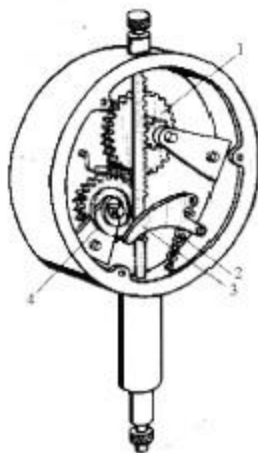
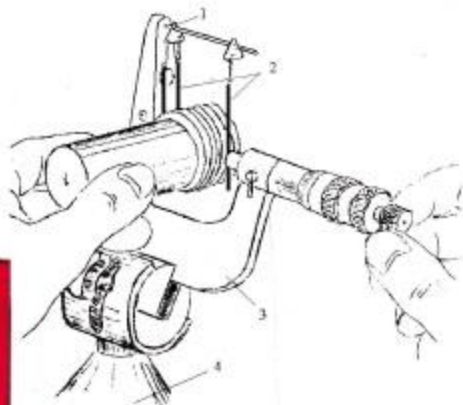


BELKACEM AMYAR

METROLOGIE DIMENSIONNELLE

TOME 2

APPLICATIONS



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES



530.7-02.1

AVANT-PROPOS

L'étudiant se trouve confronté à un grand désarroi lors du traitement d'un travail expérimental, par manque de documentation spécialisée et de références fiables.

Pour mener correctement son travail, il a besoin d'abord d'un protocole de mesure, c'est-à-dire une **description précise des conditions et du déroulement d'une expérience, d'un test, d'une mesure ou d'un contrôle.**

Le choix de l'appareillage, des instruments de mesures, des conditions de mesures, etc., se feront sur la base de formules, de propositions ou d'hypothèses dont la validité est vérifiée.

Pour cela, l'expérimentateur obtient des valeurs tirées de ces expériences, vérifie si ces mesures ne sont pas entachées d'erreurs, pour éliminer celles obtenues par inadvertance et « traiter » ces données empiriques, c'est-à-dire les soumettre à un programme pour aboutir au résultat qu'il cherche.

Pour cela, il a deux méthodes : graphique et analytique. L'avantage de la **méthode graphique** est la rapidité de l'obtention du résultat et la détermination de la tendance générale. Son inconvénient reste **l'approximation des valeurs** et la fiabilité limitée du résultat.

A l'inverse, la méthode analytique permet d'obtenir des équations décrivant le phénomène avec plus de rigueur et l'obtention de résultats plus fiables. En contrepartie, c'est une méthode plus difficile à mettre en œuvre et qui nécessite un outil mathématique plus performant et plus rigoureux.

L'objectif de ce travail est de mettre à la disposition de l'étudiant un moyen relativement aisé pour entamer un travail exaltant, de comprendre la problématique, et d'utiliser, le cas échéant, des références plus pointues et spécialisés.

Le souci majeur du concepteur d'un produit commence par « *le premier trait du crayon* » et se termine par la « *satisfaction de l'utilisateur* ».

Durant tout son cheminement, le produit passe par une étude technico-économique, une sorte d'enquête *commodo incommodo*, pour juger de l'opportunité de son lancement sur le marché, avec des caractéristiques sommaires définies par le marché.

Une fois la décision de son lancement prise, des instructions sous forme d'un dossier comprenant une fiche technique sommaire avec des esquisses ou schémas pour matérialiser l'idée, sont envoyés au bureau d'étude, qui, à son tour, formalise le dossier en procédant à une étude poussée du produit du point de vue process et dimensionnement en tenant compte de ce qui existe dans l'entreprise et dans son environnement, afin de faciliter la réalisation.

Un document technique est élaboré en fonction de règles strictes, et cela pour des raisons telles que : sécurité maximale, prix de revient minimal, fiabilité, etc.

Le produit doit remplir les conditions suivantes : être *simple* (du point de vue technologique) pour un matériau donné, fabriqué en masse et disponible. Ce sont des considérations de ce genre qui ont poussé différents pays à créer un organisme national (p. ex DIN pour l'Allemagne, GOST pour la Russie, AFNOR pour la France, etc.) qui a pour tâche de coordonner les travaux de plusieurs comités techniques spécialisés dans différents domaines (travaux publics, mécaniques, électricité, textiles, informatiques, etc.). Le travail d'un comité technique spécialisé dans une branche consiste à élaborer des règles strictes concernant les dimensions, les modes d'élaboration, mesures, contrôles, vocabulaire, etc. Ce travail est appelé *norme* du pays en question (p. ex. norme DIN, norme ASME, etc.).

