

cuisine, l'écoulement est libre et se déroule à petite échelle (quelques centimètres). Dans un chauffe-eau, en revanche, la différence de pression due aux différences de densité entre l'eau chaude et l'eau froide doit compenser la perte de charge (diminution de la pression le long de l'écoulement) qui résulte de la résistance d'un fluide visqueux à l'écoulement dans de longs tuyaux.

Compenser la perte de charge

Lorsque l'écoulement n'est pas turbulent, cette perte de charge obéit à la loi dite de Poiseuille : elle varie comme le produit du débit par la longueur du tuyau et la puissance quatrième de son diamètre.

Pour s'assurer de la faisabilité du dispositif, comparons la différence de pression entre le bas d'une colonne d'eau à 20 °C et le bas d'une colonne identique d'eau à 50 °C (température aisément atteinte dans un chauffe-eau solaire à usage domestique). La différence de masse volumique entre ces deux températures étant d'une dizaine de grammes par litre, la différence de pression hydrostatique vaut environ 100 pascals (un millième d'atmosphère) pour une colonne haute de un mètre.

Pour calculer la perte de charge, il faut estimer le débit de l'installation. Atteindre 50 °C dans le ballon d'eau chaude nécessite une hausse de 30 °C par rapport à la température ambiante. Comme il faut 4 kilojoules pour élever de un degré la température d'un litre d'eau, il faudra, avec un capteur solaire de deux mètres carrés, environ une minute pour chauffer convenablement un litre d'eau si l'on suppose que toute la puissance lumineuse (de l'ordre de un kilowatt par mètre carré) est convertie en chaleur. Avec un débit de un litre par minute dans des tuyaux de diamètre intérieur de l'ordre du centimètre, on trouve une perte de charge d'environ 70 pascals par mètre de tuyau.

Or, comme on l'a vu, la différence de pression hydrostatique entre eau chaude et eau froide est d'environ 100 pascals par mètre vertical. Cela signifie que, en ordre de grandeur et à condition d'utiliser des tuyaux pas trop étroits, la convection

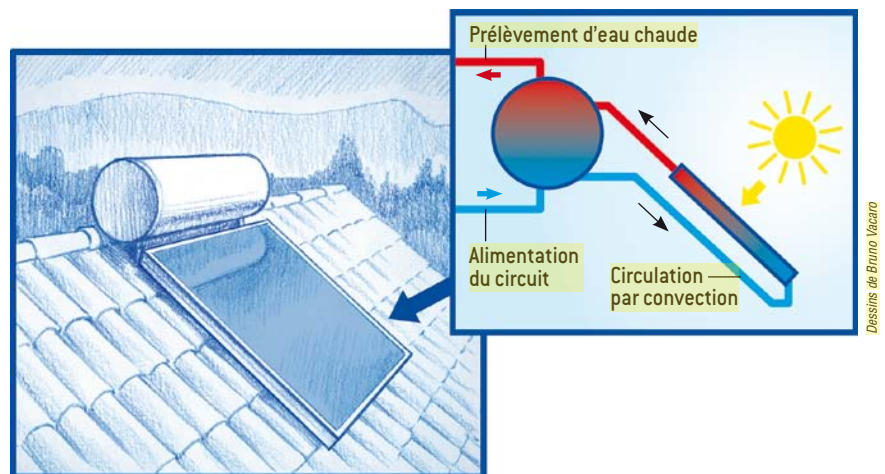
thermique peut faire circuler l'eau dans un tel système. Cela montre aussi que la mise au point et le dimensionnement d'un dispositif efficace exigent un réel savoir-faire, car la marge de manœuvre est faible.

Il y a tout de même un prix à payer. Comme l'eau chaude s'élève, il faut placer le réservoir au-dessus des capteurs solaires, et non au-dessous comme on aurait envie de le faire lorsque les capteurs sont sur le toit d'une maison. Les chauffe-eaux solaires à thermosiphon se reconnaissent ainsi à leur réservoir installé

