LES AUTEURS

JEAN-MICHEL COURTY
professeur de physique à l'université Pierre-et-Marie-Curie, à Paris

ÉDOUARD KIERLIK
également professeur de physique à l'université Pierre-et-Marie-Curie

DES PENDULES DE FOUCAULT SUR PUCE

Pour mesurer les rotations d'un appareil, les gyromètres électromécaniques s'appuient sur la force de Coriolis – la même force qui permet au pendule de Foucault de mettre en évidence la rotation de la Terre sur elle-même.

Quel est le point commun entre un smartphone, une manette de jeu vidéo, un drone à quatre hélices, une automobile ou un gyropode? Chacun de ces objets dissimule un minuscule gyromètre: une puce électromécanique de taille millimétrique qui mesure en temps réel la vitesse de rotation de l'objet et qui peut, par intégration temporelle, en déduire son orientation dans l'espace, étape indispensable pour stabiliser celle-ci.

Malgré leur modernité, ces dispositifs s'inspirent d'instruments et de principes connus au XIXe siècle. Voyons lesquels et ce qu'il y a de nouveau.

S'ORIENTER À L'AVEUGLE

Pouvons-nous déterminer notre orientation dans l'espace et son évolution en l'absence de toute référence extérieure, par exemple dans une cabine de train dont les volets sont baissés ou dans un avion en plein brouillard? Nous serions tentés de répondre oui. Lorsque nous sommes en voiture, nous savons même les yeux fermés que la voiture accélère parce que nous sommes collés contre le dossier du siège, et que nous tournons parce que nous sommes déportés sur le côté. Ces forces ressenties sont des forces d'inertie, mesurables par des dynamomètres ou par l'inclinaison d'un fil à plomb.

Cependant, la mesure de ces forces ne permet pas toujours d'en déduire notre orientation. Un exemple? Lorsqu'un avion exécute un virage, le pilote incline l'avion, afin que la force ressentie par les passagers reste toujours selon la verticale du plancher. Avec un dynamomètre, on mesurerait une accélération supérieure à l'accélération de la pesanteur; mais il en serait de même si l'avion suivait une trajectoire incurvée vers le haut.

Le physicien français Léon Foucault a proposé deux solutions à cette difficulté. La première tourne et la seconde oscille. La solution tournante, c'est le gyroscope, qu'il a perfectionné en 1852. Grâce à une suspension adaptée, une masse en rotation très rapide autour d'un axe est libre de pivoter dans toutes les directions. Dans ces conditions, l'axe conserve sa direction quels que soient les mouvements de la suspension, solidaire de l'objet en mouvement, l'avion dans notre exemple. Un ensemble de gyroscopes permet ainsi de déterminer à chaque instant l'orientation de la cabine. Ce dispositif a longtemps été au service des aviateurs, mais son efficacité avait un prix: un poids et un encombrement notables, problème que n'a pas

© Illustrations de Bruno Vacaro