

I. — DEFINITIONS DES LIMITES DE FATIGUE PAR FLEXION ROTATIVE.

Limite théorique fo.

C'est la contrainte alternée maxima que peut supporter indéfiniment, sans se rompre, un métal ou un alliage soumis à cette contrainte par un essai de flexion rotative.

Limite conventionnelle f.

C'est la contrainte alternée maximum que peut supporter, sans se rompre, une éprouvette soumise à un essai de flexion rotative comportant N millions d'alternances (N est fixé plus loin), les valeurs nominales des contraintes appliquées étant connues à :

1,5 kg/mm² + 1 % pour les aciers; 0,5 kg/mm² + 1 % pour les autres métaux.

Le chapitre II de la présente norme fixe les conditions dans lesquelles on détermine la limite conventionnelle d'un matériau.

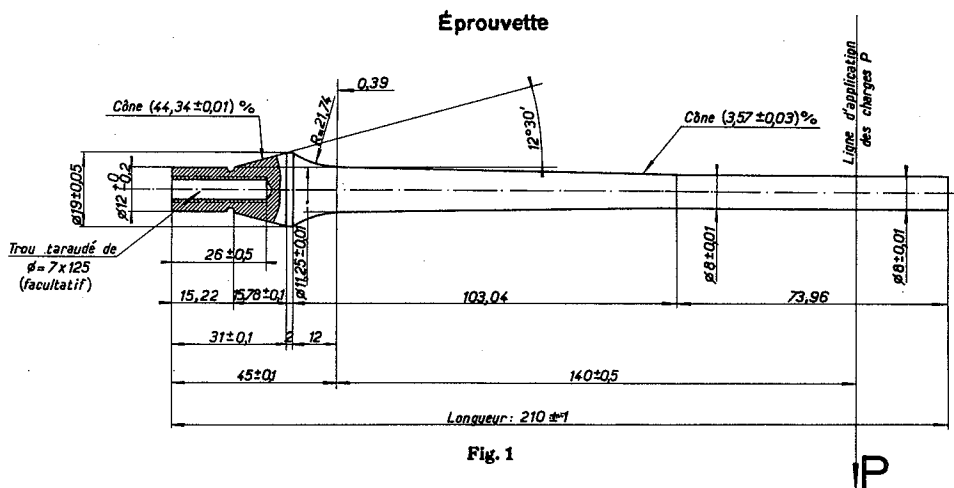
Le chapitre III de la présente norme fixe les conditions dans lesquelles on effectue un essai d'endurance pour contrôler pratiquement la résistance à la fatigue par flexion rotative.

Le chapitre IV de la présente norme fixe les conditions de vérification des éprouvettes.

II. — DÉTERMINATION DE LA LIMITE CONVENTIONNELLE

a) Éprouvette d'essai.

L'éprouvette est un solide de révolution dont la méridienne est conforme à la *figure 1*.



L'usinage est terminé au tour ou à la meule selon le matériau. Aucune strie d'outil ne doit exister sur la partie conique qui est polie à la toile émeri fine ou rectifiée à la meule.

Lorsqu'il y a un traitement thermique, celui-ci est effectué sur ébauche de cotes supérieures aux cotes définitives d'au moins 0,5 mm.

La concentricité est vérifiée avant l'essai. Il ne doit pas être constaté un écart de centrage à l'extrémité cylindrique, supérieure à 0,1 mm.

23 Mars 1938

MC

Essais de fatigue des métaux par flexion rotative

AIR

0830

2/A

b) Mode opératoire:

a) *Machine d'essai.* — La machine d'essai doit permettre de réaliser un montage convenable et une vitesse de 2 500 à 3 500 tours-minute autour d'un axe horizontal. La force est produite soit par l'action de masses étalonnées, soit par tout autre système dont la précision est d'au moins 1/200.

L'inclinaison de l'axe du cône d'emmanchement sur sa position théorique se mesure à l'extrémité de l'éprouvette, elle ne doit pas dépasser 0,05 mm.

b) *Fixation de l'éprouvette.* — La fixation de l'éprouvette sur son support est réalisée par un emmanchement conique et un dispositif de serrage approprié (tige filetée, ou écrou de blocage).

c) *Application de la charge.* — La force P est appliquée en un point situé à 140 mm $\pm$ 0,5 de la naissance du congé.

