

Matériel et Méthodes

Toutes les expériences ont été menées dans une salle de laboratoire à température ambiante, entre juin 2018 et mars 2019. Elles ont été réalisées sur un sablier à deux dimensions, constitué de deux plaques de verre (dim. 2mx50cmx8mm) séparées par des éléments en plexiglas (épaisseur : 2mm) qui constituent les bords et l'ouverture du sablier et entre lesquelles furent introduits à la main environ 500 aimants cylindriques en néodyme (dim. 5mmx2mm / ref. S-05-02-N40N) dans le même sens, pôle Nord contre pôle Nord, pôle Sud contre pôle Sud. Un aimant cylindrique en ferrite (dim. 20mmx5mm / ref. FE-S-20-05) placé à l'extérieur des plaques permettait de fermer le sablier avant le lancement des manipulations.

La structure maintenant le tout et le système de rotation du sablier ont été réalisés à l'aide de pièces d'aluminium Norcan. Derrière le sablier était placé un panneau de bois (dim. 2mx50cm) recouvert de papier blanc ainsi qu'un rideau noir qui entourait l'expérience pour éviter les réflexions parasites. Deux panneaux led (dim. 30cmx30cm / ref. 606 / PL-0303-18W-P) alimentés par deux alimentations stabilisées sont placés sur le côté et apportent la luminosité nécessaire pour obtenir un bon contraste sur l'image enregistrée par une caméra placée sur un pied devant le sablier. Pour enregistrer une vidéo, une fois les paramètres (ouverture, nombre d'images par secondes...) fixés, l'acquisition est lancée lorsque l'aimant en ferrite est retiré et que les aimants en néodyme amorcent leur descente à l'intérieur du sablier. Elle est arrêtée une fois que la descente est terminée. Puis le sablier est retourné et l'expérience peut être répétée une nouvelle fois. Afin de minimiser l'incertitude sur les valeurs obtenues, chaque descente sera réalisée 3 fois.

Entre deux expériences différentes, deux paramètres peuvent varier : l'angle d'ouverture du sablier et son diamètre. Ces deux paramètres sont pilotés grâce aux languettes de plexiglas placées entre les deux plaques de verre. Le montage est démonté et ouvert afin de les régler puis il est remonté et rempli comme décrit précédemment.

Les vidéos sont acquises sur le logiciel Capture puis traitées à l'aide du logiciel Image J et d'un programme Matlab élaboré par nos soins. Elles permettent dans un premier temps de tracer des courbes du nombre d'aimants écoulés par l'ouverture en fonction du temps. Une régression linéaire effectuée sur ces courbes nous donne ensuite accès au débit du sablier pour un angle et une ouverture donnée. Cela permet par la suite de tracer les courbes du débit en fonction de l'ouverture ou en fonction de l'angle et de connaître les paramètres optimaux de chute pour maximiser le débit.

