

## LES AUTEURS



JEAN-MICHEL COURTY et ÉDOUARD KIERLIK  
professeurs de physique à Sorbonne Université, à Paris

# DÉPRESSIONS SUR TERRE... ET DANS L'ÉVIER

Sur la planète, la direction des vents autour d'une dépression ou d'un anticyclone est déterminée par l'accélération dite de Coriolis. Selon une idée reçue, il en serait de même pour le sens du tourbillon dans un récipient qui se vide...

**L**e sens de rotation de l'eau dans un tourbillon d'évier dépend-il de l'hémisphère dans lequel on se situe ? Théorie et expériences répondent que non. On invoque souvent, comme origine de ce prétendu phénomène, l'accélération de Coriolis due à la rotation de la Terre sur elle-même. Comme nous le verrons, cette accélération est bien trop faible pour avoir un quelconque effet sur les écoulements de taille modeste. En revanche, elle a une influence sur les écoulements à l'échelle de la planète : elle détermine le sens de rotation des dépressions et des anticyclones et la direction des vents.

## QUESTION DE POINT DE VUE

Pour saisir ce qu'est l'accélération de Coriolis, autant l'expérimenter par soi-même, par exemple dans le manège inertiel de la Cité des sciences et de l'industrie,

à Paris. Il s'agit d'une salle cylindrique close, sans aucune vue vers l'extérieur, mise en rotation si modérée (4 tours par minute) que la force centrifuge n'est pas perceptible. Tant que l'on reste immobile, on n'a donc pas conscience que le manège tourne. En revanche, dès que l'on marche, on ressent une force qui déporte nos jambes et qui est d'autant plus intense que nous nous déplaçons vite. De même, la trajectoire d'une balle (ou autre projectile) lancée à travers la salle est déviée latéralement, toujours dans le même sens, quelle que soit la direction du lancer.

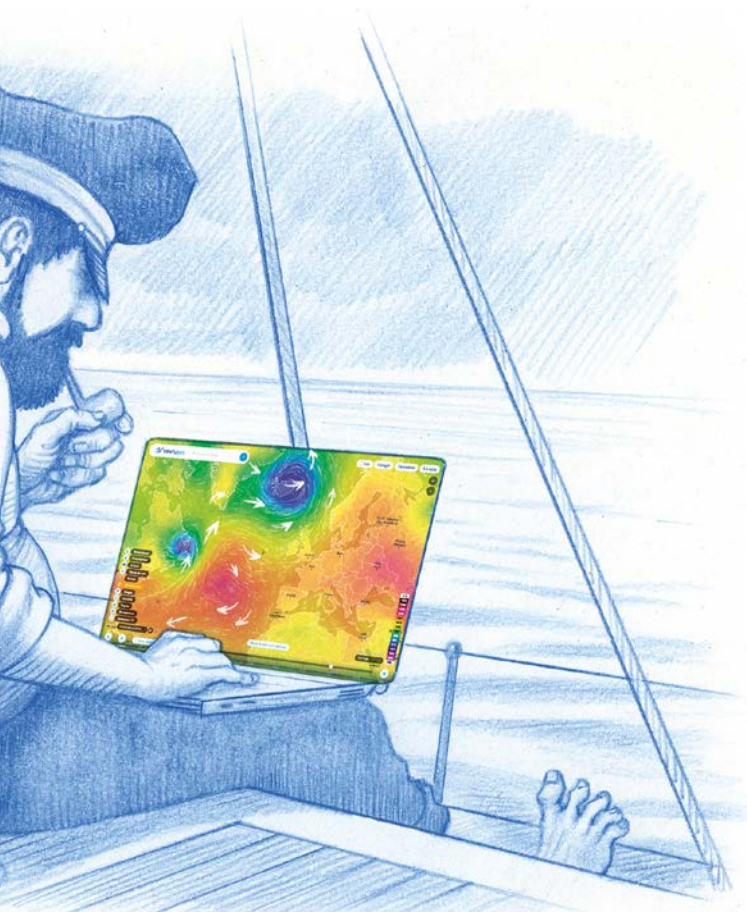
D'où vient cette déviation ? Pour le comprendre, changeons d'établissement et rendons-nous quelques kilomètres plus loin au palais de la Découverte, où le manège inertiel est grand ouvert. Pour un observateur extérieur, les trajectoires (en projection horizontale) des balles sont toutes droites (voir l'encadré page ci-contre) : si un expérimentateur placé au

Dans l'hémisphère Nord, autour d'un anticyclone (en rouge sur la carte de météorologie marine), les vents tournent dans le sens horaire. C'est l'inverse autour d'une dépression (en bleu foncé).

centre du manège vise une cible à la périphérie et lance droit vers elle la balle, la vitesse initiale vue de l'extérieur est bien dirigée vers sa cible ; mais pendant le parcours rectiligne de la balle, la cible bouge et sera manquée !