Elle agit par l'intermédiaire d'un roulement à billes à rotule (à trois bagues ou sphérique) monté sur un manchon fendu serré sur l'extrémité cylindrique de l'éprouvette.

d) *Exécution de l'essai.* — On expérimente une série d'éprouvettes du même métal ayant subi simultanément les mêmes traitements mécaniques et thermiques.

Pratiquement, le nombre des éprouvettes nécessaires est au moins de six.

Chacune des éprouvettes est soumise à une contrainte constante pendant toute la durée de l'essai. Dans la série d'éprouvettes, les contraintes s'échelonnent par valeurs décroissantes.

On note le nombre de tours ayant amené la rupture des éprouvettes.

L'essai n'est terminé que lorsque une éprouvette ne s'est pas rompue après :

- 100 millions d'alternances pour les alliages légers, ultra-légers et cuivreux;
- 30 millions d'alternances pour les aciers;

pour une valeur de la contrainte différant au plus de 4 % de celle de l'éprouvette rompue la moins chargée.

C'est la valeur de la contrainte appliquée à l'éprouvette non rompue la plus chargée qui donne la limite conventionnelle f à la flexion rotative.

On ne considère pas comme valables les essais dans lesquels se produit une rupture anormale, soit au congé de raccordement, soit à une section distante de plus de 85 mm de ce raccordement.

c) Calcul de la contrainte f .

On applique la formule suivante relative à la flexion en console :

$$f = P \frac{L}{2I/D} = P \times K.$$

L, distance de l'axe d'application de la charge à la section considérée, exprimée en mm.

I, moment d'inertie de la section considérée.

D, diamètre de cette section circulaire, exprimé en mm.

P, force appliquée, exprimée en kilogrammes.

f , limite de fatigue, exprimée en kilogrammes par mm².

23 Mars 1938

MC

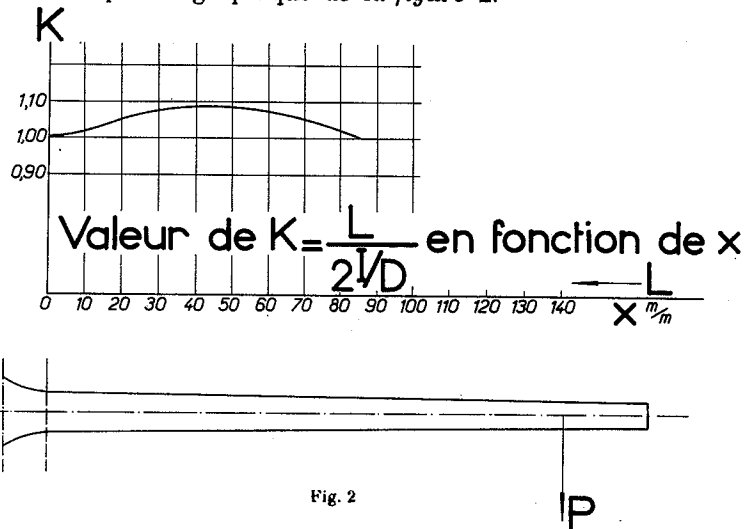
Essais de fatigue des métaux par flexion rotative

AIR

0830

3/A

Valeur du facteur K . — Si l'éprouvette se rompt, la valeur de K est donnée, en fonction de la longueur $(140-L)$ par le graphique de la figure 2.



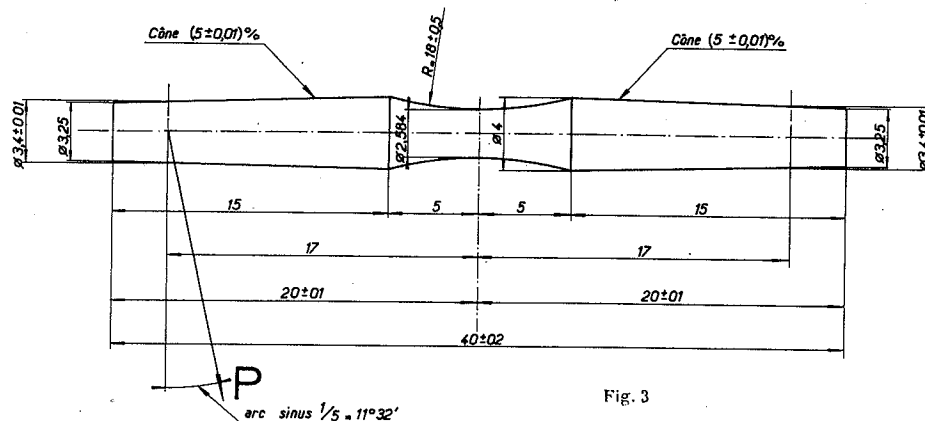
Si l'éprouvette ne se rompt pas, la valeur de K est la valeur maximum, soit : 1,08.

