

Projet Scientifique en Équipe - Longueur moyenne de diffusion dans un mouvement brownien

Cécile Davrinche, Charlotte Durand, Mélanie Ruelle

ESPCI 136ème promotion

Mai 2019

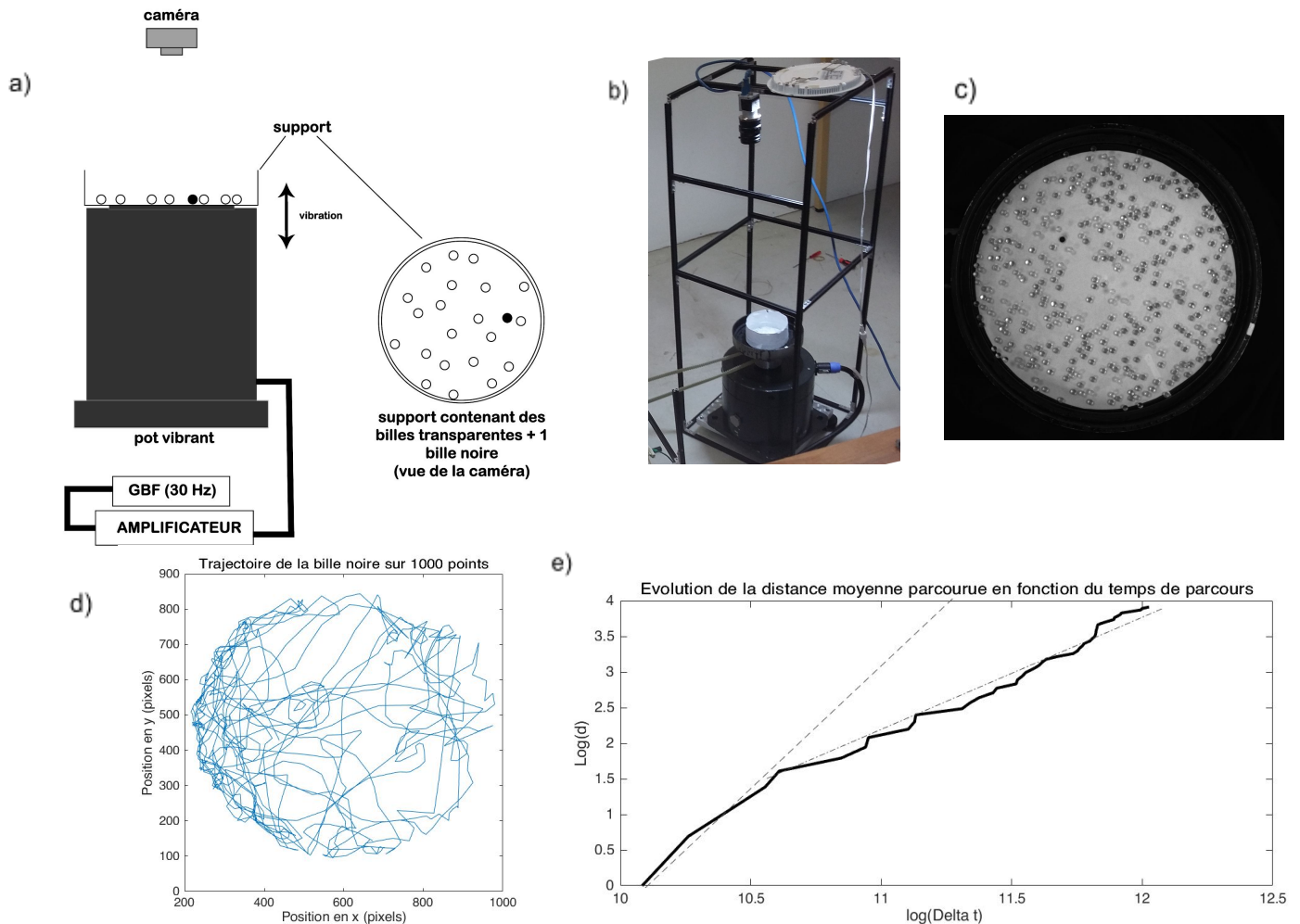


Fig. 1 - Montage expérimental et mise en place d'un mouvement brownien.

a) Schéma du montage. **b)** Photographie du montage, montrant en plus des éléments présents sur le schéma **a)** la structure supportant la caméra et une lampe. La cuve utilisée a un diamètre de 11 cm. **c)** Exemple de données brutes : photographie des billes prise à la caméra. La bille noire est visible dans le quart supérieur gauche de la cuve. **d)** Mouvement de la bille noire : trajectoire sur 1000 images consécutives, calculée par suivi de la bille grâce à un programme réalisé sous Matlab. **e)** Evolution de la distance moyenne parcourue en fonction du temps de parcours. Pour des petites durées de diffusion, la bille ne subit pas d'impact avec les autres billes et suit un comportement balistique, tel que d est proportionnel à Δt . Pour des grandes durées de diffusion, la trajectoire de la bille est déterminée par les chocs avec les autres billes : on a alors un mouvement brownien, et d est proportionnel à \sqrt{t} (comportement diffusif). Ce montage expérimental permet donc bien de réaliser un mouvement brownien.

