

Mouvement humain et mouvement brownien

Tom Maddalena¹, Christophe Clanet¹ & Caroline Cohen¹

LadHyX, École polytechnique, Route de Saclay, 91120 Palaiseau
tom.maddalena@ladhyx.polytechnique.fr

En sport ou lorsqu'il est question de mouvements humains en général, on peut quantifier la performance par le niveau de force, de vitesse et/ou encore de précision. Dans cette étude, on s'intéresse à la dernière : comment un archer est-il capable de viser le centre de la cible (aligner son viseur avec un disque de 12 cm à 70 m de distance) en exerçant une force de 250 N sur son arc ? Afin de caractériser et comprendre les mécanismes en jeu dans le contrôle et la précision des mouvements humains, nous réalisons une expérience modèle relativement simple. Une personne vise une cible à l'aide d'un pointeur laser, et nous filmons sa trajectoire. Certaines d'entre elles sont représentées sur la figure 1a. Elles peuvent rappeler les trajectoires du pointeur lors de la présentation d'un chercheur un peu stressé en conférence. Le mouvement semble partiellement aléatoire et forme une pelote centrée sur la cible. Cela suggère qu'il existe un bruit (musculaire) qui écarte le laser de la cible, et un contrôle qui tend à l'en rapprocher. En plaçant des masses de musculation de masse M sur le poignet de la personne qui réalise l'expérience, nous augmentons le bruit, et donc la taille des pelotes. Si l'on demande à la personne de réaliser la même expérience mais en fermant les yeux afin de supprimer le contrôle, les trajectoires - représentées sur la figure 1b - deviennent alors remarquables. Le pointeur laser ne reste plus centré sur la cible et s'en écarte progressivement. Ces trajectoires ne sont pas sans rappeler le mouvement brownien d'une particule de taille micrométrique à la surface d'un liquide, étudié par Jean Perrin en 1910 [1].

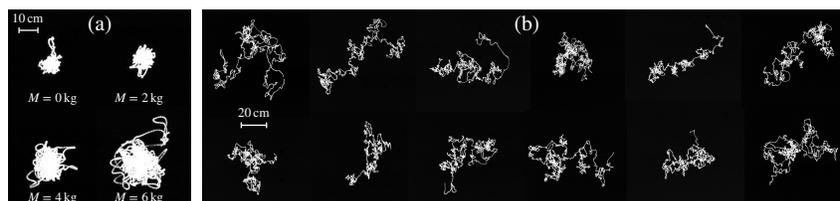


Figure 1. Trajectoires d'un pointeur laser, obtenues en demandant à une personne de viser une cible le bras tendu (a) les yeux ouverts et (b) les yeux fermés.

En s'inspirant de la théorie développée par Langevin [2] puis complétée plus tard par Ornstein et Uhlenbeck [3], et de la méthode d'analyse présentée dans [4], nous montrons comment nous pouvons remonter à l'équation de Langevin qui régit le mouvement de la visée humaine. Cela nous permet notamment de mesurer à partir de la trajectoire macroscopique, des paramètres microscopiques qui caractérisent le système psychomoteur humain. Nous discutons enfin les potentiels applications de cette expérience pour le diagnostic de maladies affectant le système neuronal ou musculaire.

Références

1. J. PERRIN, Mouvement brownien et molécules, *J. Phys. Theor. Appl.*, **9** (1), pp. 5–39 (1910).
2. P. LANGEVIN, Sur la théorie du mouvement brownien., *Compt. Rendus*, **146**, 530–533 (1908).
3. G.E. UHLENBECK & L.S. ORNSTEIN, On the theory of the brownian motion, *Physical review*, **36** (5), 823 (1930).
4. J.N. PEDERSEN *et al.*, How to connect time-lapse recorded trajectories of motile microorganisms with dynamical models in continuous time, *Physical review E*, **94**, 062401 (2016).