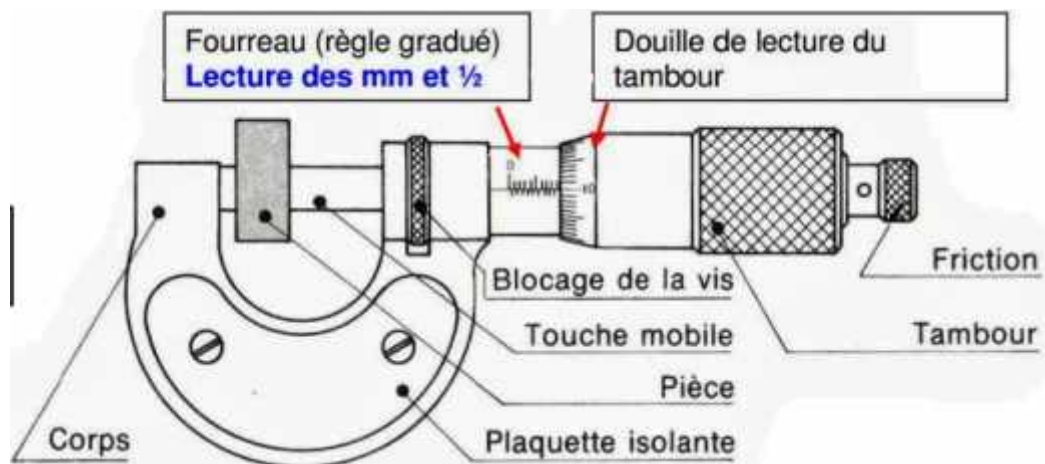


Figure 9 : Constitution d'un micromètre [8]

-Il se compose :

- La partie en U ou demi-circulaire possédant une touche fixe et une touche mobile actionné par un tambour.
- La partie cylindrique (fourreau) dont la génératrice est graduée en millimètre, voire en $\frac{1}{2}$ mm
- D'un tambour composé d'une vis micrométrique en acier traitée et rectifiée ;
- La douille de lecture comportant 50 divisions sur sa circonférence (lecture au $\frac{1}{100}$ è)
- Le bouton de friction qui permet de manœuvrer le micromètre sans le détériorer.
- Le système d'étalonnage (vis de réglage).

Principe de lecture

1ère étape : la lecture des millimètres La lecture des mm s'effectue sur le fourreau. La limite côté gauche du tambour gradué est proche de l'échelle des mm. Dans le cas ci contre la lecture est de 14 mm

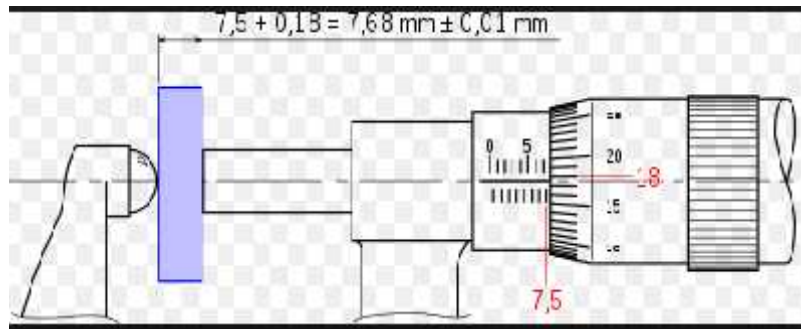
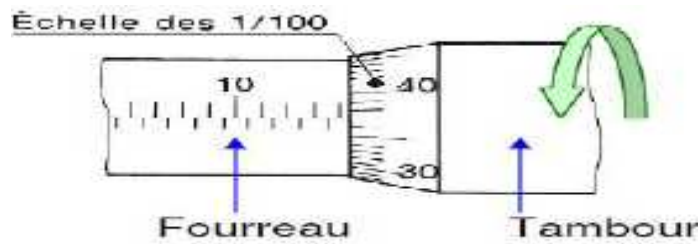


Figure 10 : Principe de lecture [8]

2ème étape : la lecture des $1/100^{\text{ème}}$ de mm (0.01mm) La lecture des $1/100$ de mm s'effectue sur le tambour gradué. Le relevé de l'échelle des $1/100$ doit être le trait du tambour gradué qui correspond à l'axe de l'échelle des mm. Le sens de lecture du tambour gradué est dans le sens contraire des aiguilles d'une montre Dans ce cas la lecture est de $14 + 0,37 = 14,37$ mm



Exemple :

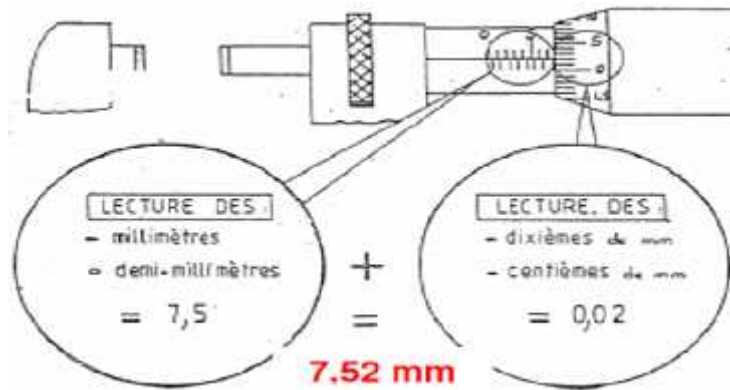


Figure 11 : exemple de lecture dans un micromètre

Catégories de micromètre



Figure 12 : Micromètre universel

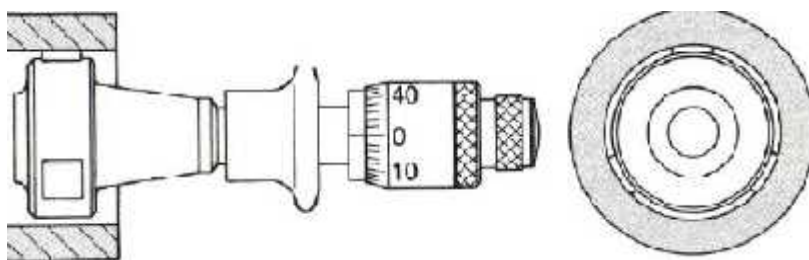


Figure 13 : Micromètre d'intérieur à trois touches

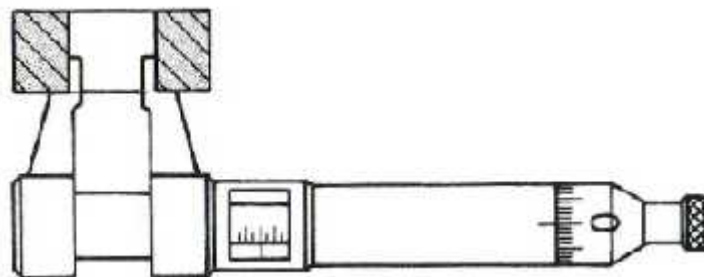


Figure 14 : Micromètre d'intérieur à becs

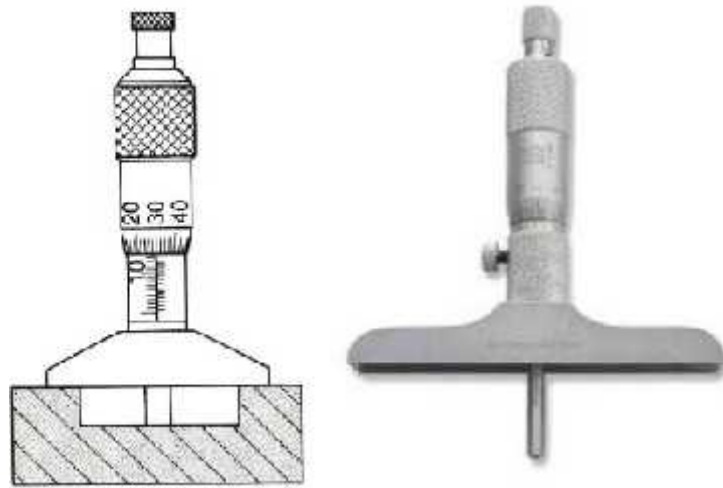


Figure 15 : jauge de profondeur micrométrique

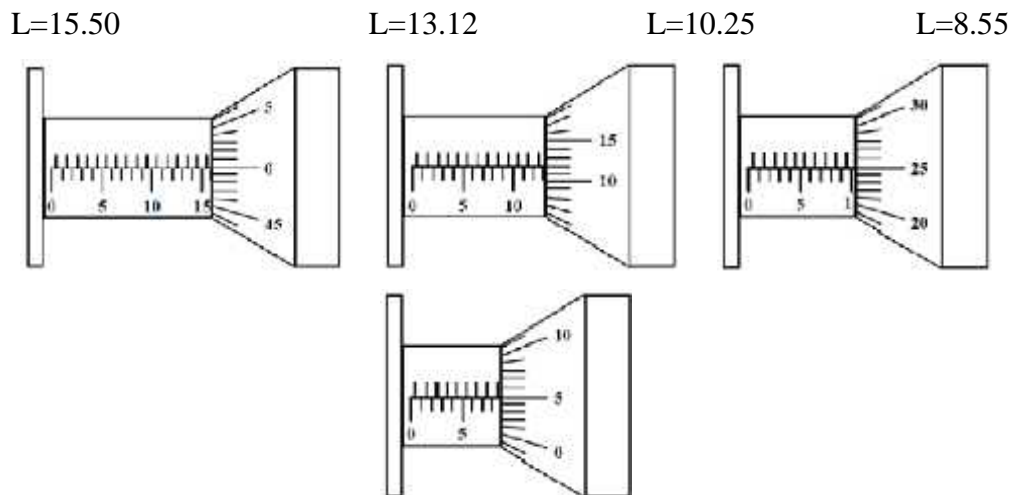


Figure 16 : Exemples de lecture avec le micromètre [7]

4.2-Contrôle indirect ou par comparaison

La grandeur à mesurer est comparée à une grandeur de même nature, de valeur connue, peu différente de celle de la grandeur à mesurer. On distingue deux méthodes :

- Mesure par comparaison (ex : comparateurs ...)
- Mesure par calibrage (ex : calibres à mâchoires, tampons ...)

4.2.1-Comparateurs

Généralités

Les comparateurs ou amplificateurs (Figure 17) enregistrent les différences de cotes entre les différents points d'une pièce ou entre les pièces à mesurer et les étalons (pièces types ou combinaison de cales). La précision et la sensibilité de ces appareils dépend pour beaucoup de la constance et du peu d'intensité de la pression qu'exerce leur touche mobile sur la pièce à mesurer. Nous nous limiterons au comparateur à amplification



mécanique.

