

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1990)
Heft: 7

Artikel: Suivez les bulles!
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-971551>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Suivez les bulles !

Rien n'est aussi difficile que de définir comment l'air se déplace dans une pièce ventilée. C'est pourtant un problème qui touche autant la salubrité et le bien-être que les économies d'énergie. Des chercheurs du Poly ont résolu le problème en utilisant de simples bulles de savon.

Qu'y a-t-il de commun entre un hôpital, une discothèque, un restaurant, une halle d'usine et un abri de protection civile ? Réponse : tous ces locaux sont fermés, et destinés à accueillir de nombreuses personnes. En d'autres termes, ils ont tous besoin d'un système de ventilation efficace, capable d'évacuer l'air vicié que la respiration humaine a chargé de gaz carbonique, et de le remplacer par de l'air frais oxygéné.

Les installations de ventilation sont devenues si communes, que personne n'y prend garde en entrant dans un bâtiment. Sauf les ingénieurs, qui savent que les concevoir n'est pas chose facile. En effet, une bonne ventilation doit aérer efficacement tous les endroits où des personnes sont susceptibles de se trouver, mais elle ne doit pas créer pour autant de courants d'air sensibles : ils engendreraient un "inconfort thermique" qui serait vite désagréable.

La difficulté de ce travail provient évidemment du fait que les mouvements de l'atmosphère au sein d'une pièce ne sont pas faciles à saisir, et encore moins à quantifier. Ainsi, les ingénieurs travaillent-ils souvent par empirisme : ils déterminent la puissance des ventilateurs en fonction du volume à aérer, et, pour disposer les différentes bouches d'aération, ils se contentent de connaître la géométrie des panaches d'air engendrés à leur sortie.

Cette approche ne tient cependant compte ni des obstacles architecturaux rencontrés par le flux d'air, ni des sources de chaleur — comme les gros ordinateurs

— qui peuvent détourner, ou ralentir, la circulation de l'air. C'est pourquoi, lorsque le budget le permet, ou lorsqu'il s'agit par exemple de construire plusieurs dizaines de pièces identiques pour un grand hôtel, on fabrique une maquette grandeur nature des futurs locaux, afin de comparer plusieurs variantes de l'installation. La visualisation des courants se réalise alors par injection de fumée dans la bouche d'air, ou par de complexes études thermiques faisant appel à

des plaques métalliques chauffées et à des caméras infrarouges.

Mais ces méthodes ne permettent pas de reproduire vraiment ce que les techniciens nomment le "champ de vitesses", autrement dit la carte qui indique la direction et la vitesse de l'air en tous points d'une pièce. Il y a bien un moyen d'y parvenir en baladant un anémomètre partout dans l'espace. Mais ce procédé est vite fastidieux, et il n'est guère efficace si les courants et les turbulences varient dans le temps, comme

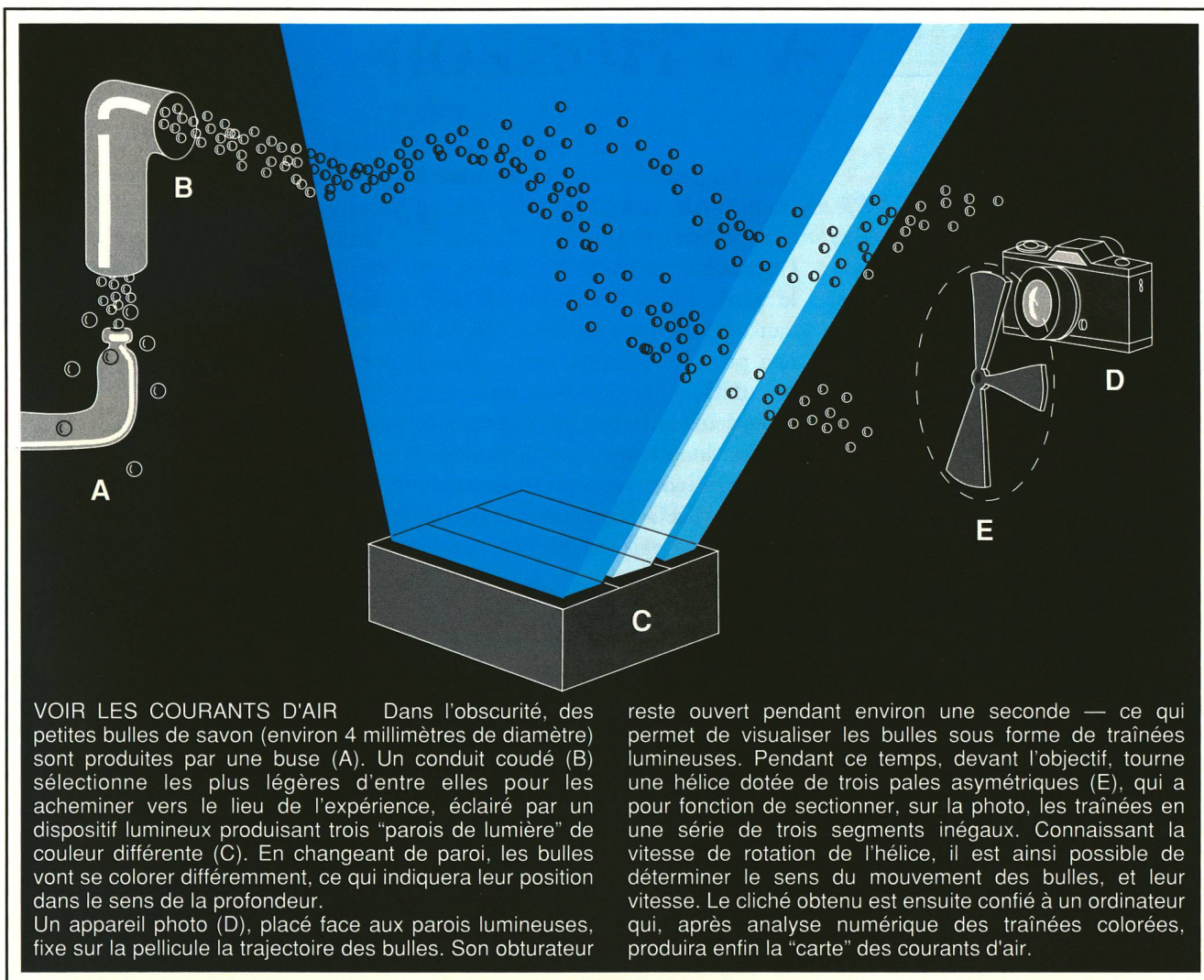
c'est très souvent le cas.