La *normalisation* consiste à définir, en considération de catégories déterminées de besoins, des gammes de produits ou de méthodes propres à satisfaire ces besoins en éliminant les complications et les variétés superflues. Elles comprennent les avantages techniques et économiques ; elle permet d'améliorer la coopération internationale.

La *normalisation* est aussi l'établissement de normes homologuées faisant force de loi, qui déterminent impérativement les types, paramètres (dimensions, notamment), caractéristiques qualitatives de produits. La normalisation réduit donc le nombre de types, dimensions, etc., de la

production correspondante à un certain nombre de prototypes. Dans cette définition, il convient de distinguer deux termes :

- l'élaboration des prototypes, c'est-à-dire l'établissement des propriétés que doit posséder l'objet considéré ;
- la limitation du nombre de ces objets, processus, et procédés à un minimum rationnel.

La notion de normalisation est intimement liée à celle de *standardisation* et d'*unification*.

La *standardisation* est une normalisation réalisée à l'échelle d'une branche industrielle ou d'une entreprise.

L'*unification* est la réduction du nombre excessif des dimensions types et des nuances des produits (ainsi que de leurs caractéristiques et méthodes d'essai), et l'utilisation dans les constructions nouvelles de pièces et d'ensembles appartenant à des machines déjà étudiées ayant fait leurs preuves. Les produits unifiés ainsi utilisés ne réclament aucune modification. L'unification peut s'appliquer aux objets normalisés ou non.

Pour apprécier le niveau de normalisation de telle ou telle construction, les bureaux d'étude recourent en pratiques aux indices suivants :

Niveau de normalisation (standardisation) =

$$\frac{\text{nombre de dénomination des pièces (ensembles) standardisées (normalisées)}}{\text{nombre de dénominations des pièces (ensembles) de la machine considérée}} \cdot 100\%$$

Niveau d'unification =

$$\frac{\text{nombre de dénomination des pièces (ensembles) empruntées à d'autres machines}}{\text{nombre de dénominations des pièces (ensembles) de la machine considérée}} \cdot 100\%$$

L'élaboration des normes internationales est confiée aux comités techniques de I.S.O. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec I.S.O., participent également aux travaux.

Les projets de normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme normes internationales par le conseil de l'I.S.O.

L'une des branches ayant reçu un soin particulier de l'I.S.O est la métrologie (en particulier la métrologie dimensionnelle) en raison de son implication dans différents domaines.

Dans le domaine du génie mécanique, comme d'autres domaines d'ailleurs, il est impératif d'associer les opérations de démontage, réparation et montage aux mesurages et contrôles dimensionnels.

Dans ce manuel, j'ai voulu mettre à la disposition du personnel concerné (maîtrise, cadres, etc.), ainsi que l'étudiant, les outils indispensables pour mener à bien ces tâches. Le manuel est composé de trois parties:

Partie I. Elle comprend les définitions de normes, règles et méthodes de calcul des intervalles de tolérances.

Partie II. Application partie I. Calcul et choix des ajustements avec jeu, calcul et choix des ajustements avec serrage et calcul et choix des ajustements incertains, cotation fonctionnelle.

Partie III. Précision d'usinage et de montage, caractéristiques métrologiques des instruments de mesure.

Table des matières APPLICATIONS

Chapitre 9 Calculs des ajustements	11
9.1 Calcul et choix d'un ajustement avec serrage	11
9.2 Calcul et choix d'un ajustement avec jeu	30
9.3 Ordre de calcul d'un palier lisse	57
9.4 Analyse des ajustements incertains	77
Chapitre 10 Cotation fonctionnelle	91
10.1 Généralités, concepts fondamentaux, définitions	91
10.2 Problèmes résolus à l'aide des chaînes de cotes	106
10.3 Equation fondamentale d'une chaîne de cotes	108
10.4 Calcul des chaînes de cotes linéaires par la méthode d'interchangeabilité complète	118
10.5 Calcul des chaînes de cotes linéaires par la méthode probabiliste	139
10.6 Calcul des chaînes de cotes par les méthodes d'interchangeabilité limitée méthode d'interchangeabilité de groupe	167
10.7 Calcul des chaînes de cotes angulaires. Formules de calcul	207
10.8 Calcul des chaînes de cotes planes	213
10.9 Introduction des incertitudes d'orientation dans une chaîne	224
10.10 Méthode vectorielle	232
Bibliographie	241