Figure 17 : comparateur

Description et lecture :

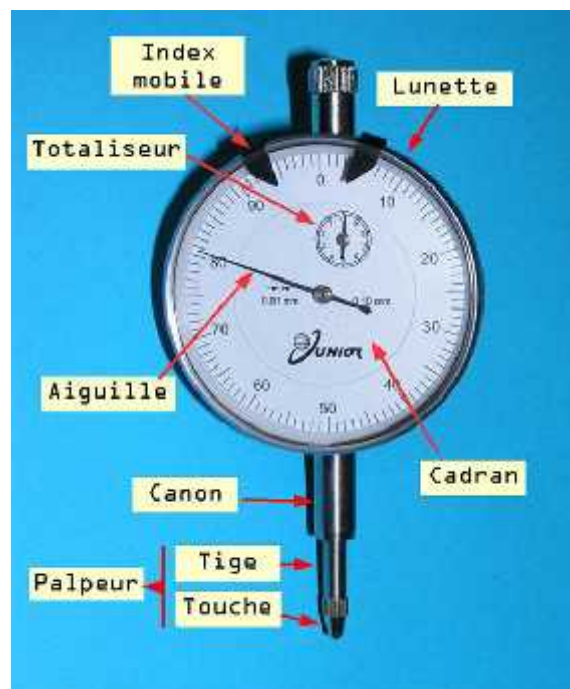
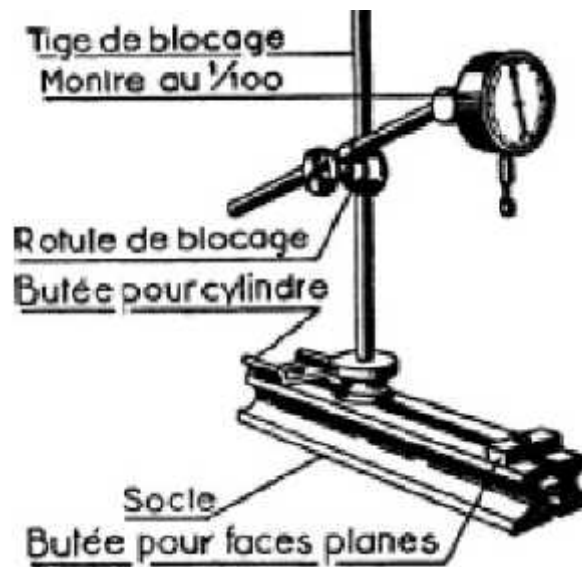


Figure 18 : composante d'un comparateur

Le comparateur à cadran est constitué de :

- La grande aiguille, commandée par le palpeur fait un tour pour une différence de cote de 1 mm.
 - Le grand cadran est divisé en 100 parties égales, il est donc possible d'apprécier le 1/100^{ème} de mm.
 - Le petit cadran (totaliseur) indique le nombre de tours de la grande aiguille.
 - L'ensemble de la grande graduation (lunette) peut tourner autour de l'axe de la montre, afin que la division "zéro" puisse être mise à volonté devant l'aiguille centrale.
- Il existe également des comparateurs à cadran permettant d'apprécier le 1/1000^{ème} de mm.

**Figure 19** : support du comparateur [8]

Exemple d'utilisation (mesure d'un écart de parallélisme)

Pour mesurer un écart de parallélisme, la surface de référence de la pièce est posée sur une surface plane. Le comparateur est monté de manière fixe sur un support dont le socle est également sur la surface plane. Le comparateur est posé sur un point de la pièce dont il faut mesurer le parallélisme par rapport à la surface de référence. Pour effectuer la mesure, il faut faire avancer le comparateur sur son socle en laissant la pièce immobile ou la pièce en laissant le comparateur immobile.

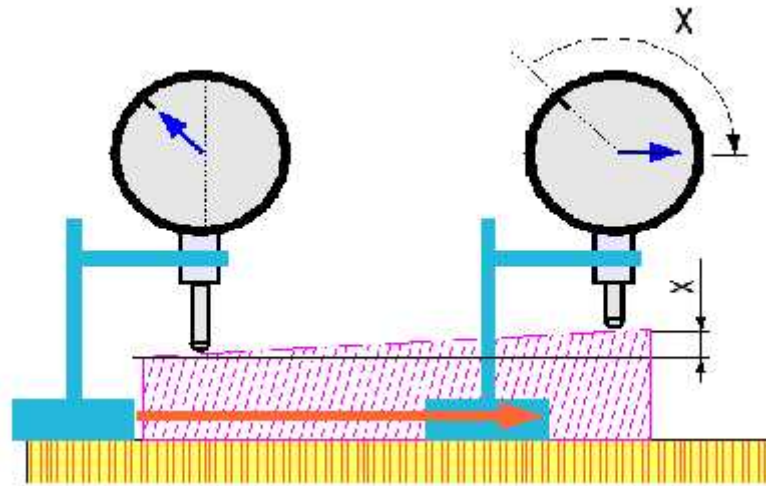


Figure 20 : principe de mesure d'un écart de rectitude avec un comparateur [7]

4.2.2-Vérificateurs à tolérances

Les vérificateurs à tolérance (Figure 21) sont employés pour s'assurer que les cotes des pièces exécutées sont bien comprises entre les tolérances prévues sur le dessin de définition. La vérification des tolérances dimensionnelles des pièces mécaniques est basée sur le principe « La pièce "entre" ou "n'entre pas" ».

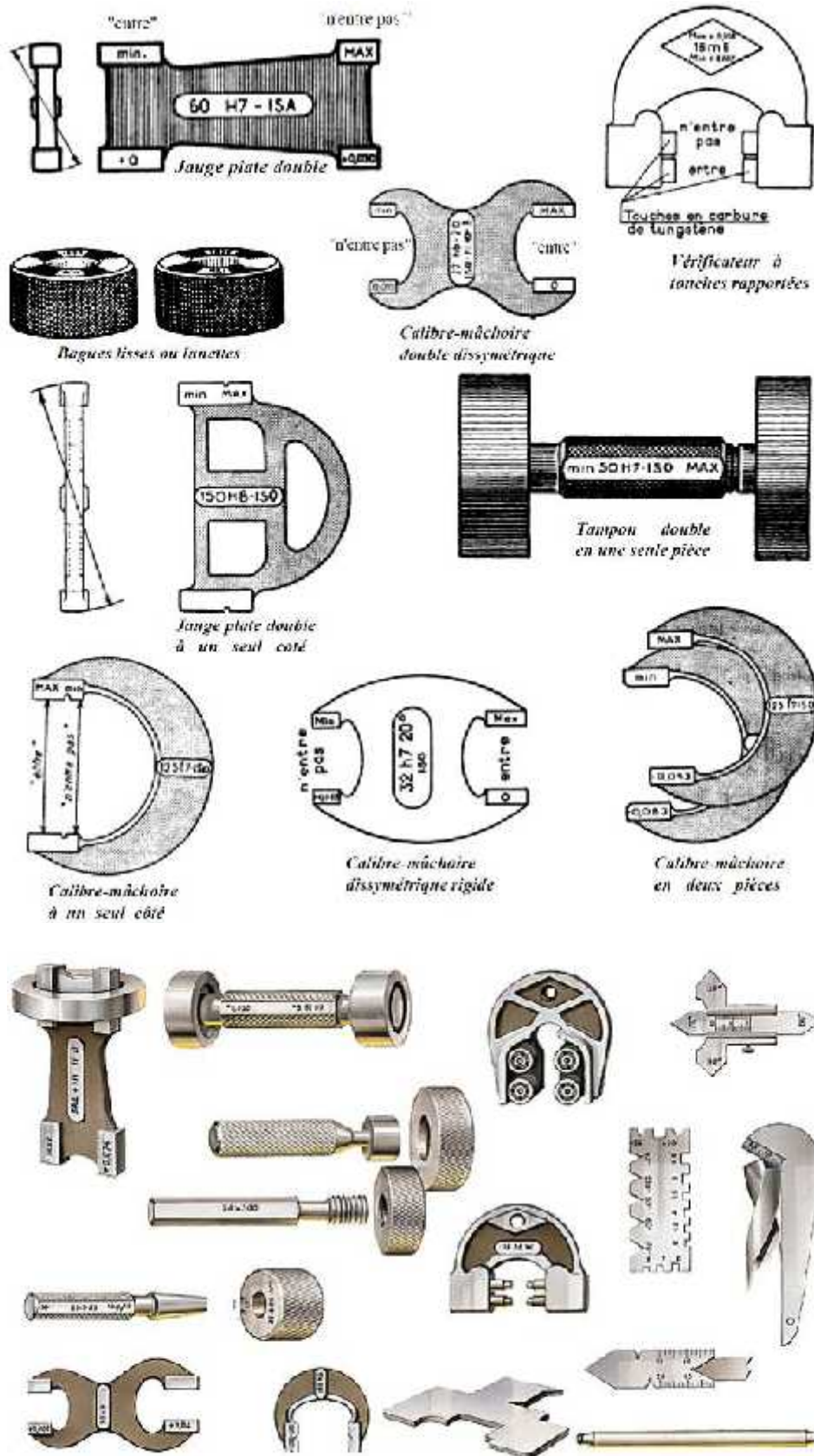


Figure 21 : vérificateurs à tolérances [7]

4.3- Mesure et contrôle des états de surface Profilomètres

Les profilomètres à contact (palpeurs à pointe) sont basés sur le contact physique entre une pointe en diamant et la surface à mesurer. La pointe du palpeur (généralement une pointe diamant fine pour reconnaître les écarts de forme fins) est montée sur un système sans friction. Lorsque le palpeur est guidé sur la surface par le dispositif d'avance, la forme des irrégularités de la surface est reconnue "fidèlement" par la pointe du palpeur. Un capteur solidaire de la pointe en mesure la position verticale Z lorsqu'on la déplace horizontalement (axe X) sur la surface, ce qui permet ainsi d'établir le profil $Z=f(X)$ de la surface. Les variations verticales de position de la pointe sont transformées en signaux électriques par le convertisseur électromécanique intégré (amplification, filtrage), et ces signaux sont transmis au système de mesure et d'analyse (calculateur). Les petits profilomètres dont la fonction est la mesure de l'état de surface en atelier sont en général désignés par le terme de rugosimètres.

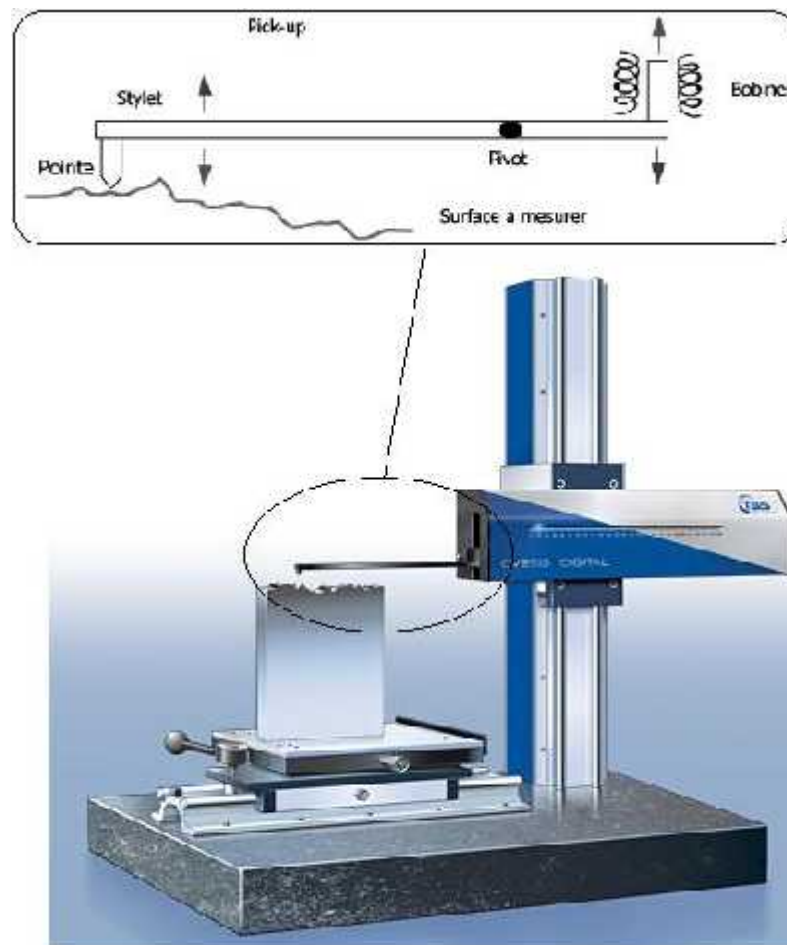


Figure 22 : profèlomètre [9]

4.4-Étalonnage

4.4.1- Étalonnage, vérification et ajustage d'un équipement de mesure

D'après le **Vocabulaire international de métrologie (VIM)** édition 2008, l'étalonnage est une « opération qui, dans des conditions spécifiées, établit en une première étape une relation entre les valeurs et les incertitudes de mesure associées qui sont fournies par des étalons et les indications correspondantes avec les incertitudes associées, puis utilise en une seconde étape cette information pour établir un résultat de mesure à partir d'une indication».

