



**HAL**  
open science

# Sur l'étude théorique et expérimentale des phénomènes d'orientation présentés par une suspension lamellaire dans un écoulement de Stokes

Joseph-Maurice Bourot, Madeleine Coutanceau, Jean Jacques Moreau

► **To cite this version:**

Joseph-Maurice Bourot, Madeleine Coutanceau, Jean Jacques Moreau. Sur l'étude théorique et expérimentale des phénomènes d'orientation présentés par une suspension lamellaire dans un écoulement de Stokes. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série IV, Physique, Astronomie, 1962, 255, pp.3357-3359. hal-02117960

**HAL Id: hal-02117960**

**<https://hal.science/hal-02117960>**

Submitted on 2 May 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur l'étude théorique et expérimentale des phénomènes d'orientation présentés par une suspension lamellaire dans un écoulement de Stokes.* Note (\*) de M. **JOSEPH-MAURICE BOUROT**, M<sup>me</sup> **MADELEINE COUTANCEAU** et M. **JEAN-JACQUES MOREAU**, présentée par M. Henri Villat.

En appliquant une théorie précédemment exposée, les auteurs calculent l'orientation de lamelles mises en suspension dans l'écoulement, axisymétrique et méridien, d'un fluide visqueux incompressible autour d'une sphère; ils déterminent la proportion des lamelles visibles, à l'infini aval, en fonction de la distance à l'axe; ils obtiennent une confirmation expérimentale satisfaisante.

Dans une Note précédente (1), nous avons étudié, par voie théorique, comment évolue l'orientation d'une particule solide lamellaire, mise en suspension dans un écoulement stationnaire méridien de fluide incompressible. Lorsque la lamelle passe d'une position  $P_1$  à une position  $P_2$  sur sa trajectoire  $\Lambda$ , l'évolution d'un vecteur normal à cette lamelle est définie par une transformation linéaire  $\vec{\nu}_2 = \mathcal{L}(\vec{\nu}_1)$ . Le calcul des neuf coefficients de la transformation  $\mathcal{L}$  repose sur celui d'une intégrale curviligne  $I$ . Nous avons procédé à la détermination numérique de  $I$  dans le cas de l'écoulement d'un liquide parfaitement visqueux, s'étendant à l'infini, autour d'une sphère (écoulement de Stokes). Si  $D$  représente le diamètre de la sphère les autres notations restant celles de la Note précédente, l'intégrale  $I$  s'écrit

$$I = - \int_{P_1}^{P_2} \frac{1}{V^2} \left( \frac{3DU}{8V(r^2+z^2)^{\frac{3}{2}} \sin \alpha} \frac{d\alpha}{r} \right).$$

Nous pouvons alors interpréter et prévoir les phénomènes observés lorsqu'on visualise un tel écoulement par des particules d'aluminium en suspension : bien que la richesse de la suspension soit sensiblement uniforme dans toute l'étendue du champ, les particules sont inégalement visibles selon la région de l'écoulement. Une lamelle d'aluminium, parvenue au point  $P_2$  de sa trajectoire, est visible, pour l'observateur ou l'appareil de prise de vue, si la normale au plan de cette lamelle est contenue dans un certain cône  $\Gamma$ , à peu près de révolution : il faut et suffit pour cela que, dans la position antérieure  $P_1$ , la normale ait appartenu à  $\mathcal{L}^{-1}(\Gamma)$ , cône antécédent de  $\Gamma$  pour la transformation  $\mathcal{L}$ . On peut en particulier prendre  $P_1$  à l'infini amont sur la trajectoire  $\Lambda$ . Dans l'hypothèse qu'à l'infini amont la distribution directionnelle des particules est isotrope, on calcule alors la probabilité pour qu'une particule, parvenue en  $P_2$ , soit visible : au facteur  $1/4\pi$  près, cette probabilité est égale à l'angle solide du cône  $\mathcal{L}^{-1}(\Gamma)$ , lequel est un cône du second ordre dont on peut déterminer graphiquement l'angle solide.

Les calculs ont été spécialement développés en prenant  $P_2$  à l'infini aval sur la courbe  $\Lambda$ . Nous avons ainsi obtenu la proportion des lamelles visibles à la distance  $r$  de l'axe  $\vec{Oz}$  de l'écoulement; nous avons également déterminé les corrections à introduire, lorsqu'on utilise un « plan lumineux » d'épaisseur non très petite, et aussi celles qui résulteraient d'un éventuel décentrement de ce plan lumineux, par rapport à l'axe de l'écoulement.