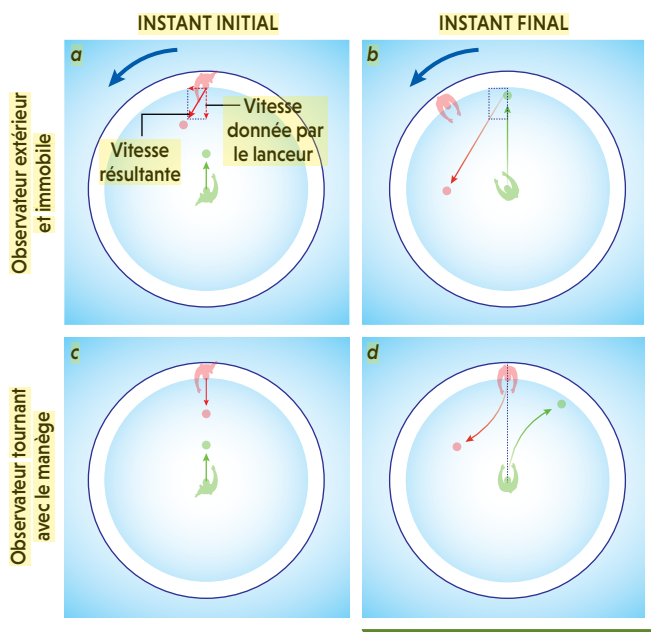
Pour la personne à l'intérieur, en revanche, la cible est immobile et c'est la balle qui est déviée. A *contrario*, si un expérimentateur à la périphérie vise une cible au centre, l'observateur extérieur verra que la vitesse initiale de la balle est la résultante de la vitesse imprimée de l'intérieur à la balle, correctement orientée vers la cible, et de la vitesse de l'expérimentateur en rotation. Elle sera donc





## EFFETS DE MANÈGE

On considère deux personnes tournant dans un manège, l'une positionnée au centre, l'autre à la périphérie. À un instant donné, chacune lance une balle en direction de l'autre. La description des trajectoires diffère selon que l'on adopte le point de vue d'un observateur extérieur au manège et immobile (a et b), ou le point de vue d'un observateur solidaire du manège (c et d). Vues d'un observateur extérieur, les trajectoires des ballons dans le plan horizontal sont rectilignes. Vues d'un observateur tournant avec le manège, les deux trajectoires sont déviées vers leur droite si le manège tourne dans le sens antihoraire. La situation est analogue pour les déviations des vents dans l'hémisphère Nord.



de biais par rapport à la direction de la cible: encore raté!

Dans cet exemple, on a l'impression que la simplicité est du côté de l'observateur immobile, tandis que l'expérimentateur, en rotation, doit invoquer des accélérations supplémentaires, appelées accélérations d'inertie, pour interpréter les phénomènes. Pourquoi alors ne pas s'en tenir au point de vue de l'observateur?

On n'a parfois pas le choix, notamment lorsqu'on vit sur Terre qui, comme un manège, tourne sur elle-même. Que nous importe alors le régime des vents par rapport à des étoiles fixes: on veut

connaître leurs mouvements par rapport au sol. Ces derniers sont, pour l'essentiel, horizontaux. Mais contrairement au cas du manège, l'axe de rotation terrestre n'est pas dirigé selon la verticale du lieu, sauf aux pôles. Cela complique la description des mouvements, y compris pour un observateur extraterrestre et immobile.

### ACCÉLÉRATIONS CENTRIFUGE ET DE CORIOLIS SUR TERRE

Restons donc sur notre Terre qui tourne. Pour décrire les mouvements des objets à sa surface, il faut, à l'accélération qui résulte des forces usuelles, ajouter deux accélérations d'inertie: d'une part,

l'accélération centrifuge, égale au produit de la vitesse du sol (due à la rotation) par la vitesse angulaire de rotation de la Terre; d'autre part, l'accélération de Coriolis, égale à deux fois le produit vectoriel de la vitesse de l'objet (par rapport au sol) par cette même vitesse angulaire de rotation.

On peut noter trois choses. Premièrement, la direction de l'accélération centrifuge ne dépend pas du sens de rotation, contrairement à celle de l'accélération de Coriolis. Deuxièmement, l'accélération centrifuge est nulle au pôle et atteint 0,03 mètre par seconde carrée ( $\text{m/s}^2$ ) à l'équateur. Autrement dit, elle est au moins 300 fois plus faible que l'accélération due à l'attraction gravitationnelle de la Terre. L'accélération de ce que >

Les auteurs ont récemment publié: **En avant la physique!**, une sélection de leurs chroniques (Belin, 2017).

