

Bricolo et compagnie

7^e SERIE

par Michel HENRY,
Université Pierre et Marie Curie, Paris.

Ce mois-ci, nous vous présentons quelques expériences sur les courants d'air, plus précisément sur les forces qui accompagnent le mouvement d'un fluide. La plupart de ces phénomènes sont d'observation assez courante, même si leur étude ne figure pas explicitement dans un programme scolaire.

La meilleure source de courants d'air est sans conteste une alimentation en air comprimé. A défaut, vous pouvez utiliser une soufflerie de laboratoire, un aspirateur ménager (dans le bon sens) ou, plus simplement encore, une bonne paire de poumons.

1) PHENOMENE DE VENTURI (fig. 1).

Matériel :

deux balles de ping-pong,
ruban adhésif,
supports,
fil à coudre.

— L'effet Venturi est la baisse de pression corrélative à un accroissement de la vitesse d'un fluide, accroissement provoqué en général par une diminution de la section.

L'équation classique $\Delta p + 1/2 \rho v^2 = \text{Cte}$, déduite du théorème de Bernouilli n'est applicable que dans le cas très particulier d'un fluide incompressible se déplaçant horizontalement. Elle n'est donc pas utilisable pour les expériences proposées.

L'effet Magnus est la poussée transversale subie par un solide en rotation, en principe un cylindre ou une sphère, placé dans un courant fluide non parallèle à l'axe de rotation.

Il est inutile, bien entendu, de fournir tous ces détails aux élèves, l'important, à leur stade, étant de prendre conscience du phénomène, plutôt que de l'analyser en détail.

Bibliographie :

- P. FLEURY, J.-P. MATHIEU. — *Mécanique physique*. Eyrolles, Paris, 1961.
R. COMOLET. — *Mécanique expérimentale des Fluides* (t. 1). Masson, Paris, 1967.
A. KASTLER, J.-P. MATHIEU, P. FLEURY. — *Dictionnaire de Physique*. Masson, Paris, 1984.

Expérience :

Collez à l'aide d'un petit morceau de ruban adhésif environ 50 cm de fil sur chaque balle, de façon à réaliser un pendule. Suspendez ces pendules à la même hauteur, en les écartant de quelques centimètres. Attendez qu'ils soient bien immobiles et assurez-vous de l'absence de vent coulis parasite. Soufflez entre les deux balles. Celles-ci se rapprochent.

Explication :

La mise en mouvement de l'air abaisse sa pression, qui devient plus faible entre les deux balles qu'ailleurs. La différence des forces de pression entre les faces « interne » et « externe » de chaque balle provoque le mouvement observé.

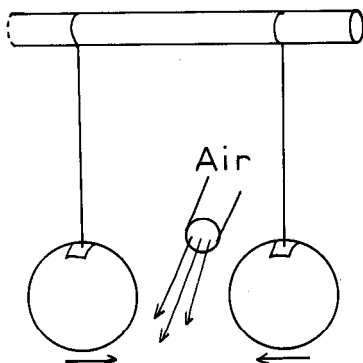


Fig. 1

2) PHENOMENE DE VENTURI (fig. 2).**Matériel :**

- un petit entonnoir, transparent si possible,
- une balle de ping-pong.

Expérience :

Placez la balle de ping-pong dans la main, ou sur une table, coiffez-la de l'entonnoir, puis soufflez dans celui-ci. La balle de ping-pong est soulevée et vient se coller contre les parois de l'entonnoir.

Explication :

C'est une autre manifestation du phénomène de Venturi. L'air est contraint de se déplacer entre les parois de l'entonnoir et la balle de ping-pong. La différence des forces de pression provoque l'ascension de la balle. Plus celle-ci est proche du fond de

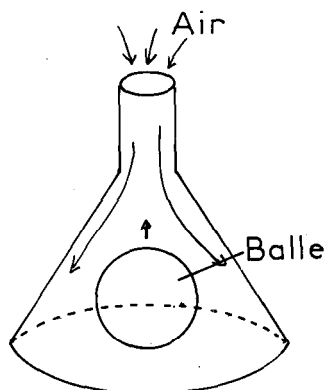


Fig. 2

l'entonnoir, plus la vitesse de l'air croît, la section offerte à son passage diminuant. Ceci explique la stabilité du phénomène.

Remarque.

L'effet Venturi est d'utilisation courante dans les trompes à eau, les vaporisateurs, les carburateurs de moteur à explosion, les becs Bunsen, où il assure l'alimentation en air..., etc.

3) EFFET MAGNUS (fig. 3).

Matériel :

une demi-feuille de papier machine,
planchette de bois rugueux d'environ 50×15 cm,
ruban adhésif.