En clair, cette opération consiste à mesurer la même grandeur avec l'équipement à étalonner et l'équipement étalon, et à comparer les indications des deux instruments, puis à exploiter les résultats de cette comparaison. La seconde étape dont parle le VIM, consiste à exploiter les résultats de la première. Il peut s'agir de trois actions :

- la correction « manuelle » du résultat lu ;
- la vérification du matériel ;
- l'ajustage du matériel.

La **correction** « **manuelle** » consiste à modifier la valeur lue.

La **vérification métrologique** consiste à apporter la preuve à partir de mesures (étalonnage) que des exigences spécifiées, c'est-à-dire les erreurs maximales tolérées (EMT), sont satisfaites. Le résultat d'une vérification se traduit par une décision de conformité (suivie d'une remise en service) ou de non-conformité (suivie d'un ajustage, d'une réparation, d'un déclassement ou d'une réforme de l'appareil).

L'**ajustage** est un « ensemble d'opérations réalisées sur un système de mesure pour qu'il fournisse des indications prescrites correspondant à des valeurs données des grandeurs à mesurer ».

On s'intéresse à l'**étalonnage** comme une action qui permet :

- le **réglage** des instruments de mesure tels que : pieds à coulisse, micromètres, comparateur....
- l'analyse de la **répétabilité** des résultats de mesures, ou la comparaison avec des données déjà obtenues.

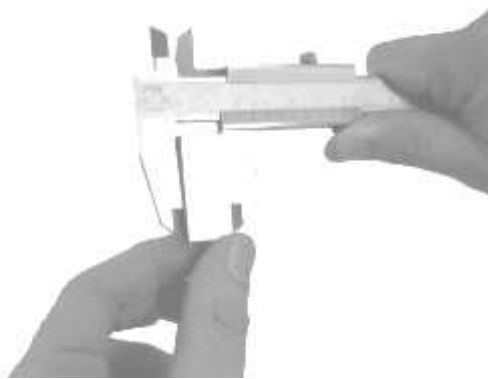


Figure 23 : réglage d'un pied à coulisse

4.4.2- Étalons

« Un étalon est une réalisation de la définition d'une grandeur donnée, avec une valeur déterminée et une incertitude de mesure associée, utilisée comme référence ».



Figure 24 : Etalons

Pour simplifier, un étalon est une matérialisation d'une grandeur donnée dont on connaît la valeur avec une grande exactitude (Figure 24). Un étalon sert à étalonner des instruments qui mesurent la même grandeur.

L'opérateur chargé d'effectuer une mesure dimensionnelle dans un atelier de production ou dans un laboratoire de métrologie va utiliser pour réaliser cette mesure des étalons de longueurs différentes. Ces étalons lors de leur acquisition doivent être accompagnés d'un certificat délivré par un organisme de normalisation en métrologie (paragraphe 1.3), qui définit leurs caractéristiques exactes. La normalisation actuellement en vigueur range les cales étalons dans quatre classes d'étalonnage suivant les défauts mesurés sur celles-ci (Tableau 1).

Tableau 1 : classement des cales-étalons [9]

Dimension nominale		Classe 00	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
		μm	μm	μm	μm	μm
de	jusqu'à	$\pm 0,06$	$\pm 0,12$	$\pm 0,20$	$\pm 0,40$	$\pm 0,80$
	10	$\pm 0,07$	$\pm 0,14$	$\pm 0,30$	$\pm 0,60$	$\pm 1,20$
10	25	$\pm 0,10$	$\pm 0,20$	$\pm 0,40$	$\pm 0,80$	$\pm 1,60$
25	50	$\pm 0,12$	$\pm 0,25$	$\pm 0,50$	$\pm 1,00$	$\pm 2,00$
50	75	$\pm 0,14$	$\pm 0,30$	$\pm 0,60$	$\pm 1,20$	$\pm 2,50$
75	100	$\pm 0,20$	$\pm 0,40$	$\pm 0,80$	$\pm 1,60$	$\pm 3,00$
100	150	$\pm 0,25$	$\pm 0,50$	$\pm 1,00$	$\pm 2,00$	$\pm 4,00$

5. Conclusion :

On rappelle que notre objectif dans cette recherche est une réalisation d'un outil informatique qui nous aide pour calculer et vérifier des cotes avec des méthodes indirectes, pour réaliser ces méthodes indirecte nous somme obliger d'utiliser les méthodes de mesure directe, dans ce chapitre nous avons démontré une démonstration plus détaillée de ces instruments de contrôle.

Chapitre 3

1-Introduction :

Dans le domaine mécanique le contrôle ou la mesure est plus nécessaire, pour ce faire on utilise divers moyens spécifique pour la facilité de calculs.

Maintenant on fait un choix judicieux qu'a été suggérée l'idée du Visual Basic parce que c'est le plus simple pour résoudre les calculs de l'utilisateur et pour gagner le temps, il suffit d'entrer votre données sans faire d'écrire les équations comme le calculs de RDM, les matrices...etc.

Mais notre calculs basé sur la métrologie dimensionnelle pour mesurer les cotes fictives.

2-Présentation de Visual Basic :

Visual Basic est un outil développé par Microsoft pour développer facilement des applications fonctionnant sous Microsoft Windows ©.

Visual Basic est un outil Visual permettant de créer sans notion de programmation l'interface graphique (GUI-Graphical User Interface) en disposant à l'aide de la souris des éléments graphique (boutons, images, champs de texte, menus déroulants...).

L'intérêt de ce langage est de pouvoir associer aux éléments de l'interface des portions de code associées à des événements (clic de souris, appui sur une touche,...). Pour cela, Visual Basic utilise un petit langage de programmation dérivé du BASIC (signifiant Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code, soit code d'instruction symboliques multi-usage pour les débutants).le langage de script utilisé par Visual Basic est nommé a juste titre VBScript,il s'agit ainsi d'un sous-ensemble de Visual Basic.de plus,ce langage est utilisé pour de nombreuses autres applications Microsoft© que Visual Basic :

- Microsoft Access.
- Microsoft Active Server Pages.
- Microsoft Excel.
- Microsoft Internet Explorer.
- Microsoft Word.

Ainsi, pour créer un utilitaire, il suffit de créer son interface graphique à l'aide de la bibliothèque d'élément en les assemblant tels un puzzle,puis de programmer à l'aide de VBScript les événements associés aux éléments de l'interface.



Figure 1 : Interface de Visual Basic

3-Historique :

Le Visual Basic est un langage de programmation développé au début des années 1960 au « Dartmouth collège » au Etats-Unis.

Il a été pour remplacer les langages de programmation complexes existants à cette époque (FORTRAN, Algol, Cobol...).C'était le premier langage utilisant le temps de partage (Timeshare).Au milieu des années 1970, deux étudiants ont développé le premier langage Basic pour un micro-ordinateur de type altair . Ces deux étudiants étaient : Bill Gates et Paul Allen.

Depuis, plusieurs langages se basant sur cette première version de basic ont été développés comme par exemple :

GW Basic, Q Basic, Quick Basic. Les première versions de Visual Basic pour DOS et pour Windows sont apparues en 1991.

La version 6 de Visual Basic a introduit :

- un compilateur plus rapide.
- De nouveaux objets de contrôles de données ActiveX.
- L'intégration de bases de données avec une grande variété d'applications.
- Un nouveau générateur de rapports de données.
- Un nouvel assistant empaquetage et déploiement d'applications.

4-Fonctionnalités du langage Visual Basic :

Visual Basic a été conçu pour être facile à apprendre et à utiliser. Le langage permet de créer des applications graphiques de façon simple, mais également de créer

des applications véritablement complexes. Programmer en VB est un mélange de plusieurs tâches, comme disposer visuellement les composants et contrôles sur les formulaires, définir les propriétés et les actions associées à ces composants, et en fin ajouter du code pour ajouter des fonctionnalités. Comme les attributs et les actions reçoivent des valeurs par défaut, il est possible de créer un programme simple sans que le programmeur ait à écrire de nombreuses lignes de code. Les premières versions ont souffert de problèmes de performance. Mais avec l'apparition d'ordinateurs plus rapides et grâce à la compilation en code natif, ces problèmes de performance est estompé.

Bien que les programmes puissent être compilés en code natif depuis la version 5, ils requièrent toujours pour fonctionner la présence du moteur d'exécution ou runtime, pour une taille d'environ 2 MB. Ce moteur d'exécution est inclus par défaut dans Windows 2000 et versions supérieures, sous formes de bibliothèques dynamiques. Pour les versions précédentes de Windows, le moteur d'exécution doit être distribué avec l'exécutables lui-même.

Dans l'IDE, les formulaires sont créés en utilisant la technique de glisser-déposer, permettant de disposer des contrôles (boîte de saisie, case à cocher, bouton...) sur le formulaire. Les contrôles possèdent tous des attributs et des gestionnaires d'événements associés. Des valeurs par défaut sont attribuées, qui peuvent être modifiées par le programmeur. De nombreux attributs peuvent être modifiés dynamiquement lors de l'exécution, en réponse à des actions de l'utilisateur ou à des changements dans l'environnement. Par exemple, il est possible d'ajouter du code dans le gestionnaire de l'événement redimensionnement du formulaire afin qu'il occupe toute la surface de l'écran. En ajoutant du code dans le gestionnaire de l'événement « keyPress »(touche enfoncée) d'une boîte de saisie, le programme pourrait automatiquement convertir les minuscules en majuscules ou inversement, ou encore interdire l'insertion de certains caractères.

Visual Basic permet de créer des exécutables (fichiers .EXE), des contrôles ActiveX ou des DLL, mais son usage premier est la réalisation d'applications Windows et l'interfaçage Web avec des bases de données. On peut utiliser des boîtes de dialogue simplifiées(par exemple pas de Maximize/Minimize) pour fournir des fonctionnalités de type pop-up.les contrôles fournissent les fonctionnalités de base de l'application ,les programmeurs ajoutant simplement le fonctionnel supplémentaire en insérant du code dans les gestionnaires d'événements appropriés .par exemple, une boîte de sélection déroulante est directement capable d'afficher sa liste et de permettre à l'utilisateur de choisir l'un de ses éléments .un gestionnaire d'événement est appelé lorsqu'un élément est sélectionné , par exemple pour remplir une liste associée.

Un composant Visual Basic peut aussi ne pas avoir d'interface utilisateur et fournir à la place des objets ActiveX aux autres programmes, au travers du component objet model(COM).le langage dispose d'un mécanisme de récupération de mémoire(Ramasse-miettes),utilisant le mécanisme de « comptage de référence ». il

dispose également d'une grande bibliothèque d'utilitaires et offre les bases du support de la Programmation Orientée Objet. Dans la mesure où les composants les plus communs sont inclus par défaut dans le modèle de projet standard, il est rarement nécessaire pour le programmeur d'utiliser des bibliothèques additionnelles. A la différence de beaucoup d'autres langages de programmation, Visual Basic n'est en général pas sensible à la casse (l'usage des majuscules ou des minuscules est indifférent), bien qu'il transforme automatiquement l'écriture des mots-clés selon une convention standard et qu'il force l'écriture des variables dans le code à être identique à l'écriture employée lors de la déclaration. En revanche, les comparaisons de chaînes de caractères sont elles sensibles à la casse par défaut mais ce comportement est modifiable à volonté.

Le compilateur employé par Visual Basic est le même que celui d'autres langages fournis avec Visual Studio 6 (C, C++), mais des restrictions placées au niveau de l'environnement de développement intégré empêchent la génération de code particulier (DLL Windows ou Threads).

