

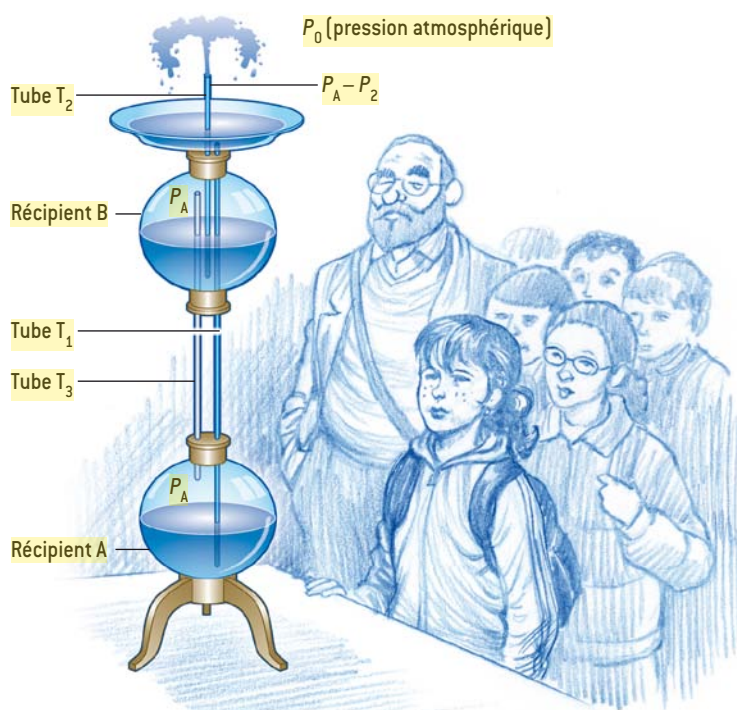
Du côté supérieur, tant que l'eau n'a pas rempli entièrement la paille, ce liquide demeure en contact avec de l'air qui exerce toujours, sous l'effet de l'agitation moléculaire, une pression sur sa surface, donc une force qui s'oppose à sa montée. L'eau monte dans la paille uniquement parce qu'à son extrémité inférieure, l'atmosphère exerce une pression supérieure. En résumé, si l'eau monte, ce n'est pas parce que l'on tire sur elle et qu'elle est mise sous tension comme le serait une corde, mais parce qu'on établit une différence de pression entre ses deux surfaces libres.

La hauteur atteinte traduit alors l'équilibre entre le poids de la colonne d'eau soulevée et les forces de pression qui s'exercent à ses extrémités. Au sein d'un fluide incompressible et immobile, la pression hydrostatique est le produit de la masse volumique du fluide (un kilogramme par litre pour l'eau), de l'accélération de la pesanteur et de la profondeur : c'est le poids de la colonne d'eau rapporté à sa section. La différence de pression imposée pouvant être arbitrairement grande, il n'y a pas de limite à l'élévation possible : dix mètres d'eau avec une atmosphère de pression (en faisant le vide d'un côté), mais beaucoup plus si, à l'entrée, l'eau est sous forte pression comme dans une pompe à refoulement.

Une question de hauteurs d'eau

Le siphon fonctionne comme une paille, mais l'aspiration est inutile parce que la pression au point le plus haut du tuyau en $\cap$ est réduite. On s'en rend compte en analysant comment varie la pression dans la partie descendante [gauche] du tuyau en $\cap$. Bouchons avec la main l'extrémité du tuyau qui est dans le récipient [l'aquarium de la figure 2]. L'eau s'arrête alors de couler (à condition que le diamètre du tuyau ne soit pas trop grand ; sinon, des bulles d'air s'infiltreraient aisément dans le conduit). Pourquoi ?

À l'extrémité ouverte, l'eau est en contact avec l'air et subit donc la pression atmosphérique. La pression au sommet du tuyau est ainsi diminuée de la pression hydrostatique de la colonne d'eau de la partie gauche du tuyau en $\cap$. Au niveau de la main, la pression est égale à la pression hydrostatique de la



3. DANS LA FONTAINE DE HÉRON, la pression P_A dans le récipient clos A est égale à $P_0 + P_1$, où P_0 est la pression atmosphérique et P_1 la pression hydrostatique due à l'eau contenue dans le tube T_1 . Dans le récipient clos B, la pression est aussi égale à P_A , grâce au tube d'air T_3 reliant A à B. La pression de l'eau à l'extrémité supérieure du tube T_2 , si cette extrémité est fermée, est alors égale à $P_A - P_2 = P_0 + P_1 - P_2$, où P_2 est la pression hydrostatique due à l'eau contenue dans le tube T_2 . Le tube T_1 étant plus long que T_2 , on a $P_1 > P_2$, donc $P_A - P_2$ est supérieure à P_0 , la pression atmosphérique ; c'est pourquoi l'eau jaillit du tube T_2 .

colonne d'eau de la partie droite du tuyau, mais, cette colonne étant plus courte que celle de gauche, sa pression hydrostatique demeure inférieure à la pression atmosphérique : il s'ensuit qu'au niveau de la main, il y a dépression. On peut ainsi affirmer que c'est le poids de la colonne de gauche, supérieur à celui de la colonne de droite, qui est responsable de la montée à droite.

Dans le cas d'un siphon inversé, où le tuyau est en forme de U, on obtient la conclusion contraire : c'est le poids de la colonne la plus haute qui appuie pour faire jaillir l'eau à l'extrémité la plus basse. C'est ainsi que fonctionne le pont-siphon, un ouvrage d'art qui, comme le siphon de l'Yzeron à Sainte-Foy-lès-Lyon, fait franchir à l'eau, grâce à un dénivelé, une vallée encaissée.

Qu'advient-il lorsqu'on retire la main et que l'eau s'écoule de nouveau ? Une analyse énergétique s'impose : il faut alors prendre en compte le travail des forces de pression, le travail du poids, les variations de l'énergie cinétique du fluide et la dissipation d'énergie due à la viscosité et aux turbulences, que

LES AUTEURS



Jean-Michel COURTJY et Édouard KIERLIK sont professeurs de physique à l'Université Pierre et Marie Curie, à Paris. Leur blog : <http://blog.idphys.fr>

Retrouvez les articles de J.-M. Courty et E. Kierlik sur www.pourlascience.fr