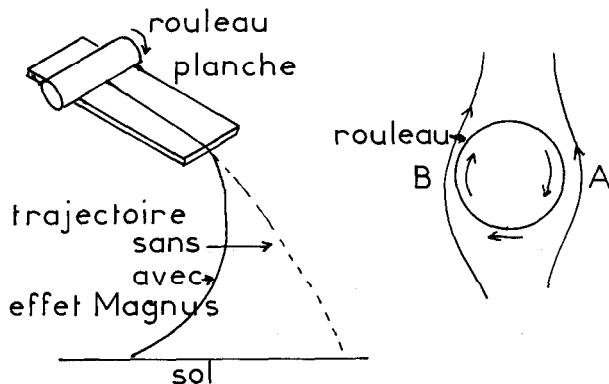


Fig. 3

Expérience :

Roulez la feuille de papier de façon à obtenir un cylindre de 21 cm de long et d'environ 3 cm de diamètre. Maintenez-le en forme avec un morceau de ruban adhésif tout du long.

Inclinez nettement la planchette (40 à 50°) et fixez-la à hauteur d'homme au-dessus du sol. Placez le cylindre en haut et laissez-le rouler sans glisser. Il atteint le sol nettement en dessous de la planchette.

Explication :

Le cylindre en rotation entraîne par viscosité une mince couche d'air. En A (fig. 3) l'air se déplace moins vite par rapport au cylindre qu'en B, les vitesses se retranchant dans le premier cas et s'ajoutant dans le second. Par effet Venturi, la pression y est plus forte et il apparaît une force « latérale » dirigée de A vers B qui provoque la déviation observée.

Remarque.

L'effet Magnus est utilisé par beaucoup de sportifs : joueurs de golf, de tennis, de ping-pong, et même de football. Le lecteur intéressé trouvera des indications complémentaires dans la référence 3.

4) TOURBILLONS (fig. 4).**Matériel :**

une bougie,
un morceau de bristol de 20×10 cm environ (ou rhodoïd transparent),
ruban adhésif.

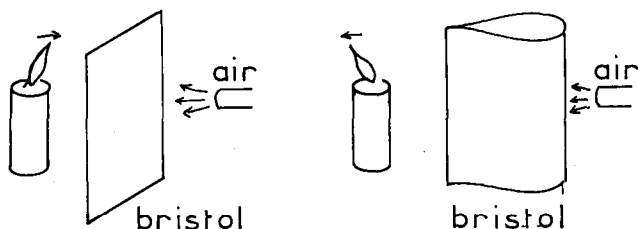


Fig. 4

Expérience :

La flamme de la bougie est utilisée comme détecteur de courants d'air. Une autre solution, moins sensible, consiste à suspendre une boule de papier (accessoire de cotillon) à un morceau de fil à coudre d'environ 50 à 60 cm.

Placez le morceau de bristol devant la bougie, puis soufflez. Notez que la flamme de la bougie est attirée vers l'écran.

Donnez au bristol la forme approximative d'une aile d'avion et recommencez l'opération. Notez que la flamme est repoussée.

Explication :

Le carton plat crée des tourbillons qui rabattent l'air derrière lui, ce que met en évidence la bougie. Quand l'obstacle est profilé, ces tourbillons sont fortement atténués.

Remarques.

1) Une variante simple consiste à utiliser une louche. Selon que vous soufflez dans la partie concave ou sur la partie convexe, la flamme de la bougie est attirée ou repoussée.

2) Cet effet d'aspiration est mis à profit par les coureurs cyclistes et peut-être aussi les oiseaux (resp. poissons) qui volent (resp. nagent) en groupe. Grâce à lui, les animaux qui se trouvent en seconde ou troisième position se fatiguent moins que s'ils se déplaçaient isolément.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] FLEURY, MATHIEU. — *Mécanique physique*. Eyrolles, Paris, 1961.
- [2] COMOLET. — *Mécanique expérimentale des fluides*. Masson, Paris, 1979.
- [3] DUREY, LAURENT, JOURNEAUX. — *Bull. Un. Phys.* n° 652, p. 757 (mars 1983).

Complément : *Diamagnétisme d'une bougie* [4].

Plusieurs collègues m'ont écrit à propos de cette expérience, me signalant qu'elle réussissait aussi bien — sinon mieux — avec deux morceaux de bois, deux gommess... que deux aimants.

Il s'agit là d'un autre phénomène, un « effet de cheminée », qui modifie considérablement le régime de combustion de la bougie, et qui ne doit pas être confondu avec l'action du champ magnétique.

Il est intéressant, et instructif, d'effectuer la comparaison entre l'action des deux aimants et celle d'un matériau quelconque non magnétique, pour bien distinguer les deux effets. Le diamagnétisme se manifeste alors que la distance entre les aimants est trop grande pour que l'effet de cheminée soit appréciable. J'avais également signalé la possibilité de créer le champ magnétique grâce à un électro-aimant, ce qui simplifie l'analyse de l'expérience.

- [4] M. HENRY. — *Bull. Un. Phys.* n° 656, p. 1257 (juillet 1983).
-