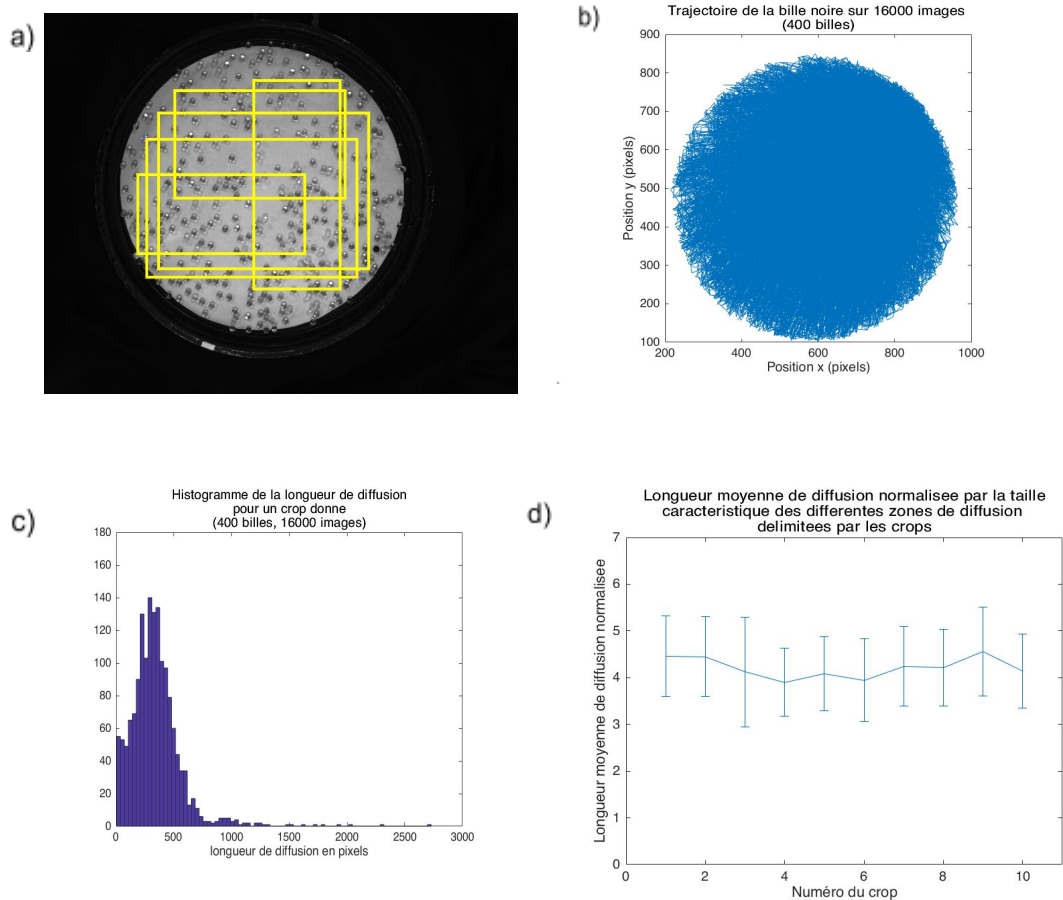


Fig. 2 - Etude de la longueur moyenne de diffusion en fonction de la géométrie de la zone de diffusion. Pour un nombre de billes dans la cuve fixé, ici 400, on observe en **a)** le tracé des différents crops (zones d'intérêt dans lesquelles on veut observer la diffusion de la bille noire) effectués dans la cuve. **b)** Trajectoire de la bille sur la totalité des images. La trajectoire de la bille recouvre bien toute la surface du fond de la cuve. **c)** Histogramme des longueurs de diffusion pour un crop donné. Ce pic gaussien donne la longueur moyenne de diffusion et l'écart-type. **d)** Longueur moyenne de diffusion normalisée obtenue grâce aux histogrammes en fonction des différents crops dessinés en **a)**. La normalisation se fait en divisant la longueur moyenne de diffusion par une longueur caractéristique du crop (aire/périmètre), pour s'affranchir des variations liées aux différences d'aire entre les crops. On remarque que cette longueur ne dépend pas de la géométrie du crop.