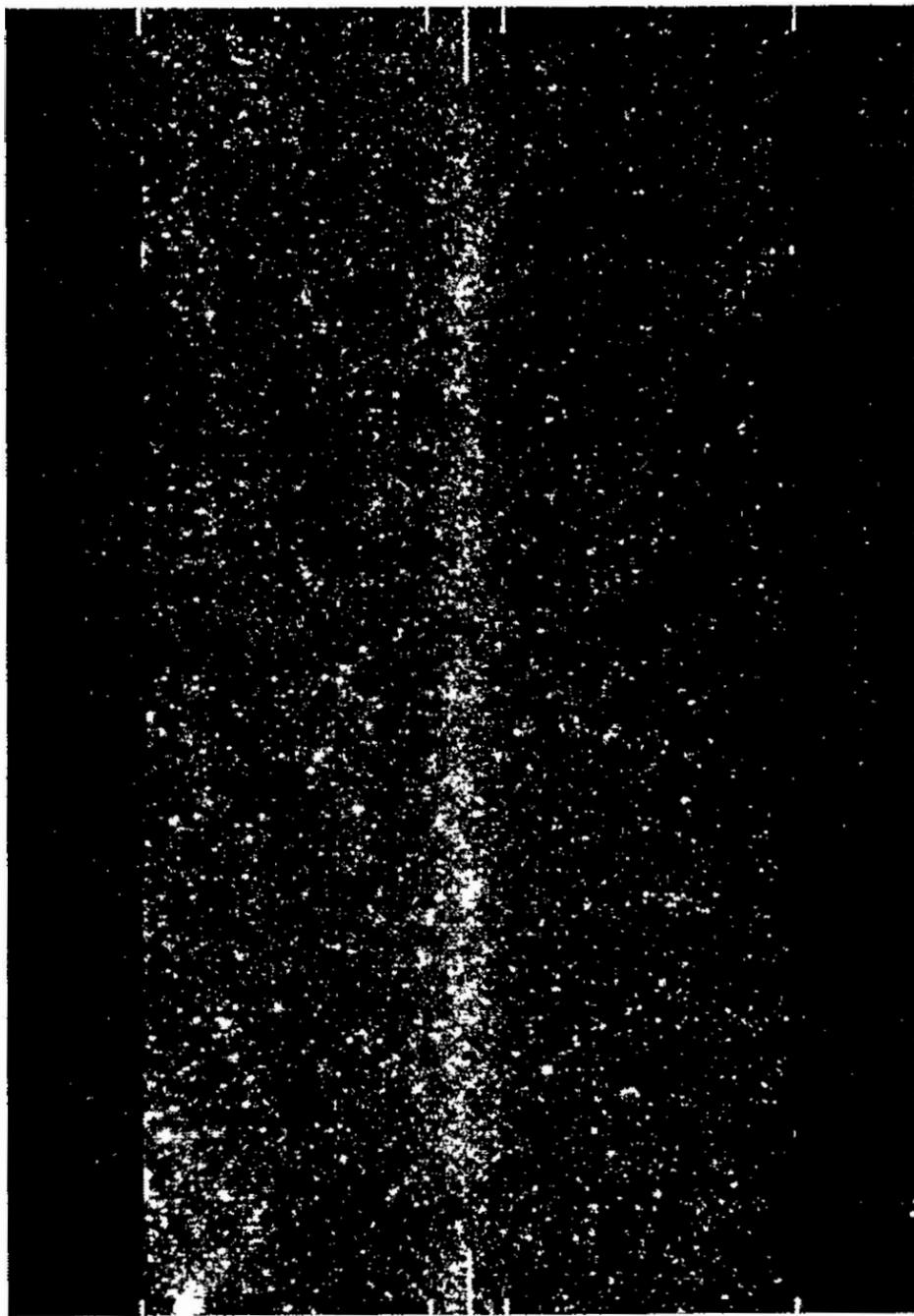


Fig. 1. — Plan lumineux centré.

Enfin, nous avons réalisé un dispositif expérimental, permettant la chute lente d'une sphère dans un long tube contenant de la glycérine. Le diamètre du tube étant grand devant celui de la sphère, il paraît légitime d'admettre que nos calculs s'appliquent convenablement à ce cas, au moins dans la région de l'écoulement la plus proche de l'axe. Les conditions « aval » se trouvent réalisées après la chute de la sphère.