FIGURES

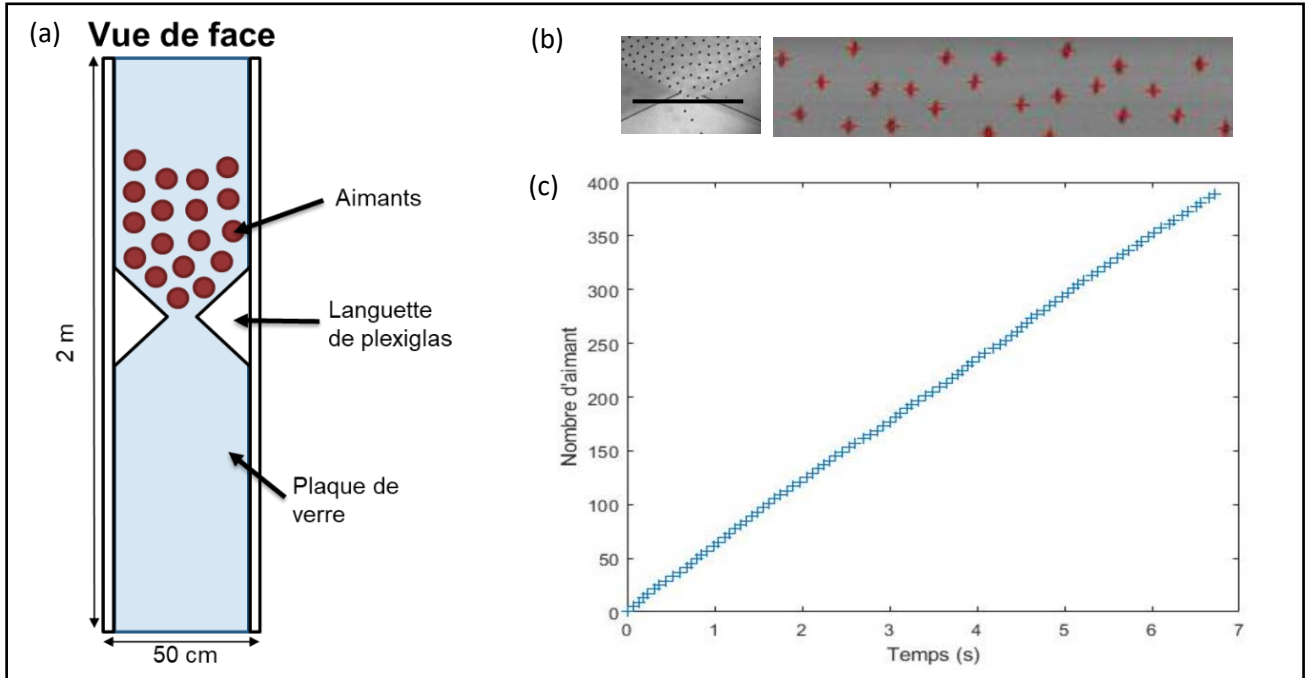


Figure 1 – Mesure du débit du sablier (a) Schéma du montage vu de face. Le débit est mesuré au niveau de l'ouverture du sablier (b) reslice de la vidéo de l'expérience enregistrée au niveau du trait noir sur le logiciel image J et pointage réalisé à l'aide d'un programme matlab (c) courbe représentant le nombre d'aimants en fonction du temps pour une ouverture de 4 cm et un angle de 45°. On obtient une droite et une regression linéaire nous donne alors la valeur du débit, ici 55 aimants par seconde.