5-Possibilités de Visual Basic :

De par le nombre de composants fournis avec Visual Basic, les possibilités en terme d'interface graphique sont très grandes. D'autre part, les contrôles ActiveX, des composants actifs utilisables dans vos applications, permettent d'avoir accès à des fonctions avancées :

- accès à des bases de données.
- accès à des fonctionnalités réseau.
- accès à des fonctions d'entrée-sortie.

6. Conclusion :

Dans le monde d'informatique on trouve plusieurs programmes et logiciels aidant les programmeurs pour réaliser des applications informatiques traitant des phénomènes et des problèmes physiques, mécaniques, ..., etc., parmi ces logiciels nous avons trouvé le Visual Basic, un outil simple, rapide et efficace pour réaliser des programmes de calculs.

Nous avons utilisé le logiciel Visual Basic pour réaliser un outil de métrologie dimensionnelle.

Dans ce chapitre nous avons démonté un aperçu de ce logiciel.

BL
L5+^ r o d `|? €|? u!^P|? pq 2 2 lZ B L Common "T]
^ t \,^d<? "^p<?

Chapitre 4

1-Introduction :

La méthode directe : on fait la mesure par rapport à une échelle graduée absolue (pied à coulisse, micromètre) donc la lecture est directe.

La méthode indirecte : dans ce type on mesure avec une référence fictive (immatérielle), la méthode des pages coordonnées.

2-Aperçu général de l'application :

Dans cette partie nous allons présenter les différentes feuilles de l'application, la première feuille qui présente la feuille de démarrage (l'interface) qui donne les feuilles des choix contient des informations et des calculs avec un chemin précisée.

2.1.-Feuille de menu :

Cette feuille (figure 1) contient les différents éléments de mesure et avec un bouton de fermeture de l'application, un bouton d'aide et un bouton de l'a propos.

Mesure de longueurs.

Mesure d'angles.

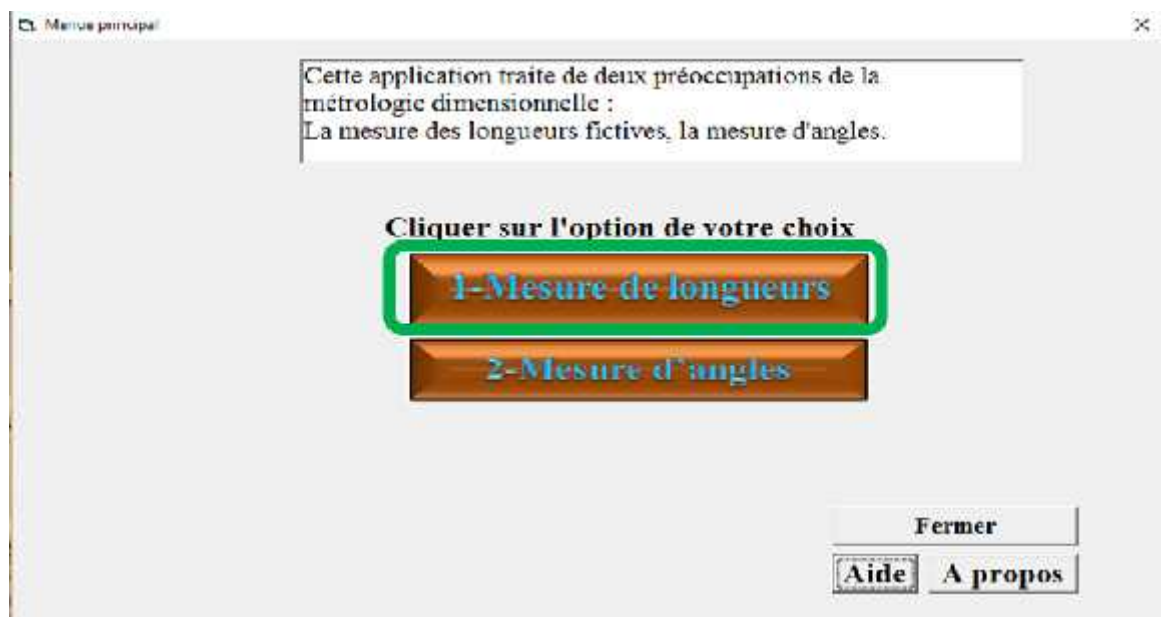


Figure1. feuille de menu

2.2-présentation des principales feuilles de calcul :

Les feuilles de choix compose des cases saisies et des cases qui donnée les résultats,il suivant l'ordre suivant :

1-Mesure de longueurs :

La mesure de longueurs (figure2) concerne les :

1.1-longueurs fictives : entre points d'épures.

1.2-rayons d'arrondi : selon que la pièce soit épaisse ou mince on choisit généralement la méthode des piges ou la méthode de mesure par coordonnées planes.



Figure2. feuille de mesure de longueur

1.1-Mesure de longueur fictive par la méthode de piges(pièce épaisse) :

Cette feuille permet de déterminer une longueur fictive ou inaccessible par mesure directe à partir d'une mesure par piger.

On fait mesurer cinq différents :

-Cas sinus simple.

-Cas sinus double.

-Cas tangente simple.

-Cas tangente double.

-Cas mixte.



Figure 3. feuille de mesure de longueur par la méthode de pîges

1.1.1-cas sinus simple :

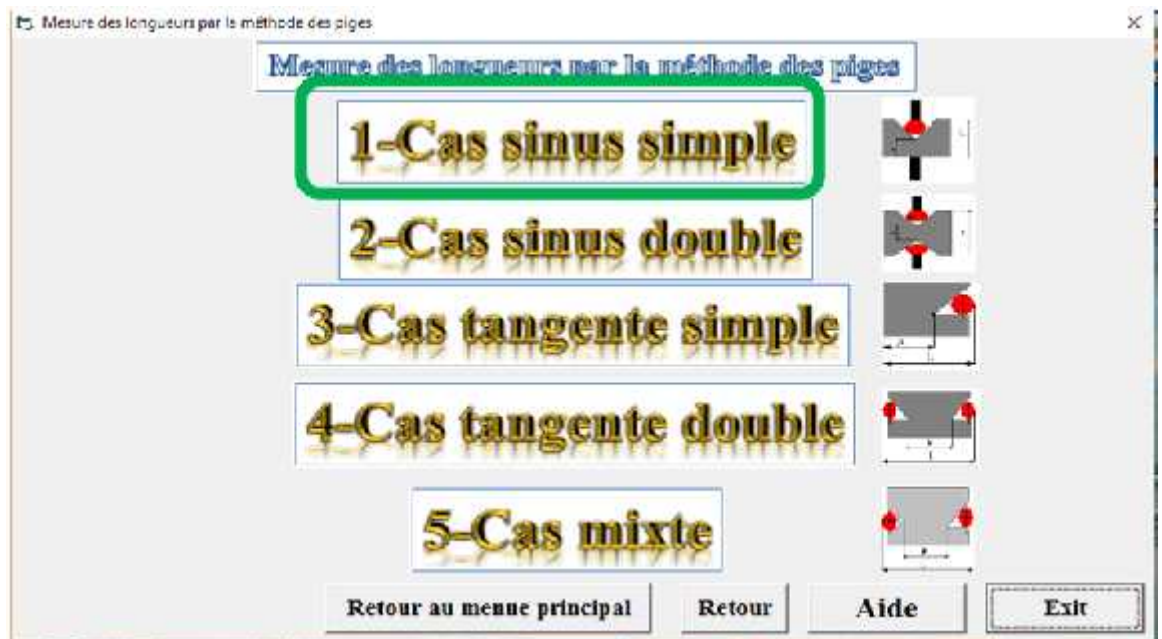


Figure 4. Choix de la methode Sinus simple

Dans cette présentation on détermine la cote fictive A par la méthode des piges avec la fonction de sinus.

A : cote fictive.

d : diamètre de la pige.

L : cote mesurée sur pige.

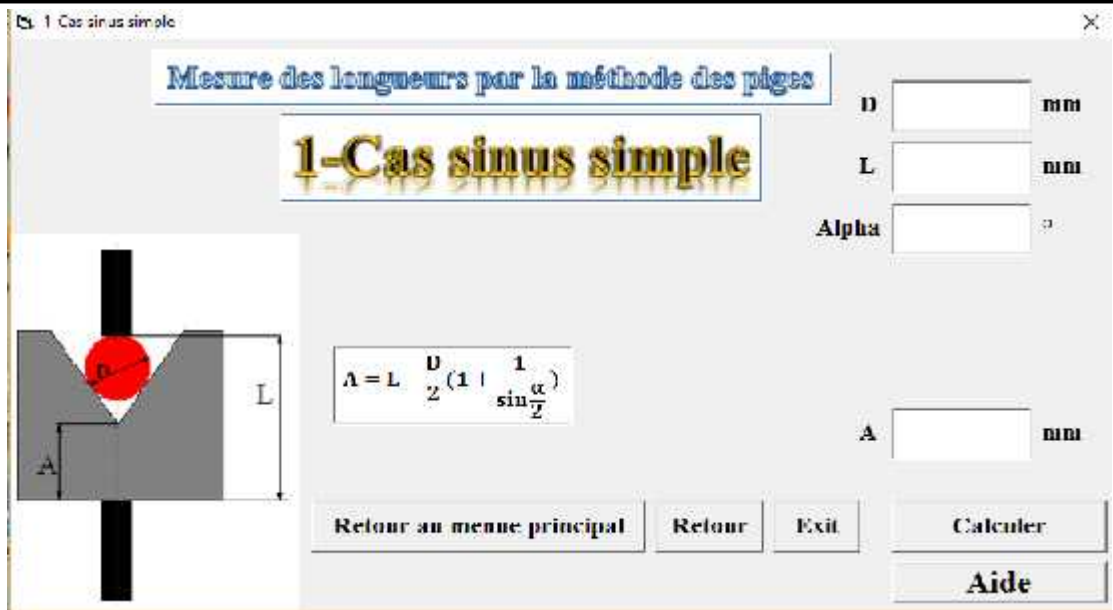


Figure 5. La methode Sinus simple

1.1.2-cas sinus simple :

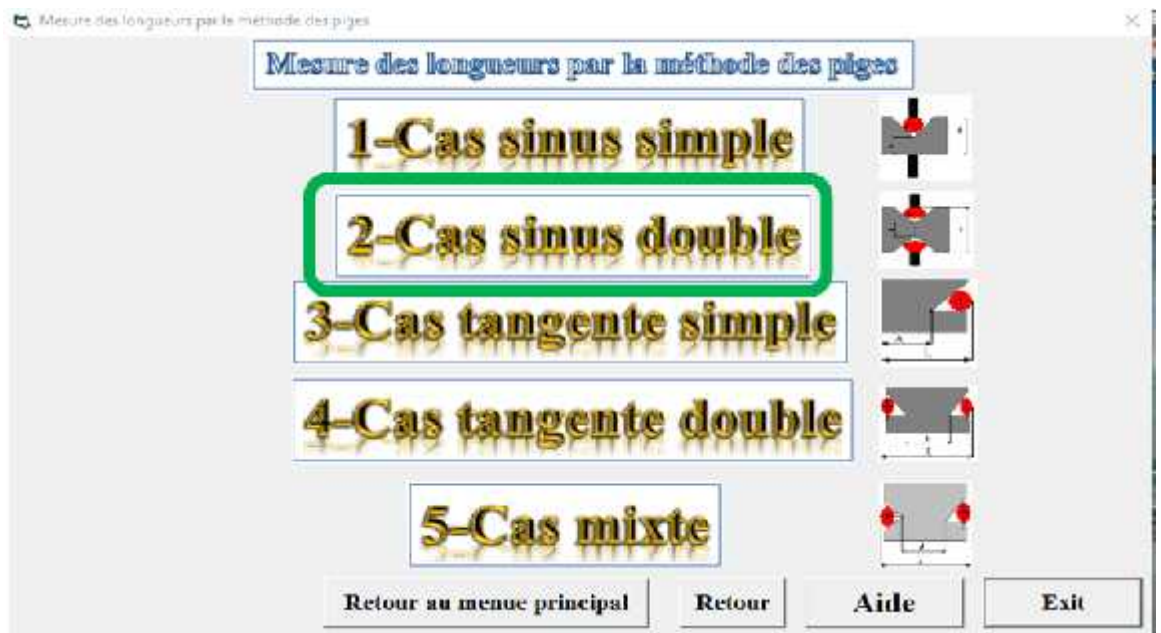


Figure 6.Choix de la methode Sinus double

On utilise les double de faces de vé avec les meme de diamètres

D :diamètre de la pige.

