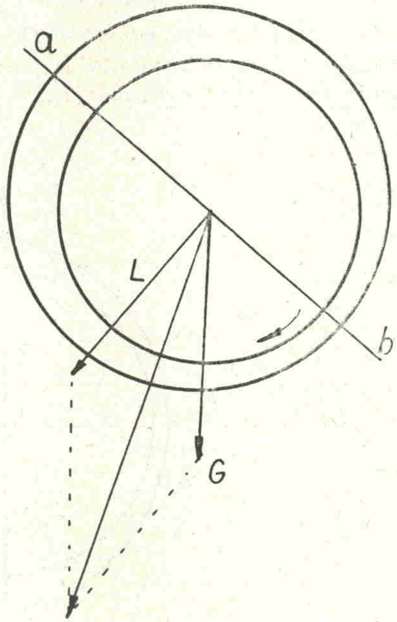
Enfin quelles sont les forces qui influent sur la position d'équilibre et cet équilibre est-il stable? Par une brève analyse, MICHELS a trouvé une réponse à ces questions et a complété ainsi la théorie de SOMMERFELD pour le cas d'une faible vitesse de rotation.

α. *Analyse.* — Considérons l'axe à un moment où la vitesse de rotation est suffisamment petite pour que nous soyons dans le cas des « frottements solides » c'est-à-dire qu'il y a contact direct entre l'axe et son support.

Les forces agissant sur l'axe sont (fig. 7) :

1° Le poids de l'axe G;
2° Le frottement solide R;
3° La pression hydrodynamique;
4° Les frottements d'huile, agissant sur les parties de l'axe non en contact avec le support.



F I 8

Au repos, l'axe n'est soumis qu'à la force G : l'excentricité est alors dirigée vers le bas.

Dès que l'axe est soumis à une faible rotation, les forces de frottements solides R reportent l'excentricité vers la droite (le sens de rotation étant indiqué sur la figure). Contrairement à ce qui se présentait de par l'hypothèse précédente (fig. 4), les forces hydrodynamiques p_1, perpendiculaires à l'axe et dirigées vers l'extérieur sont maintenant au-dessous de *ab*, les forces hydrodynamiques dirigées vers le centre sont au-dessus de cette ligne idéale. La résultante L sera donc dirigée vers le bas.

La force G peut être décomposée en ses composantes, l'une perpendiculaire à *ab*, l'autre parallèle à *ab*. Cette dernière, fournissant la force normale qui amène l'axe en contact avec son support, est égale à $N = G \cos \varphi$. Comme nous l'avons vu, le frottement solide est alors donné par : $R = kG \cos \varphi$ (k = coefficient de frottement).

On sait qu'une force telle que R peut toujours être décomposée en un couple de force S ayant son point d'application au centre. De la même façon le frottement liquide Q peut être remplacé par un couple et une force V s'appliquant au centre et coïncidant avec L. Les couples de force résistants sont vaincus par le mécanisme moteur et n'interviennent donc pas dans la discussion.

Finalement il restera :

a. Une force parallèle à *ab* : $N = G \cos \varphi$ soutenue par le support;

b. Une force perpendiculaire à *ab* : $L + V + (G \sin \varphi) - (kG \cos \varphi)$.

Il ne peut y avoir équilibre que lorsque la résultante de ces forces est nulle, c'est-à-dire lorsque :

$$(7) \quad \begin{cases} kG\cos\varphi = L + V + G\sin\varphi \\ L + V = G\,(k\cos\varphi - \sin\varphi) \end{cases}$$

L + V croissant avec la vitesse de rotation U et l'excentricité.

β. *Discussion complète du problème.* — a. *A l'arrêt* : on a $L + V = 0$. Les frottement sont également nuls et $0 = - G\sin\varphi$; $\varphi = 0$.

b. *pour des petites valeurs de U :* L + V prennent des valeurs positives mais petites et on tend vers la position d'équilibre. Connaissant L et V on peut tirer φ de l'équation (7).

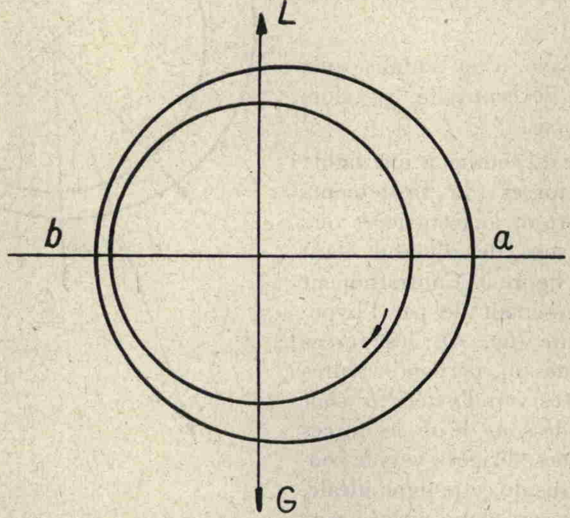


Fig. 9

Toutefois ici un nouveau facteur apparaît.

Nous avons mentionné que le calcul de Sommerfeld montre que la pression hydrodynamique croît avec l'excentricité de l'axe et devient infinie dans le cas où l'axe et le support sont en contact. Ceci n'est toutefois vrai qu'à condition d'avoir deux surfaces parfaitement polies, de façon à ce que l'huile ne flue pas au moment du contact. Cette condition n'étant jamais réalisée, p_1 ne sera jamais infiniment grand. Néanmoins, à vitesse croissante et pendant que le contact entre l'axe et le support persiste, c'est-à-dire à grande excentricité, il est évident que p_1 croîtra tellement qu'il deviendra plus grand que p_0. Rappelons que dans le cas où l'excentricité est à droite la pression dans la couche d'huile est de $p_0 - p_1$ au-dessous de ab et $p_0 + p_1$ au-dessus; $p_0 + p_1$ aura donc une valeur négative. Comme l'huile ne supporte pas de pressions négatives