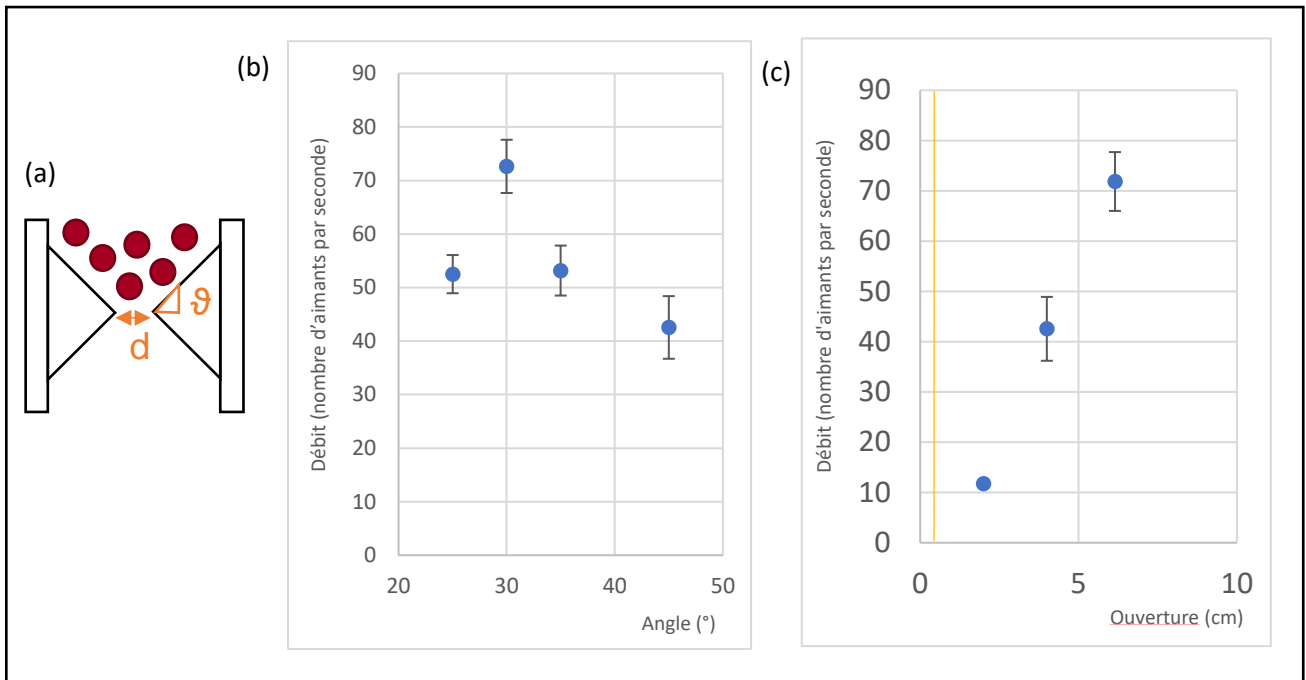


Figure 2 – Influence des paramètres géométriques du sablier sur l'écoulement (a) Schéma des paramètres étudiés : l'ouverture du sablier d et l'angle de collecte θ (b) Débit en fonction de l'ouverture pour un angle de collecte de 45° . On observe une évolution linéaire de ce débit pour de petites ouvertures ce qui obéit à la loi de Beverloo. En dessous de 0,5 cm, les aimants ne coulent pas. (c) Débit en fonction de l'angle θ pour une ouverture de 4 cm. Il semble exister un angle optimal de collecte pour lequel on maximise la pente tout en minimisant la gêne entre les aimants.

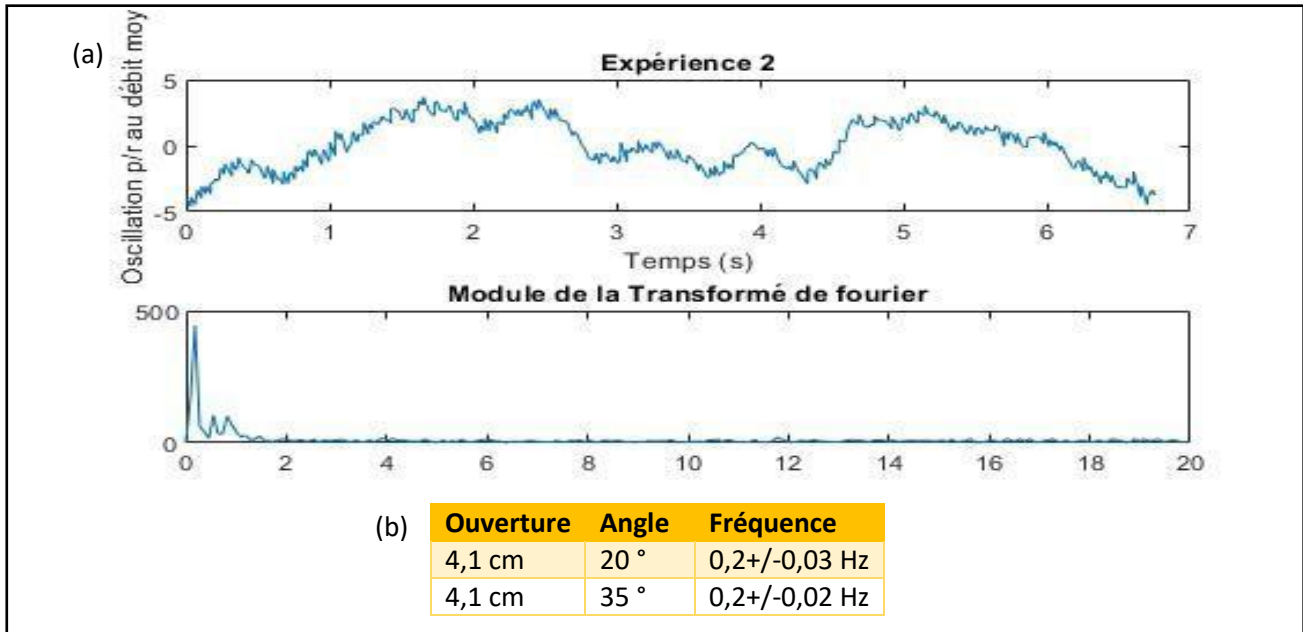


Figure 3 – Oscillations autour du débit moyen (a) Courbe tracée sous matlab montrant les oscillations autour du débit moyen au cours du temps et la transformée de Fourier de ces oscillations. L’existence de ces oscillations pourrait être liée à l’existence d’arches de contrainte dans le milieu considéré (b) Tableau des fréquences obtenues pour différentes valeurs de l’angle. Même si les fréquences obtenues sont identiques, la réalisation de nouvelles mesures pour d’autres valeurs de l’angle serait nécessaire afin de conclure quant à l’influence de l’angle.