L : cote mesurée sur la pige.

:angles du Vé.

A :cote fictive.

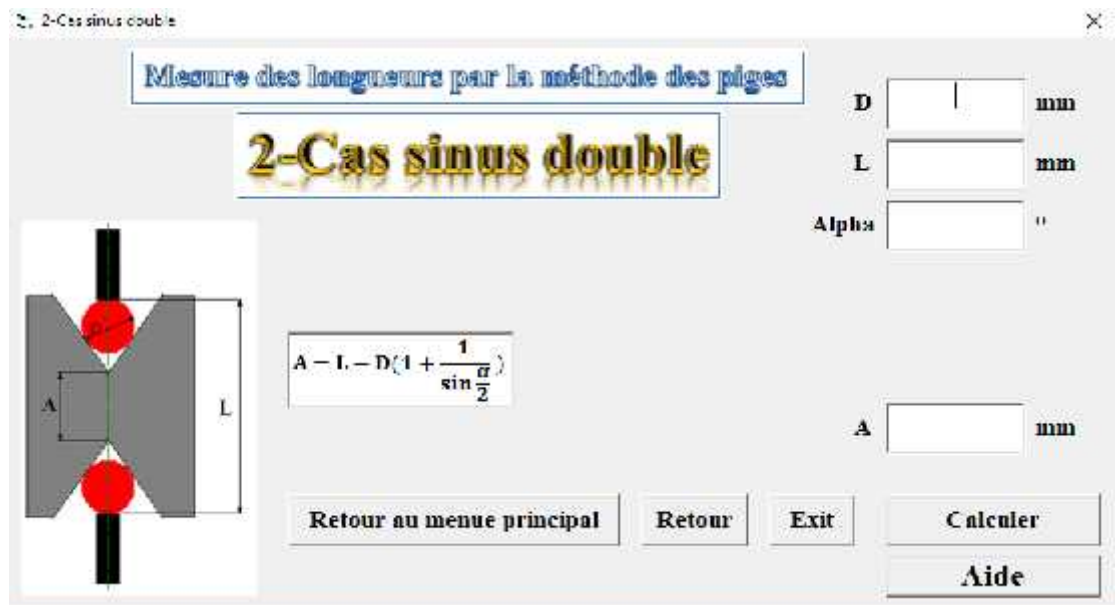


Figure 7. La methode Sinus double

1.1.3-cas tangente simple :

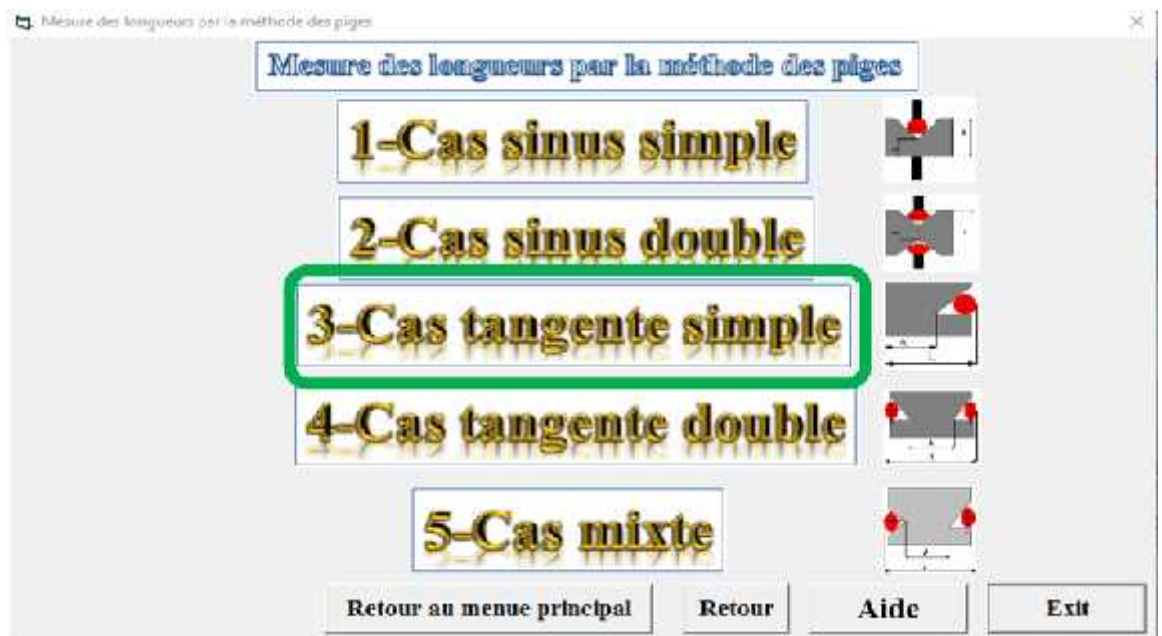


Figure 8. Choix de la methode Tangente simple

Dans ce cas on utilise la méthode des piges avec la fonction tangente pour déterminer la cote fictive A.

A :cote fictive.

D :diamètre de la pige.

:angle de Vé.

L :cote mesurée sur la pige.

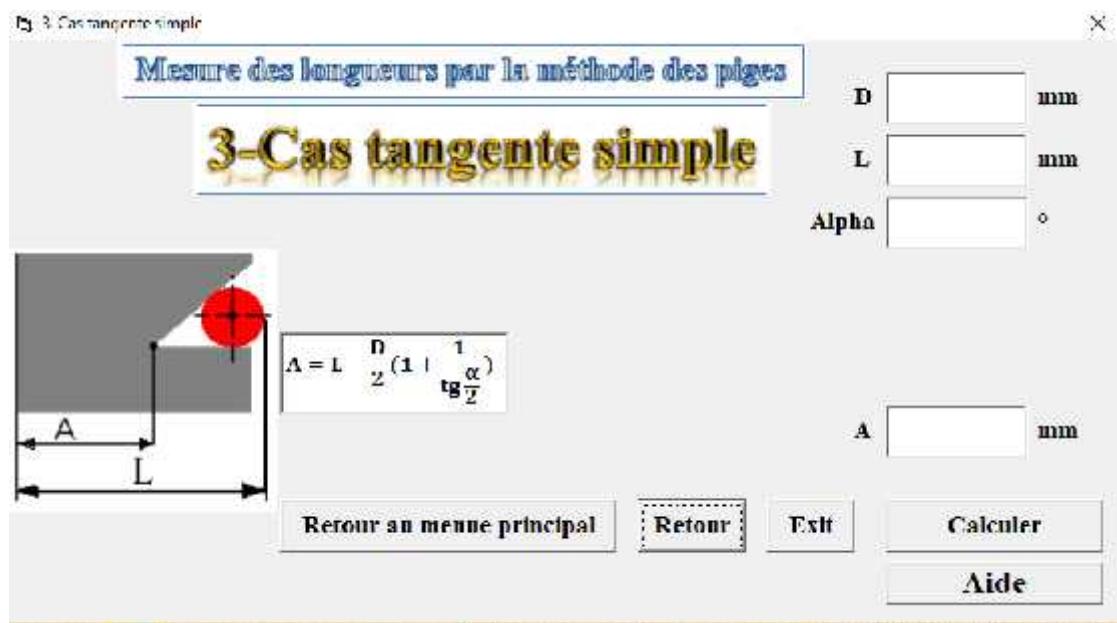


Figure 9. La methode Tangente simple

1.1.4-Cas tangentes doubles :



Figure 10. Choix de la methode Tangente double

Dans cette feuille on deux angles du Vé et avec la fonction de tangente on a mesura la cote fictive A par la méthode des pîges.

A :cote fictive.

D : diamètre de la pige.

: angle du Vé.

L : cote mesurée sur la pige.

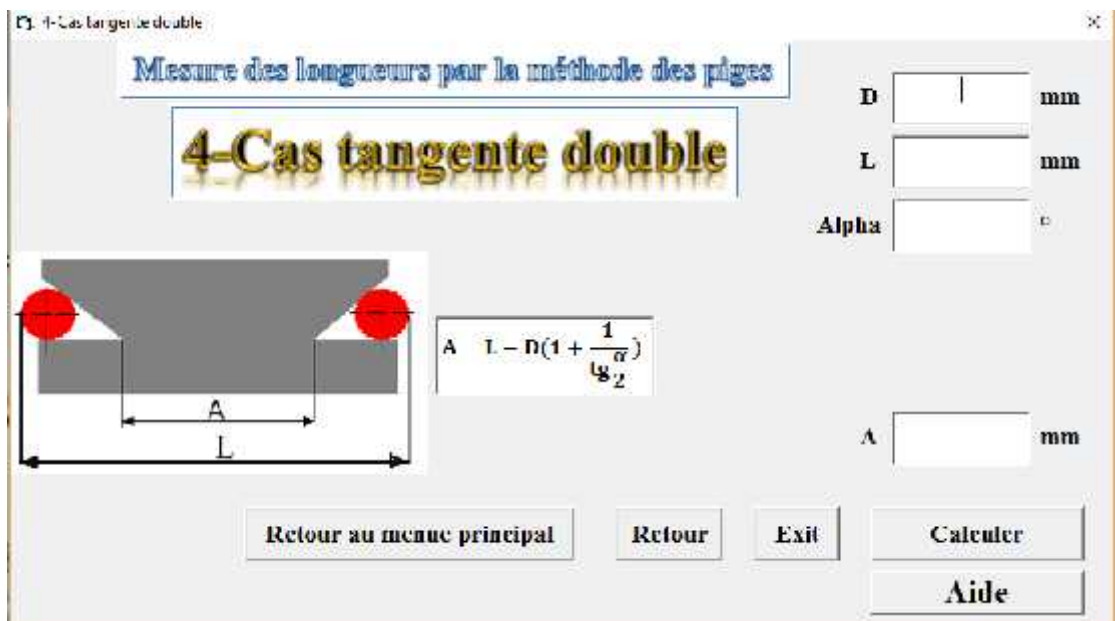


Figure 11. La methode Tangente double

1.1.5-Cas mixt :



Figure 12. Choix de la methode mixte

Cas mixte qui présente deux faces, cas sinus pour angle gauche et cas tangente pour angle droite.

Elle porte aussi quatre zones de saisie et d'une zone d'affichage de résultat.