III. — CONTROLE PAR ESSAI D'ENDURANCE

a) Éprouvette d'essai.

L'éprouvette est un solide de révolution dont la méridienne est conforme au dessin (fig. 3).

Éprouvette de contrôle d'endurance



L'éprouvette est rectifiée à la meule ou au diamant; la partie calibrée est réalisée de manière que les stries soient longitudinales.

Lorsqu'il y a traitement thermique, celui-ci est effectué sur ébauche de cotes supérieures aux cotes définitives d'au moins 0,3 mm.

Le marquage se fait au crayon électrique sur la partie forte d'un des deux cônes.

23 Mars 1938

MC

Essais de fatigue des métaux par flexion rotative

AIR

0830

4/A

b) Mode opératoire.

a) *Machine d'essai.* - Le principe de l'essai consiste à vérifier qu'une éprouvette soumise à une contrainte déterminée, peut supporter, sans se rompre, un million d'alternances.

La machine doit permettre de réaliser l'essai à la vitesse de 2 500 à 3 500 tours par minute.

L'erreur totale d'excentricité des cônes d'emmanchement et du roulement extérieur ne doit pas excéder 0.02 mm. valeur comptée au point d'application de la charge et mesurée à l'aide d'une éprouvette étalon. La limite supérieure de la vibration possible de l'extrémité de l'éprouvette doit être, en marche, au plus égale à 0,1 mm.

b) *Fixation de l'éprouvette.* - L'éprouvette est encastrée, par une extrémité dans un support tournant incliné d'un angle de $11^{\circ}30'$ ($\pm 30'$) au-dessus de l'horizontale, son axe étant confondu avec celui du support.

c) *Application de la charge.* - La charge, produite par l'action de poids suspendus élastiquement, est appliquée à l'éprouvette par l'intermédiaire d'un roulement à billes ordinaire ou à rotule.

La liaison de l'éprouvette et du roulement est assurée par emmanchement conique.

Le point d'application de la charge (ligne de couteaux de la cage du roulement) doit être sur l'axe à $17 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$ du milieu de l'éprouvette distance comptée le long de l'axe. Cette tolérance comprend $\pm 0,05$ d'erreur sur le cône femelle, le jeu du roulement, et $\pm 0,20$ d'erreur sur l'éprouvette.

d) *Détermination de la charge.* - D'après les conditions expérimentales ci-dessus, la valeur numérique de la charge à appliquer pour obtenir, dans la section de moindre résistance, la contrainte correspondant à la limite conventionnelle de fatigue, est égale à la valeur numérique de cette contrainte divisée par :

10 si l'éprouvette est à la cote nominale à 0,01 mm près; $(10-0,116 a)$ dans le cas contraire, a étant l'écart vrai en 1,100 de mm (compté positivement pour les tolérances en plus).

Toutefois a ne peut être supérieur à 10.

23 Mars 1938

MC

Essais de fatigue des métaux par flexion rotative

AIR

0830

5

IV. — VÉRIFICATION DES ÉPROUVETTES

a) Éprouvette définie au chapitre II.

a) *Cône d'emmanchement.* — On utilise une bague conforme à la *figure 4*.

NOTA. — Le cône d'emmanchement de la machine est vérifié à l'aide d'un tampon défini par la *figure 5*.

b) *Cône principal.* — La vérification de la conicité est faite selon le montage de la *figure 11* avec les bagues des *figures 8* et *10*, et le calibre de la *figure 9*.