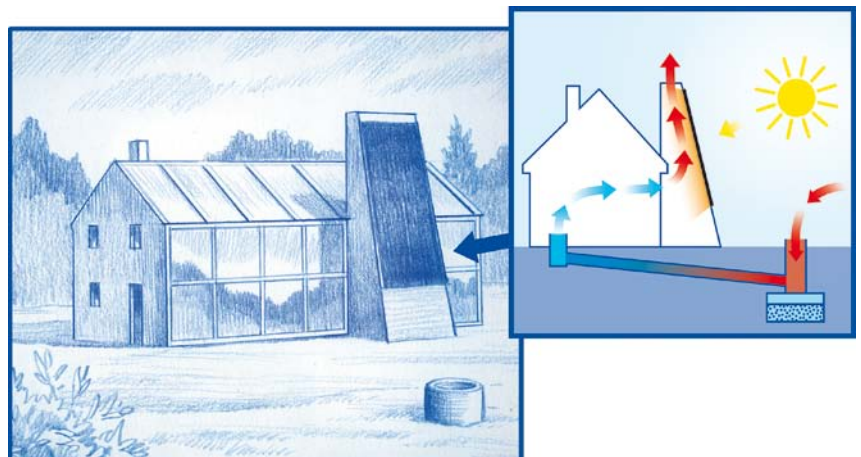
LES AUTEURS



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



2. DANS UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE, l'eau froide (*en bleu*) est chauffée à l'intérieur d'un panneau qui absorbe le rayonnement du Soleil. Devenue plus chaude donc moins dense (*en rouge*), elle tend à s'élever et crée une circulation qui l'amène au réservoir, surélevé par rapport au panneau.



3. L'EFFET DE THERMOSIPHON peut être utilisé pour rafraîchir une maison. L'air contenu dans la cheminée est chauffé par la façade absorbante, et la différence de température entre cet air et celui qui a été refroidi sous terre crée une circulation. De l'air frais pénètre ainsi dans les pièces à vivre de la maison, tandis que l'air chaud est évacué.

BIBLIOGRAPHIE

S. A. Kalogirou, *Solar thermal collectors and applications*, *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 30(3), pp. 231-295, 2004.



Retrouvez la rubrique
Idées de physique sur
www.pourlascience.fr

près du faite de la toiture. Ce n'est pas toujours esthétique, mais ces dispositifs ont l'avantage de fonctionner sans coupure de courant et leur entretien est minime : il n'y a pas de pompes, ni d'appareils pour les contrôler !

Une cheminée... rafraîchissante !

Le principe du thermosiphon permet aussi de se passer d'une climatisation électrique et de rafraîchir l'intérieur d'une maison (voir la figure 3). Dans ce cas, ce sont les différences de masse volumique entre air chaud et air froid que l'on met à profit. Si la masse volumique de l'air est un millier de fois inférieure à celle de l'eau, l'effet de l'échauffement est bien plus important : une hausse de 30°C diminue de dix pour cent

la masse volumique de l'air, et non pas de un pour cent comme dans le cas de l'eau.

Pour bénéficier de cette différence de masse volumique, on peut construire une cheminée dont la façade exposée au soleil est peinte en noir, de façon à chauffer l'air qu'elle contient sur une hauteur de plusieurs mètres. Si l'air s'échauffe de 60°C sur une hauteur de cinq mètres, la différence de pression hydrostatique est de l'ordre de dix pascals. C'est peu : environ un dixième de la dépression caractéristique associée à une ventilation mécanique qui crée une circulation rapide de l'air dans les conduits d'aération. Mais, en faisant circuler l'air en sous-sol pour refroidir préalablement l'air ambiant, en utilisant des conduits de gros diamètre ou les grands volumes d'une maison, cela peut suffire, à condition d'éviter toute perte ou tout effet parasite. ■

LUMIÈRE SUR LES SCIENCES

62^E CONGRÈS NATIONAL DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE & CHIMIE

26 ~ 29 OCT. 2014 / LYON

Informations & renseignements : www.udppc.asso.fr/lyon2014

udppc

Conception et Création graphique : Alice Lavail, Mélissa Jiguet et Marie-Lou Garon



SciLogs

La nouvelle communauté de blogueurs scientifiques francophones

De blogs en blogs,
explorez la science en direct
avec ceux qui la font,
commentez les articles
et participez au débat !

Complexités

Vos raisonnements et conceptions seront remis en question par **Jean-Paul Delahaye**, auteur de la rubrique Logique et Calcul dans *Pour la Science*. Dans son blog, il présente des jeux et énigmes mathématiques, des paradoxes logiques et numériques et des nouveautés en informatique.



Signal sur bruit

Découvrez les réflexions de l'astrophysicien **Richard Taillet**. Matière noire, énergie sombre et autres découvertes en physique et astrophysique... votre soif de connaissance sera assouvie !

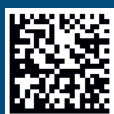


Best of Bestioles

Explorez chaque semaine les merveilles du monde animal, dans le blog de **Loïc Mangin**, rédacteur en chef adjoint de la revue *Pour la Science*. Insectes, mammifères, crustacés, amphibiens et bien d'autres n'auront bientôt plus de secrets pour vous !



Retrouvez aussi les autres communautés « SciLogs » :
déjà plus de 140 blogueurs scientifiques à l'international !



Connectez-vous
maintenant
pour découvrir
www.SciLogs.fr !



Suivez les dernières actualités
des blogueurs également
sur les réseaux sociaux

Proposé par **POUR LA SCIENCE**