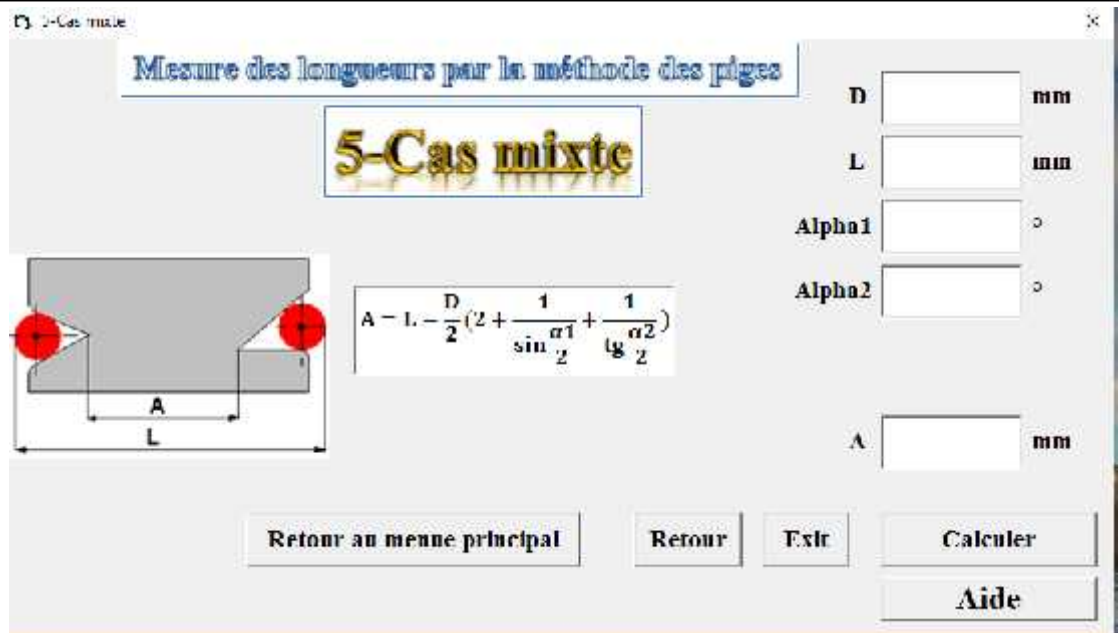


Figure 13. La methode mixte

1.2-Mesure de longueur fictive par les coordonnées (pièce mince) :



Figure 14. Choix de la methode par les coordonnées

Dans ce cas on utilise les coordonnées planes (X1,X2),(Y1,Y2) pour mesurer une longueur d'une pièce mince ou bien (l'entaxe) entre deux alésages ou arbres.

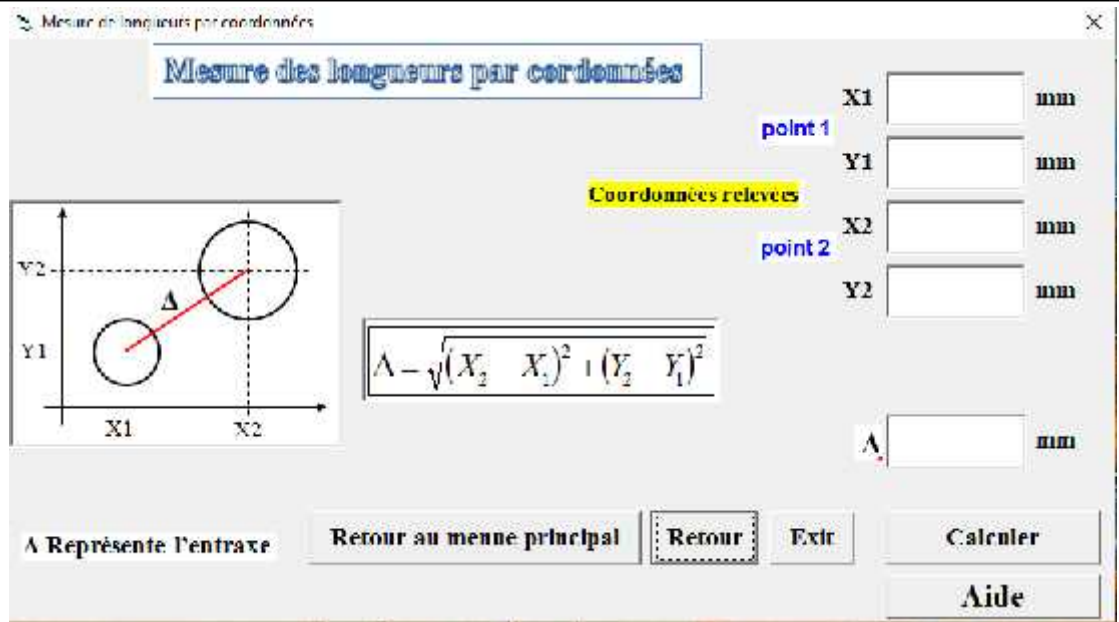


Figure 15. La methode de mesure par les coordonnées

1.2.1-Mesure de rayons d'arrondi par la méthode de piges(pièce épaisse) :

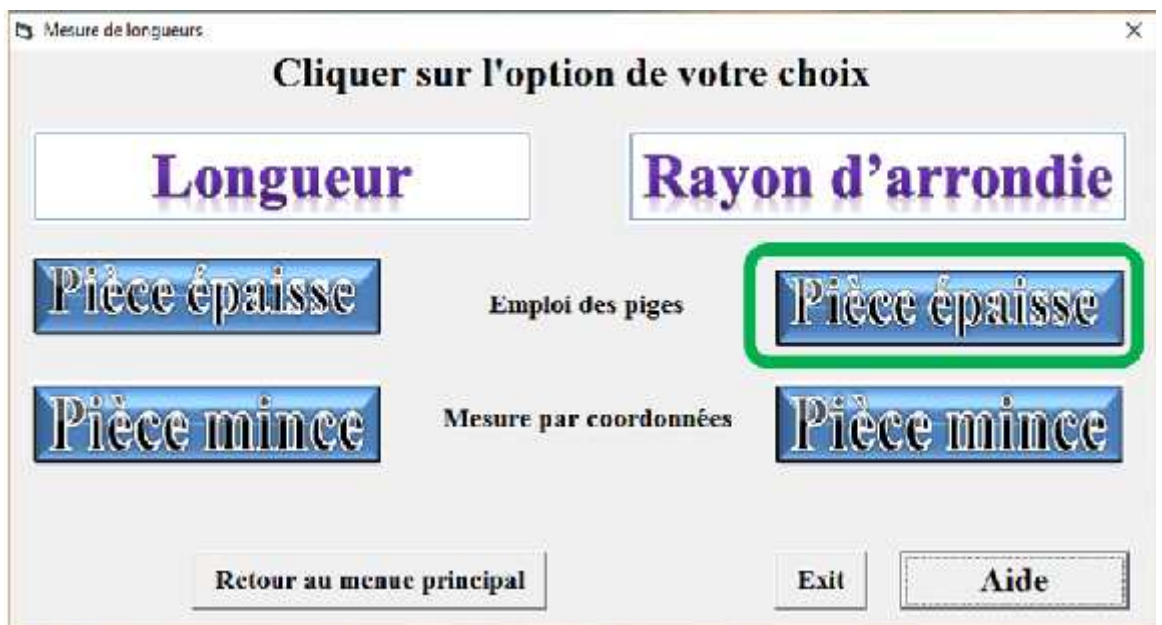


Figure 16. Choix de mesure de rayons d'arrondi par la méthode de piges

Cette feuille permet de déterminer un rayon d'arrondi d'une pièce épaisse à partir d'une mesure de la longueur sur piges.

D : diamètre des piges.

L : longueur entre-piges.

R : rayon d'arrondi calculé.

Mesure d'un rayon d'arrondi par la méthode de piges

Cette page permet de déterminer un rayon d'arrondi d'une pièce épaisse à partir d'une mesure de la longueur sur piges.

Diamètre des piges utilisées D mm

Longueur entre piges L mm

Rayon d'arrondi calculée R mm

$$R = \frac{(L - D)^2}{8.D}$$

Retour au menu principal Retour Exit Calculer Aide

Figure 17. Mesure de rayons d'arrondi par la méthode de piges

1.2.2-Mesure de rayons d'arrondi par coordonnées simplifiées(pièce mince) :

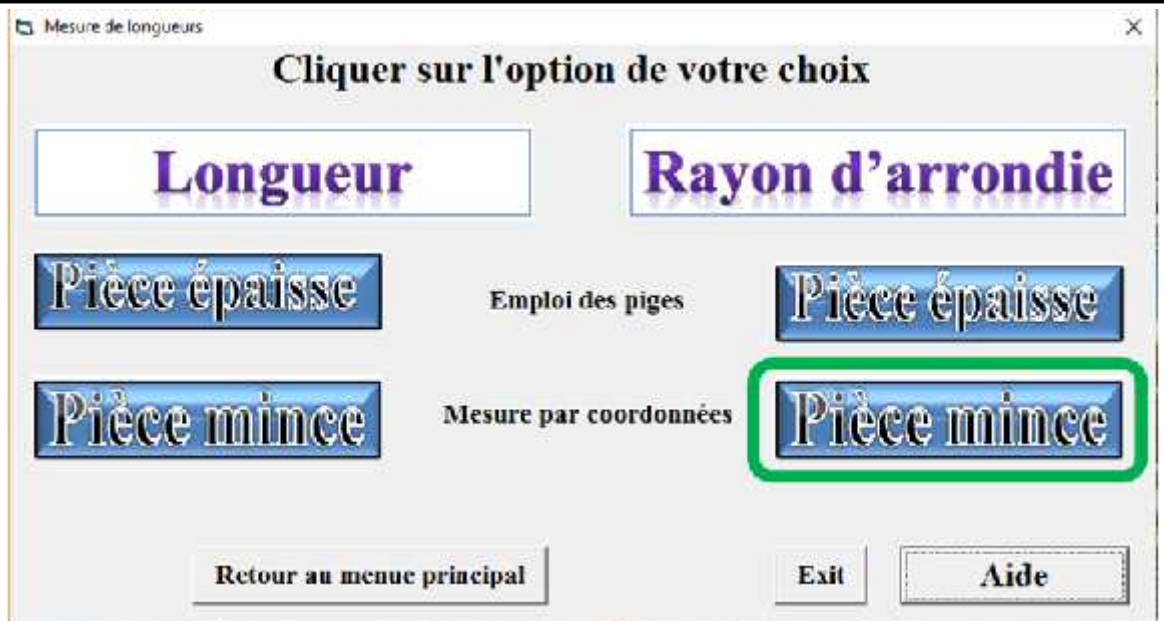


Figure 18. Choix de mesure de rayons d'arrondi par coordonnées simplifiées

Dans ce cas on détermine un rayon d'arrondi d'une pièce mince à partir des coordonnées simplifiées.

Elle se compose de six zones de saisies et d'une zone d'affichage de résultat.

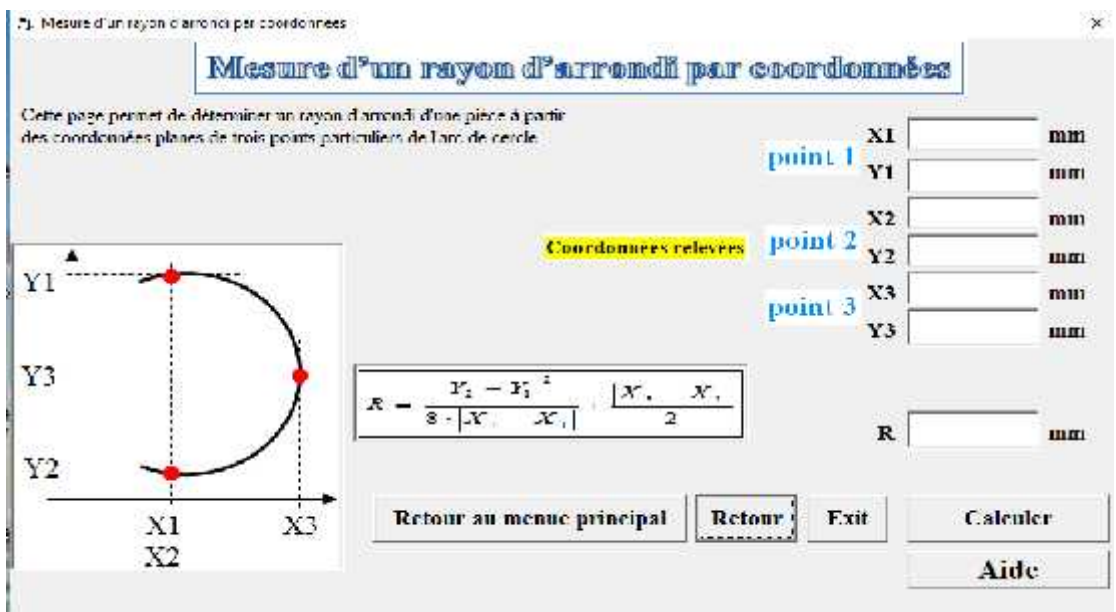


Figure 19. Mesure de rayons d'arrondi par coordonnées simplifiées

2-Mesure d'angles :

Figure 20. Choix de la feuille de mesure d'angles

Nous avons deux cas différents

- Angle intérieur.
- Angle extérieure.