La vérification de la cote 11,25 du cône est faite avec la bague « entre » de la *figure 6* qui doit venir buter sur l'arrondi de l'éprouvette, et la bague « n'entre pas » de la *figure 7* qui ne doit pas venir buter sur l'arrondi.

La vérification de l'arrondi et du raccord au cône principal est faite au moyen de la bague « entre » de la *figure 6* par comparaison des profils de la bague et de l'éprouvette.

b) Éprouvette définie au chapitre III.

a) *Cône d'emmanchement.* — La conicité est vérifiée selon le montage de la *figure 15* au moyen des bagues A et B définies *figure 12* et *14* et du calibre C *figure 13*.

b) *Partie calibrée.* — On utilise un dispositif représenté *figure 16* qui comporte un galet G fixe et un galet G' monté sur un coulisseau se déplaçant dans une glissière. Ce galet est rappelé contre le galet G par un ressort. Le comparateur M est fixé de telle sorte que l'axe de la touche T, la ligne de déplacement du centre du galet G' et le centre du galet G soient sur la même droite.

Le rayon des galets est tel que le portage se fait sur le plus petit diamètre de la partie calibrée de l'éprouvette. La mesure se fait par comparaison avec une éprouvette étalon conforme à la *figure 17*.

c) *Longueur du bras de levier du point d'application de la charge.* — La vérification de cette longueur, qui est définie par la distance du centre de l'éprouvette à la section du cône qui a 3,40 mm de diamètre se fait à l'aide du dispositif de la *figure 18*.

L'éprouvette est serrée par un ressort de rappel entre deux galets G₁ et G'₁, dont l'un est fixe et l'autre coulisse dans une glissière dans la direction de la ligne des centres. Un comparateur dont l'axe de la touche est perpendiculaire à cette ligne permet de comparer la position de la bague B lorsqu'elle est placée sur l'éprouvette à contrôler ou sur l'éprouvette étalon.

Le rayon de la gorge torique des galets et le rayon des galets à fond de gorge sont tels que le portage se fait en quatre points symétriques deux à deux par rapport à la ligne des centres, assurant aux éprouvettes une position bien définie le long de leur axe.

NOTA. — Les embouts à l'aide desquels les charges sont appliquées (non normalisés) sont vérifiés à l'aide du montage en balance de la *figure 19*.

Les bras de levier sont déduits de mesure de moments. On s'assure que la ligne des couteaux est à $\pm 0,05$ mm du centre de la section du cône femelle qui a exactement 3,40 mm de diamètre.

23 Mars 1938

MC

Essais de fatigue des métaux par flexion rotative

AIR

0830

6

Contrôle du cône d'emmanchement

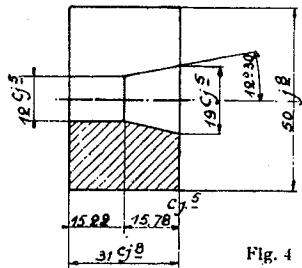


Fig. 4

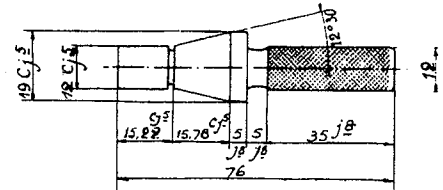
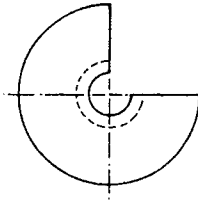


Fig. 5

Contrôle de la cote 11,25 et de l'arrondi

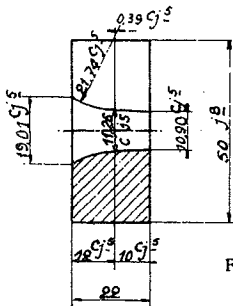


Fig. 6

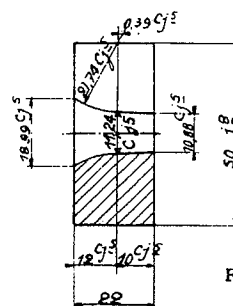
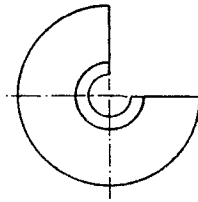
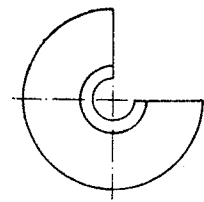