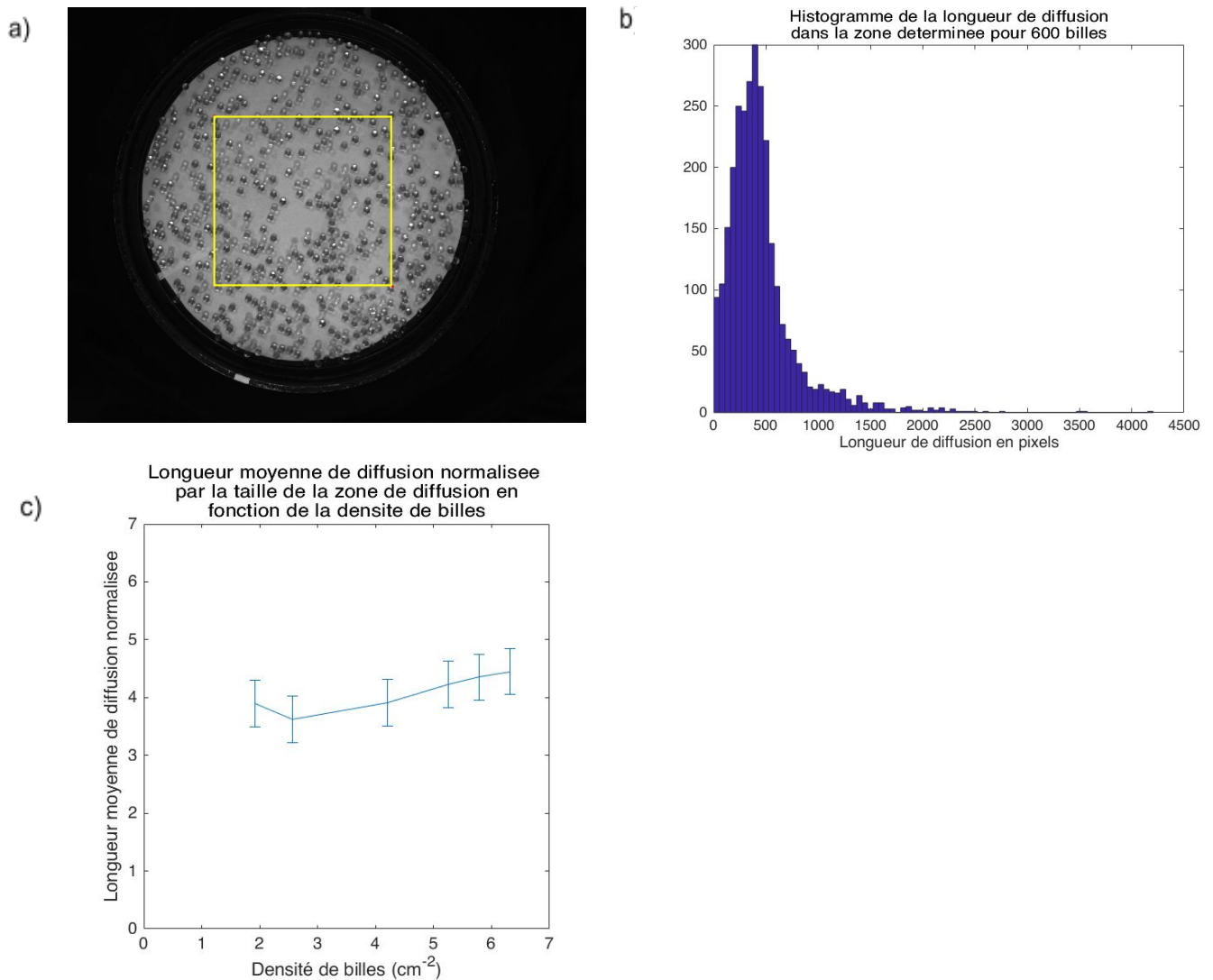


Fig. 3 - Etude de la longueur moyenne de diffusion en fonction de la densité de particules.

a) Photo des 600 billes placées dans la cuve et tracé en jaune de la zone de diffusion étudiée. Pour les différentes répétitions de l'expérience nécessaires à la détermination des longueurs moyennes utilisées en **c)**, on se placera dans des zones proches en forme et en taille de celle-ci. **b)** Histogramme de la longueur de diffusion dans la zone définie en **a)** pour 600 billes. De cet histogramme, on tire la moyenne et l'écart-type de la longueur de diffusion pour la figure suivante. **c)** Evolution de la longueur moyenne de diffusion normalisée en fonction du nombre de billes. Pour chaque point, la valeur correspond à une moyenne des longueurs moyennes de diffusion pour chaque nombre de billes, sur plusieurs mesures, en prenant un crop similaire à celui montré en **a)**. La normalisation est faite de la même manière qu'en **fig. 2.d)**. Lorsque le nombre de billes est trop faible (<100) ou trop grand (>700), les conditions du mouvement brownien ne sont plus vraiment respectées et les longueurs moyennes mesurées ne sont plus fiables. Dans les conditions du mouvement brownien, la longueur moyenne de diffusion ne dépend pas de la densité de billes dans la cuve.