La mesure des angles se fait soit par piges (cas sinus ou cas tangente), soit par coordonnées si c'est une conicité (%) soit encore à l'aide d'un dispositif sinus (par exemple une barre sinus)

2.1- Angle intérieur :



Figure 21. La feuille de mesure d'angles

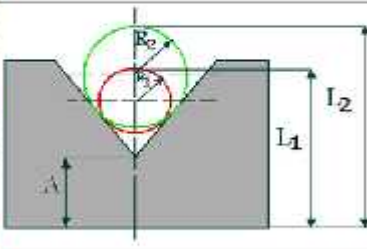
2.1.1-cas sinus :



Figure 22.Choix de la methode Sinus

Cette feuille permet de déterminer un angle à partir d'une mesure de deux longueurs sur piges différentes. La mesure étant faite parallèlement à la bissectrice de l'angle d'appui des piges.

Cette page permet de déterminer un angle à partir d'une mesure de deux longueurs sur plans différents. La mesure étant faite parallèlement à la bissectrice de l'angle d'appui des tiges selon le schéma représenté dans la figure.



L_2 mm
 R_2 mm
 L_1 mm
 R_1 mm

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{R_2 - R_1}{(L_2 - R_2) - (L_1 - R_1)}$$

α °

Retour au menu principal Retour Exit Calculer Aide

Figure 23. La méthode Sinus

2.1.2-Cas tangente :



Figure 24.Choix de la methode Tangente

Cette feuille porte quatre cases texte pour introduction des deux diamètres de piges et les deux longueurs correspondantes ainsi qu'une case résultat .La mesure étant faite parallèlement à l'un des côtés matériels de l'angle.

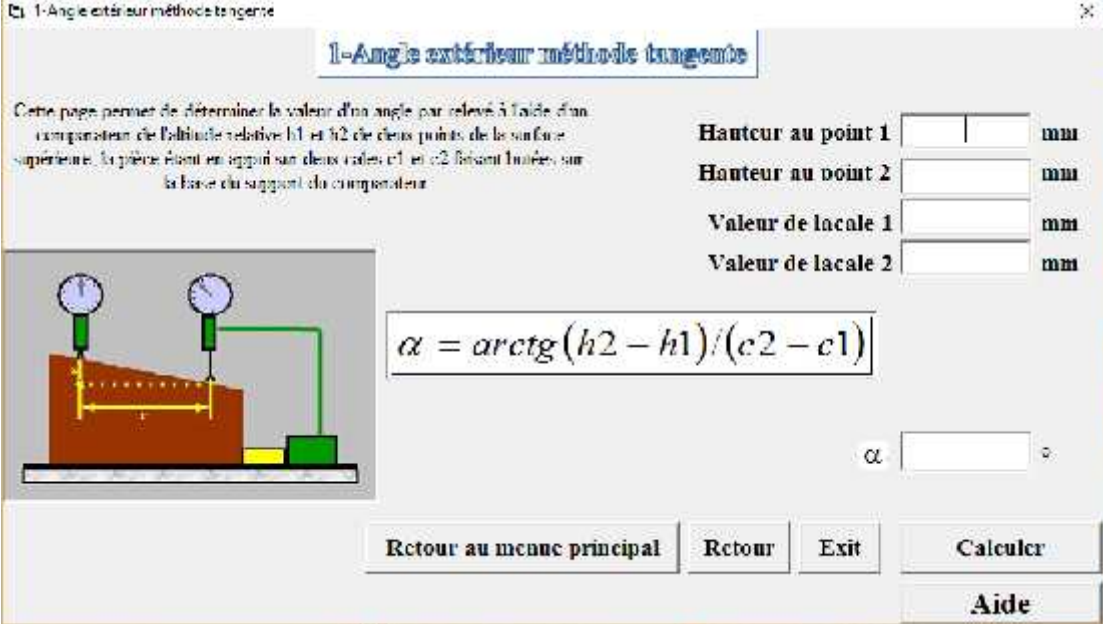
2.2-Angle extérieur :

2.2.1-méthode de tangente :



Figure 25. Choix de la méthode Tangente pour angle extérieur

Cette feuille permet de déterminer la valeur d'un angle, par relevé à l'aide d'un comparateur, de l'altitude relative h_1 et h_2 de deux points de la surface supérieure, la pièce étant en appui sur deux cales c_1 et c_2 faisant butées sur la base du support du comparateur. Elle porte donc particulièrement quatre cases de saisies et une case pour affichage du résultat.



1-Angle extérieur méthode tangente

Cette page permet de déterminer la valeur d'un angle par relevé à l'aide d'un comparateur de l'altitude relative h_1 et h_2 de deux points de la surface supérieure. La pièce étant en appui sur deux cales c_1 et c_2 faisant butées sur la base du support du comparateur.

Hauteur au point 1 mm

Hauteur au point 2 mm

Valeur de la cale 1 mm

Valeur de la cale 2 mm

$$\alpha = \arctg\left(\frac{h_2 - h_1}{c_2 - c_1}\right)$$

α °

Retour au menu principal Retour Exit Calculer

Aide

Figure 26. La méthode Tangente pour angle extérieur

2.2.2-A l'aide de barre sinus :



Figure 27.Choix de la methode barre sinus

Dans quelque cas on préfère contrôler une horizontalité ou un parallélisme et calculer ensuite les angles. Maintenir deux cylindres calibrés à une distance fixe et précise.

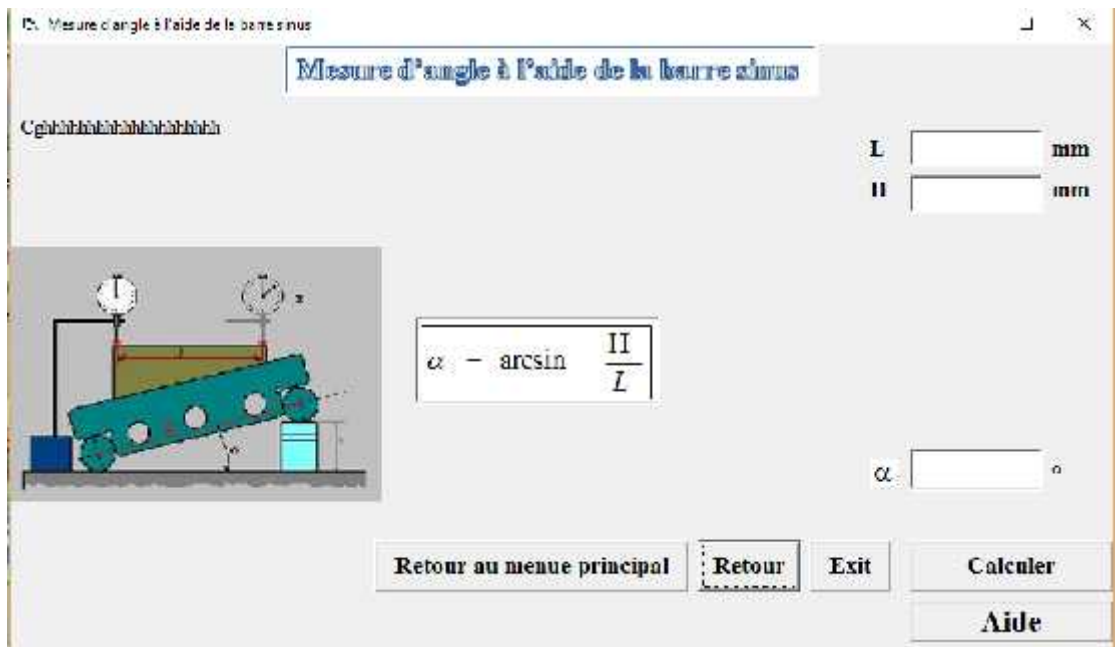


Figure 28.La methode de mesure par barre sinus

2.2.3-Mesure de conicité par coordonnées simplifiées :



Figure 29.Choix de la methode de mesure par coordonnées

Cette feuille permet de déterminer l'angle et la conicité d'un cône à partir des coordonnées de quatre points sur deux génératrices opposées, les points étant alignés.

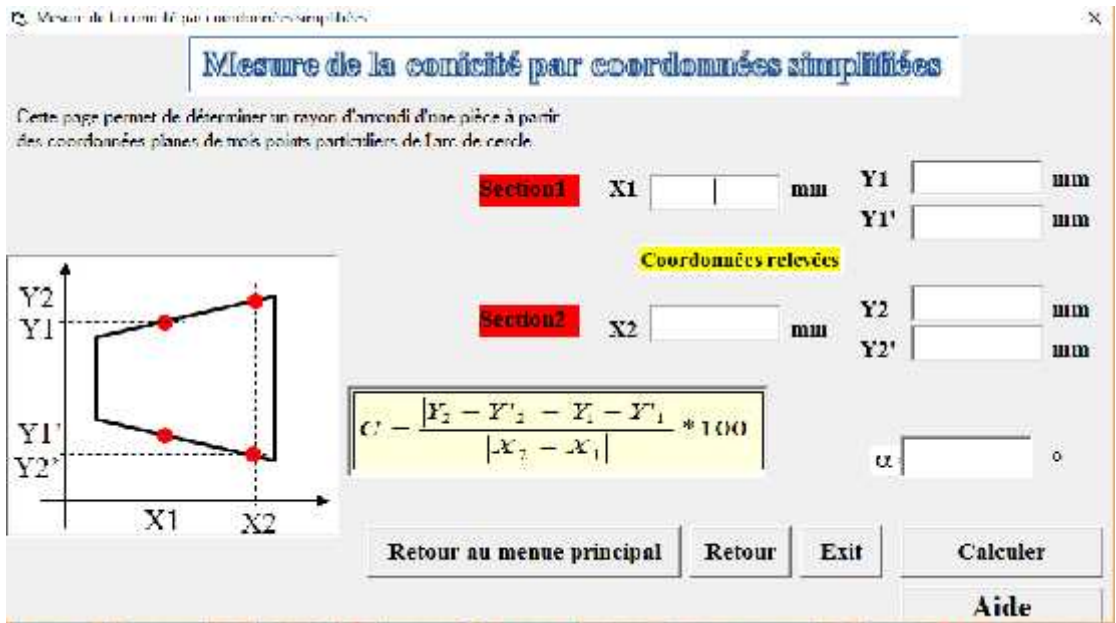


Figure 30. La methode de mesure par coordonnées

A propos :