Fig. 7



Contrôle de la conicité

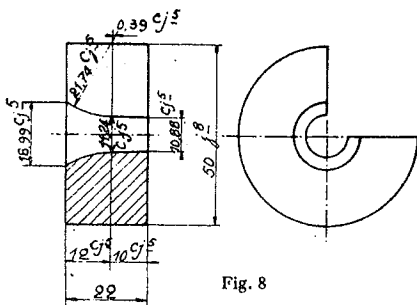


Fig. 8

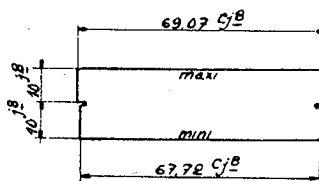


Fig. 9

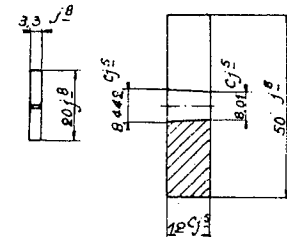


Fig. 10

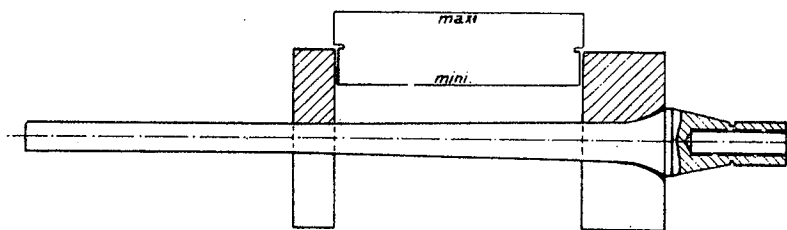


Fig. 11

23 Mars 1938

MC

Essais de fatigue des métaux par flexion rotative

AIR

0830

7

Contrôle de la conicité

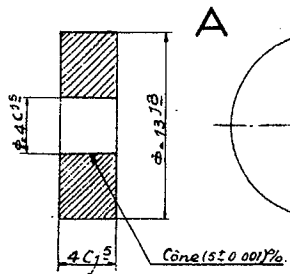


Fig. 12

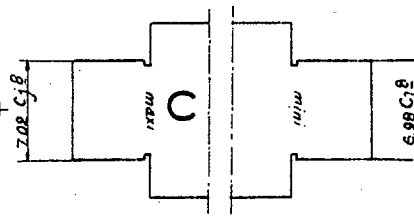


Fig. 13