La confirmation expérimentale est satisfaisante. Les clichés montrent bien que la proportion des particules visibles varie beaucoup suivant la distance à l'axe : le phénomène atteint son maximum au voisinage même de l'axe, où se dessine une bande de grande richesse, laquelle

s'écarte de l'axe lorsque se décentre le plan lumineux. Les inégalités locales traduisent le fait que la répartition initiale (répartition « amont »)

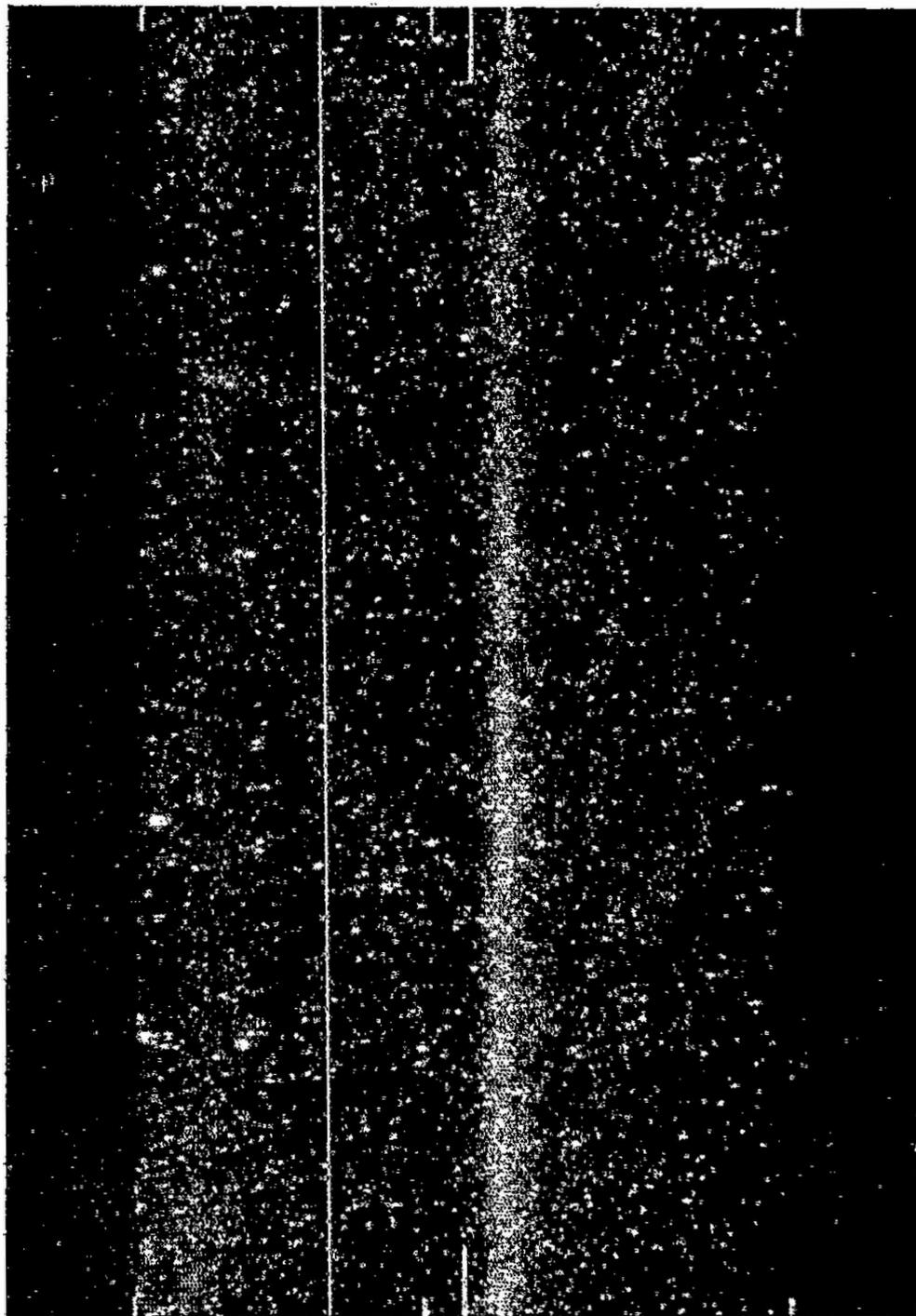


Fig. 2. — Plan lumineux décentré.

n'était pas parfaitement uniforme : les courants de convection, en effet, sont très difficiles à éviter et provoquent par eux-mêmes des phénomènes d'orientation secondaires.

(\*) Séance du 5 décembre 1962.

(1) J. M. BOUROT et J. J. MOREAU, *Comptes rendus*, 253, 1961, p. 1029.