C'est en ayant recours à de simples bulles de savon, que trois chercheurs de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Gregory Gottschalk, Peter Tanner et Zsolt Révész (à l'Institut de technique énergétique), ont développé un appareillage capable de déterminer efficacement ces champs de vitesses dans une pièce ventilée. Car les bulles ont non seulement l'avantage d'évoluer au gré des courants d'air, mais elles se comportent encore comme de... petits miroirs.

L'astuce du procédé consiste à plonger la pièce



De petites bulles de savon passant dans la lumière ont laissé ces trajectoires brisées sur la pellicule (la reproduction en noir et blanc ne rend évidemment pas compte des variations de couleurs dues au passage des bulles dans les plans de lumière colorée). (Photo: EPFZ)



VOIR LES COURANTS D'AIR Dans l'obscurité, des petites bulles de savon (environ 4 millimètres de diamètre) sont produites par une buse (A). Un conduit coudé (B) sélectionne les plus légères d'entre elles pour les acheminer vers le lieu de l'expérience, éclairé par un dispositif lumineux produisant trois "parois de lumière" de couleur différente (C). En changeant de paroi, les bulles vont se colorer différemment, ce qui indiquera leur position dans le sens de la profondeur. Un appareil photo (D), placé face aux parois lumineuses, fixe sur la pellicule la trajectoire des bulles. Son obturateur

reste ouvert pendant environ une seconde — ce qui permet de visualiser les bulles sous forme de traînées lumineuses. Pendant ce temps, devant l'objectif, tourne une hélice dotée de trois pales asymétriques (E), qui a pour fonction de sectionner, sur la photo, les traînées en une série de trois segments inégaux. Connaissant la vitesse de rotation de l'hélice, il est ainsi possible de déterminer le sens du mouvement des bulles, et leur vitesse. Le cliché obtenu est ensuite confié à un ordinateur qui, après analyse numérique des traînées colorées, produira enfin la "carte" des courants d'air.

dans l'obscurité et à allumer un dispositif qui produit trois "parois de lumière" parallèles de quatre centimètres d'épaisseur chacune. Une verte, une rouge et une bleue, qui se succèdent sans que leurs lumières ne se mélangent. De surcroît, pour ne pas créer des courants ascensionnels qui fausseraient les mesures, ces trois sources de lumière sont "froides" — un exploit qui a demandé quatre années de recherche !

Lorsque les bulles passent d'une "paroi" à une autre, elles reflètent à chaque fois une couleur différente, trahissant du même coup leur direction et leur vitesse. Un appareil de photo saisit les traînées colorées des bulles lors d'une pose prolongée, puis cette image est traitée par un ordinateur pour produire la carte du champ de vitesses.

Pour l'instant, l'appareillage permet d'observer les mouvements de l'air sur douze mètres carrés et sur une profondeur d'une quinzaine de centimètres — ce qui

est suffisant pour la plupart des applications. Mais les chercheurs du Poly pensent ajouter d'autres parois de lumière pour augmenter le champ d'observation dans le sens de la profondeur. Ils s'efforcent actuellement d'améliorer leur programme informatique de façon à tenir notamment compte du poids des bulles (!) qui les entraîne peu à peu vers le plancher et qui les fait dévier dans les virages...

La méthode des bulles n'est pas seulement un nouvel outil pour améliorer l'efficacité des installations de ventilation et le confort d'habitation : les ingénieurs pourront l'utiliser afin de comparer leurs modèles mathématiques de circulation d'air avec la réalité. Ces modèles connaissent aujourd'hui un développement fulgurant grâce aux super-ordinateurs de dernière génération (comme les fameux *CRAY-2*), enfin capables de réaliser les innombrables calculs nécessaires à simuler les mouvements complexes des masses d'air.