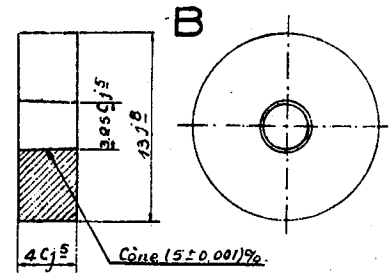


Fig. 14

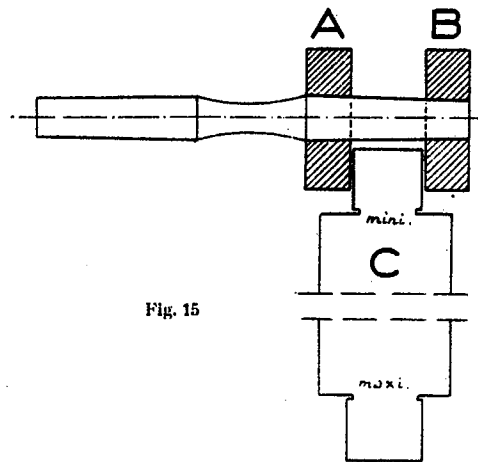


Fig. 15

Contrôle de la partie calibrée

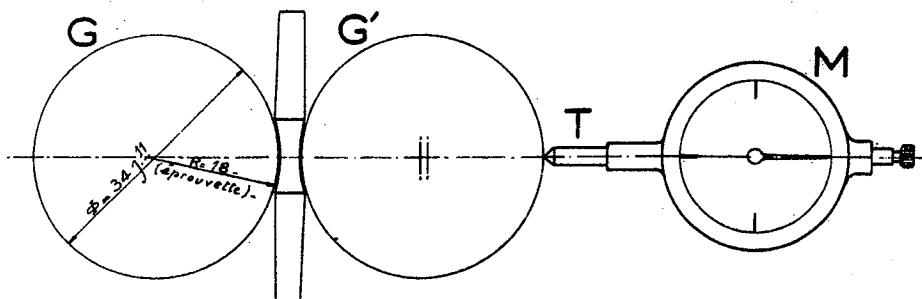


Fig. 16

Éprouvette étalon

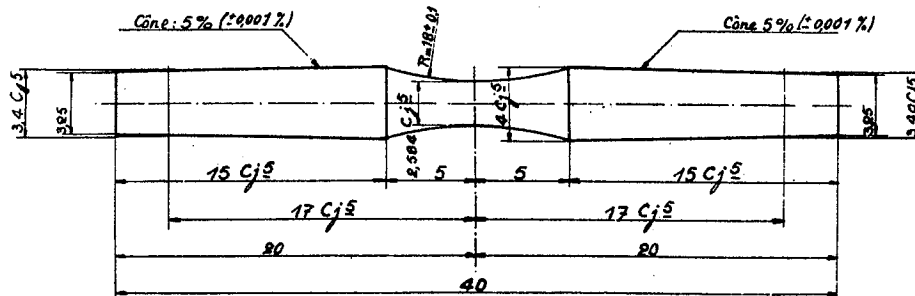


Fig. 17

23 Mars 1938

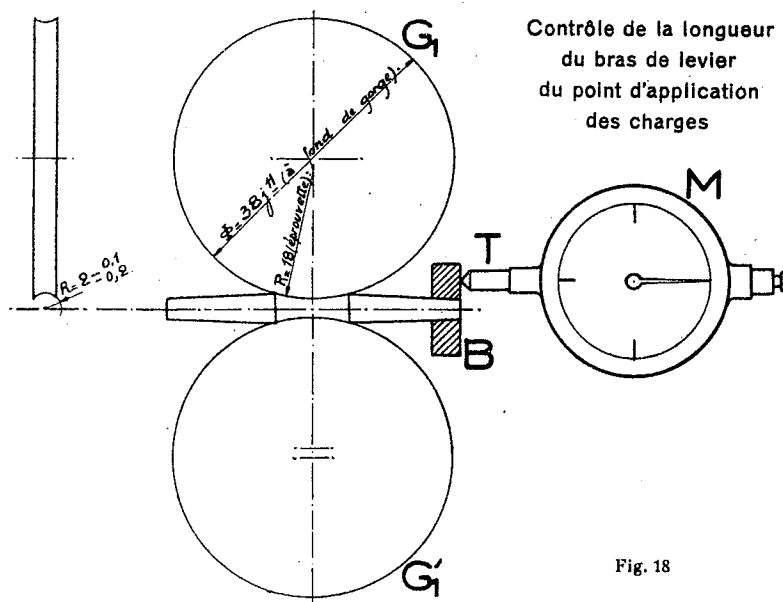
MC

Essais de fatigue des métaux par flexion rotative

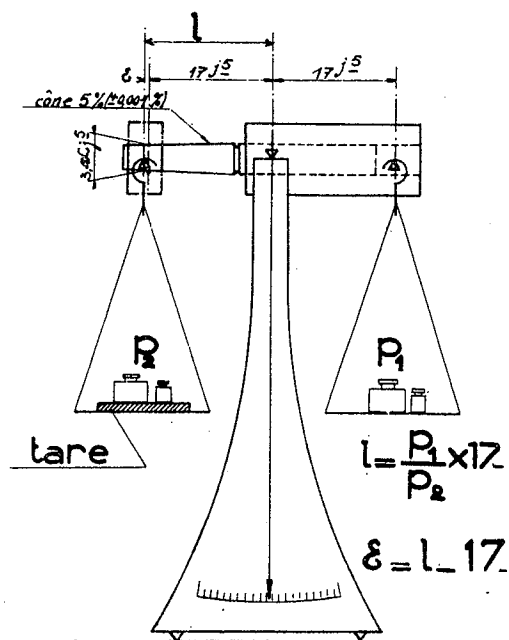
AIR

0830

8



Vérification de l'embout de la machine



23 Mars 1938