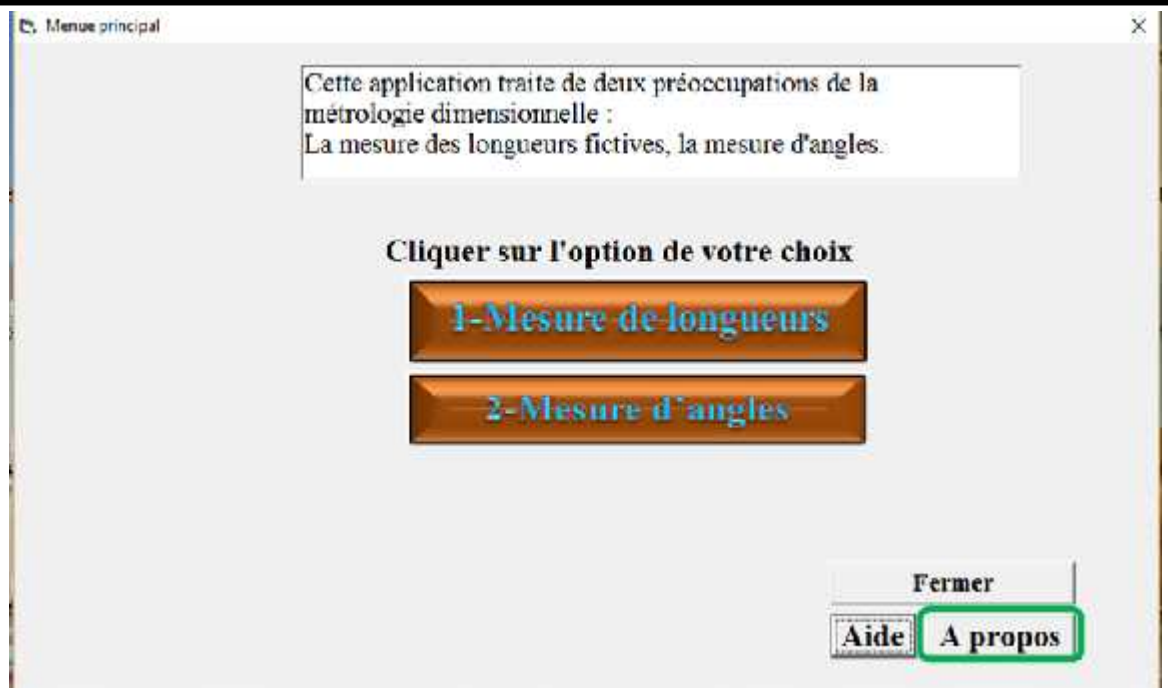


Figure 31. Cliquez sur le bouton A propos

Cette feuille permet de donner le lieu et les noms des étudiants qui réalisent cette application et leur superviseur.



Figure 32. La feuille A propos

3- Conclusion :

Analyse critique du projet :

Dans ce projet on trouve que le travail en Visual basic dans tous les domaines de calculs (gestionnaire, administration marchandise...) mais le calcul dépend aux des données du l'utilisateur c'est-à-dire si vous remplirez les données fautives, le résultat automatiquement faut.

On peut citer quelques avantages comme la facilité de calcul , .gagner du temps et facilité d'usage.

Conclusion Générale

Au terme de notre projet dont le but final est d'écrire une application du Visual Basic pour la réalisation de la métrologie dimensionnelle, nous avons abouti à une application fonctionnelle pouvant être exploitée à ce sujet.

Au départ nous avons tenté de maîtriser les fonctionnalités du Visual Basic pour démarrer le projet. Sur la base de la documentation disponible en ligne, nous nous sommes formés et nous avons pris connaissance des diverses bases pour exploiter ce logiciel (Visual basic) dans le domaine de la métrologie dimensionnelle.

A l'aide de l'application, l'utilisateur débutant pourra apprendre à mettre en œuvre les méthodes utilisées en métrologie dimensionnelle pour la mesure des cotes fictives et les mesures indirectes les plus utilisées.

Nous espérons que ce projet sera utile pour l'apprentissage théorique et pratique de la métrologie dimensionnelle et recevra par les étudiants l'accueil qu'il mérite.

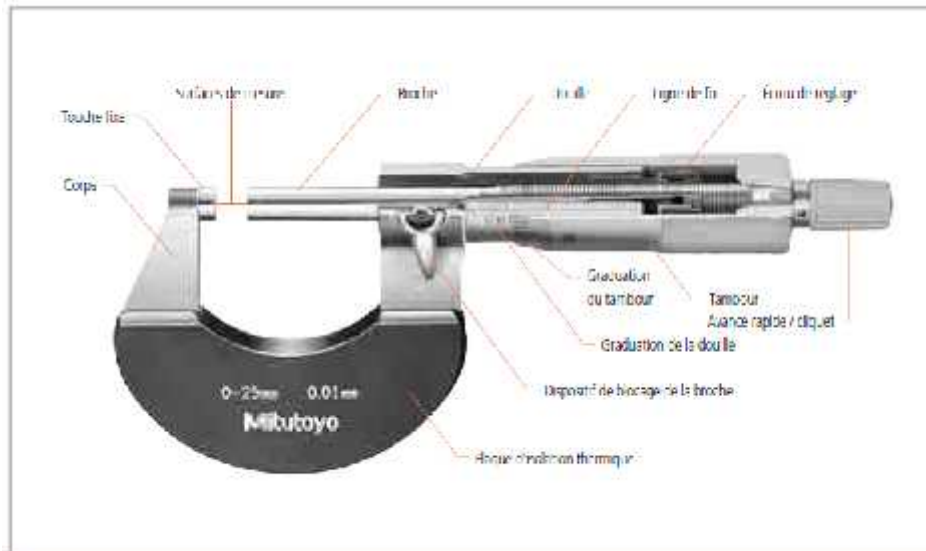
D'autres cas de calcul et de pièces n'ont pas été traités dans ce projet, tels que les tolérances de forme et de position, les engrenages, la rugosité. Ces cas sont très intéressants à aborder dans le cadre de projets futurs.

Références bibliographiques

- [1] Jacques Igalens, Hervé Penan, *La normalisation* (coll. « Que sais-je ? », 1954), Paris, PUF, 1994.
- [2] https://www.periodni.com/fr/systeme_international_d_unites.html
- [3] <https://portail-qualite.public.lu/fr/metrologie/unite-mesure/tableau-4.html>
- [4] Le Système international d'unités The International System of Units SI 8^{ème} édition 2006 Bureau international des poids et mesures Organisation intergouvernementale de la Convention du Mètre.
- [5] The International System of Units from NIST." Oct 2000. National Institute of Standards and Technology. 30 Nov 2010. <<http://physics.nist.gov/cuu/Units/>>.
- [6] Le Système international d'unités (SI)." Bureau International des Poids et Mesures. 30 Nov 2010. <<http://www.bipm.org/fr/si/>>.
- [7] Cours de metrologie dimensionnelle Enseignant : I. ZIDANE Université Djilali Bounaama Khemis Miliana Faculté des Sciences et de la Technologie
- [8] M. PRIEL. « Vocabulaire de la métrologie ». Techniques de l'ingénieur, R115, 2010.
- [9] Guide pratique des instruments de mesure de précision, édition française.

Annexe

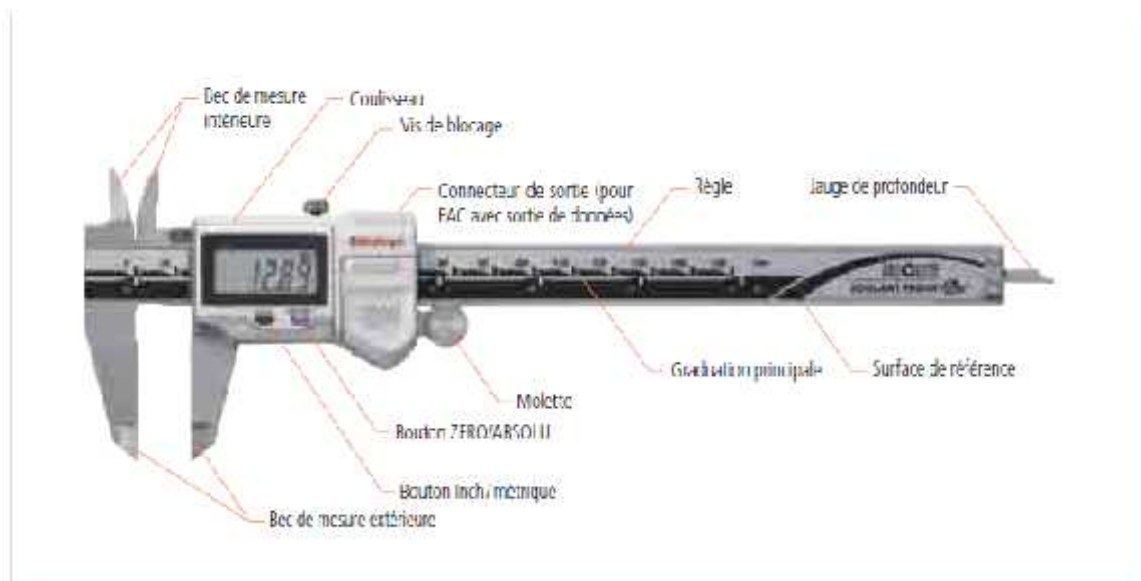
Micromètre d'extérieur analogique standard



Micromètre d'extérieur Digital



Pied à coulisse Digimatic Absolute



Trusquins Digimatic



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents.

A tous mes frères et mes sœurs.

A tous mes amis.

Surtout à mon coéquipier NAWAL

AMINE

Toute mon affection pour ceux qui m'ont aimé, qui m'ont tracé le chemin de la vie, à mes chers parents qui m'ont donnée le gout et la joie de vivre.

Je dédie ce modeste travail à mes sœurs : SARAH, LATIFA, RIM, SOUAD, MERIEM, SALIMA et la petite NOUR EL HOUDA.

A tous mes amis et mes amis de la promotion.

Surtout à mon coéquipier AMINE

NAWAL

Sommaire	
<i>Introduction Générale</i>	1
<i>Chapitre 1</i>	
<i>Définition de la métrologie</i>	
1 -Définition de la métrologie	3
2-Définition de la métrologie dimensionnelle	3
3-Vocabulaires métrologique	4
3.1-Grandeur	4
3.2-Valeur d'une grandeur	5
3.3-Valeur vraie	5
3.4-Valeur conventionnellement vraie	5
3.5-Mesurande	5
3.6-Mesurage	5
3.7-Grandeur d'influence	5
4-Instituts de métrologie et de normalisation	6
4.1-Instituts nationaux de métrologie	6
4.2- Organismes internationaux de métrologie	6
4.3-Instituts de normalisation	6
4.4- Organisme d'accréditation	6
4.5- Autres instituts et organismes de métrologie	6
5-Système international de mesure SI	7
5.1-définition des unités	7
5.1.1-unités de base	7
5.1.2-unités dérivées	8
5.1.3- unités supplémentaire	11
5.1.4-Multiples et sous-multiples	11
6- Conclusion	12
<i>Chapitre2</i>	
<i>Mesure et contrôles</i>	
1. Introduction	13
2- Interprétation des spécifications d'un dessin de définition en vue du contrôle	14
3-définition des instruments	14
4-Méthodes de mesure et de contrôle	15
4.1-contrôle direct des dimensions	15
4.1.1-Calibre à coulisse (Pied à coulisse)	15
4.1.2- Micromètre (Palmer)	18
4.2-Contrôle indirect ou par comparaison	21
4.2.1-Comparateurs	21
4.2.2-Vérificateurs à tolérances	23
4.3- Mesure et contrôle des états de surface Profilomètres	25
4.4-Étalonnage	26
4.4.1- Étalonnage, vérification et ajustage d'un équipement	26

	de mesure	
	4.4.2- Étalons	26
5-Conclusion		27
Chapitre 3		
Présentation de Visual Basic		
1-Introduction		28
2-Présentation de Visual Basic		28
3-Historique		29
4-Fonctionnalités du langage Visual Basic		29
5-Possibilités de Visual Basic		31
6- Conclusion		31
Chapitre 4		
Présentation de l'application réalisée		
1-Introduction		32
2-Aperçu général de l'application		32
2.1.-Feuille de menu		32
2.2-présentation des principales feuilles de calcul		33
3-Conclusion		49
Conclusion Générale		
Références bibliographiques		
Annexe		
		50
		51
		52