Les mystères de la rotation de l'oeuf dur !

Quelle est une facon simple de distinguer un oeuf frais d'un oeuf dur sans casser leur coquille ? Tout simplement en placant ces deux oeufs sur une table et en les faisant tourner comme des toupies. Avec un peu de pratique, l'oeuf dur risque de se dresser et de se mettre a tourner sur l'un de ses sommets... ce que l'oeuf cru est incapable de faire ! ...

En 2002, ce phénomène
contre-intuitif fut expliqué par deux mathematiciens, Keith Moffatt de l'Université de Cambridge et Yutaka Shimomura de l'Université Keio (Japon), dans un article paru dans le journal Nature. Ils avaient modélisé toutes les forces agissant sur un sphéroide en rotation. Ils avaient conclu que le frottement entre l'objet et la surface sur laquelle il tourne produit un effet gyroscopique qui permet la transformation d'une partie de l'energie cinétique de l'objet en energie potentielle, entrainant alors l'elevation de son centre de gravité. En fait, lorsque l'oeuf tourne, sa surface touche la table en un point unique qui décrit un cercle. Si la texture de la table est correcte, ni trop lisse, ni trop rugueuse, l'oeuf glissera legèrement tout en tournant. Ce glissement ralentit legèrement la rotation, introduisant une instabilité dans le mouvement. Ceci a pour conséquence d'incliner l'oeuf, soulevant un de ses sommets de la table, moment auquel l'effet gyroscopique rentre en jeu. La transformation d'une partie de son energie cinétique en energie potentielle permet à l'oeuf de se dresser. Cet effet est ensuite amplifié par le fait que, lorsque son sommet se soulève, l'oeuf se rapproche de son axe de rotation ce qui contribue à le faire tourner plus vite.
Pour entrer en jeu, ce phenomene necessite une vitesse de rotation critique, d'environ 10 révolutions par seconde. A contrario, il ne se produira pas pour un oeuf cru parce qu'une grande partie de l'energie cinetique de l'oeuf est dissipée par la resistance due au frottement entre la coquille de l'oeuf et l'intérieur liquide (le blanc et le jaune). L'energie restante s'avère alors insuffisante pour declencher l'effet gyroscopique.
Lors de sa parution, cet article avait été critiqué notamment du fait de l'approximation gyroscopique adoptee par les mathematiciens ; cette approximation suppose un frottement faible et une rotation elevée. Les auteurs, associes a Michal Branicki, un etudiant de Cambridge, viennent de publier de nouveaux travaux justifiant l'approximation utilisée et étendant la modelisation du mouvement de l'oeuf. En particulier, les chercheurs ont montré qu'un spheroide en rotation rapide peut parfois perdre contact avec la table et s'elever en une serie de sauts. La solution exacte pour le mouvement libre qui suit ce saut est analysée et la dependance temporelle de la distance entre la table et le spheroide est obtenue jusqu'au moment ou le contact entre l'oeuf et la table est rétabli. Les simulations numeriques sont en bon accord avec les resultats analytiques.
Selon le professeur Moffatt, toutes sortes d'idees pourraient decouler de ce modele... mais il rappelle avant tout qu'il est bon de savoir que les mathematiques peuvent toujours etre source d'amusement !

Source & infos complémentaires :
Agence pour la Diffusion de l'Information Technologique
Ambassade de France a Londres

Par

Publié sur Cafeduweb - Archives le samedi 4 juin 2005
Consultable en ligne : http://archives.cafeduweb.com/lire/5516-les-mysteres-rotation-l039oeuf-dur.html