

Lubrification

Ecrasons une goutte de liquide visqueux entre nos doigts : la pression appliquée conduit à l'écoulement du liquide qui se retrouve cisailé. Ce type d'écoulement ("squeeze flow") intervient dans de nombreuses applications pratiques allant de la lubrification à l'adhésion. Osborne Reynolds fut l'un des premiers à le décrire en 1886.

1 - Ecrasement d'un liquide visqueux

Un disque de rayon R s'approche d'un semblable à la vitesse V (figure 1). Une couche de liquide d'épaisseur h ($h \ll R$) et de viscosité η est ainsi progressivement chassée radialement.

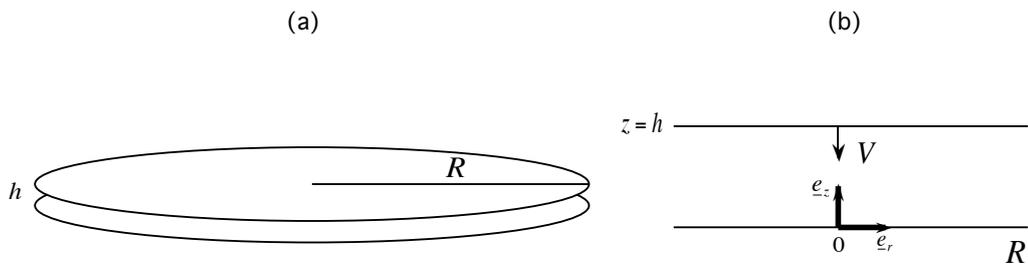


Fig. 1

1.1 - Sous quelle condition sur V , l'écoulement entre les disques est-il à bas Reynolds ?

1.2 - Dans ce régime $Re \ll 1$, rappeler les équations qui décrivent le mouvement du fluide.

1.3 - Déterminer, en loi d'échelle, la pression au centre du disque.

1.4 - En déduire, toujours en loi d'échelle, l'expression de la force qui s'exerce sur le disque. La comparer à la force dans un milieu infini: $F_\infty \sim \eta V R$.

1.5 - Intégrer les équations du mouvement en utilisant les hypothèses de lubrification: $h \ll R$, $\partial/\partial z \gg \partial/\partial r$, $u_r \gg u_z$.

2 - Adhésion et Cavitation

Séparons maintenant les deux plaques connectées par un liquide visqueux. Si l'on effectue la séparation très lentement, l'interface liquide garde la forme axisymétrique d'un disque. A vitesse modérée, l'interface se déstabilise et des doigts d'air pénètrent à l'intérieur du liquide visqueux [figure 2-(a)]. A grande vitesse, des bulles de cavitation apparaissent au sein du fluide [figure 2-(b)].

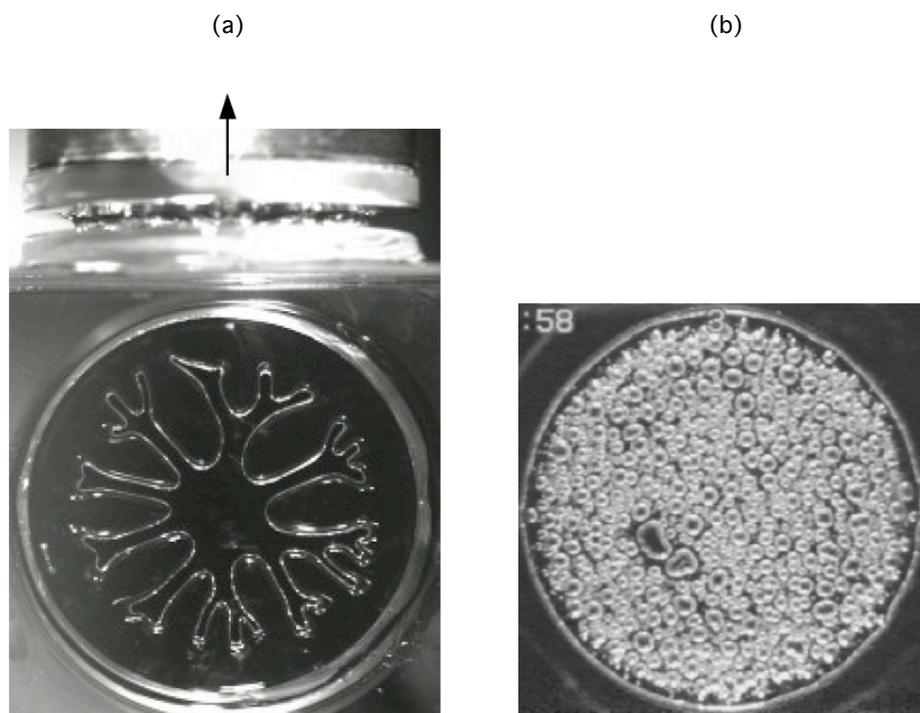


Fig. 2

2.1 - Expliquer qualitativement ces comportements.

2.2 - Evaluer la vitesse critique à laquelle on s'attend à observer la cavitation.