

**Zeitschrift:** Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique  
**Herausgeber:** Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique  
**Band:** - (2001)  
**Heft:** 51

**Artikel:** Avalanches d'eau sous le Léman  
**Autor:** Frei, Pierre-Yves  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-556155>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.02.2026

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

# Avalanches





# d'eau sous le

# Léman

Regardez-le comme il a l'air calme et serein. Pourtant, le Léman, comme tant d'autres lacs, a ses humeurs. Il est parcouru de frissons, de spasmes, de convulsions même. Des chercheurs lausannois prennent depuis trois ans sa température.

PAR PIERRE-YVES FREI  
PHOTO MYRIAM RAMEL

**L**'état de santé du Léman intéresse l'équipe d'Ulrich Lemmin, adjoint scientifique au Laboratoire de recherches hydrauliques à l'EPFL. La thèse d'Ilker Fer, l'un de ses étudiants, nous apprend ainsi que les flancs du plus grand et du plus profond (environ 300 mètres) lac de Suisse sont régulièrement agités par d'importants courants d'eau froide qui plongent depuis la surface jusque dans ses profondeurs et dont on ignorait presque tout jusqu'à maintenant.

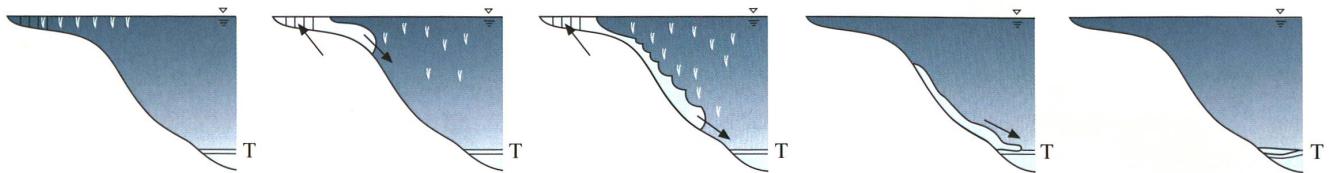
Une découverte de spécialistes et seulement de spécialistes? Bien moins qu'on ne le croit. «Avec l'augmentation de la population et des activités industrielles, dit Ulrich Lemmin, il va y avoir une pression croissante sur l'eau de qualité, potable s'entend. Savoir gérer nos lacs pour assurer cette qualité est une priorité. Mais pour cela, il faut tout

connaître de leur fonctionnement interne, du transport et du mélange des masses d'eau.»

#### **L'eau froide coule**

Mélange d'eau? Mais comment l'eau se mélangerait-elle à l'eau? «La température, répond Ulrich Lemmin, la température. Une eau plus froide est plus dense et coule. Une eau plus chaude, moins dense, remonte en surface et s'y maintient tant qu'elle garde cette température.» Voilà donc ce qui ferait une bonne partie de la complexité du lac, un empilement de couches d'eau de températures différentes.

De toute évidence, cette stratification aquatique n'est en rien figée. Elle change selon les saisons. Principalement en surface. En été, les 20 premiers mètres de la colonne d'eau, patiemment chauffés par le soleil, peuvent atteindre une température d'environ



De gauche à droite: l'eau froide s'accumule sous forme de plumes (paquets d'eau) à la surface. Dans les zones peu profondes, l'eau froide forme une masse plus importante, qui commence à glisser le long du bord, comme une avalanche. Des différences de vitesse et de température entre eaux l'agitent de turbulences. Lorsqu'elle atteint le niveau de la thermocline (T), elle s'arrête et se mêle à la couche d'eau de fond.

20 degrés. Ensuite, celle-ci chute brusquement jusqu'à 7 degrés, un seuil qui marque la thermocline, une couche qui se situe entre 50 et 70 mètres de profondeur. Quant aux couches les plus profondes, jusqu'à 300 mètres dans le lac Léman, leur température chute rarement au-dessous des 5,5 degrés.

### Comme en ébullition

En hiver, des changements radicaux s'installent. Les couches chaudes disparaissent. La surface du lac voit sa température baisser drastiquement jusqu'au-dessous des 10 degrés. Devenue plus froide et donc plus dense, cette eau coule, tandis que les eaux plus profondes et plus chaudes – puisqu'elles n'ont pas été en contact avec l'extérieur – remontent du fait de leur moindre densité. «Celles-ci arriveront en surface où elles seront refroidies avant de plonger à leur tour, continue le spécialiste de l'EPFL. Ces masses d'eau descendantes et montantes créent ce qu'on appelle des «boucles de convection», un peu à l'image ce qui se passe dans une casserole d'eau qu'on porte à ébullition. Ces mouvements sont d'une très grande importance, car ce sont eux qui permettent à l'oxygène capté par l'eau de surface de descendre dans les couches profondes et de les oxygénérer. Un phénomène essentiel à la préservation de la qualité de l'eau.»

### Risque d'anoxie

Résumons: en été, pas ou très peu de courants de convection, oxygénation nulle ou faible des fonds. En hiver, le système se met en marche et les fonds reçoivent leur dose d'oxygène. Cela pour autant que l'hiver soit suffisamment rigoureux. Or, ces quinze dernières années, les hivers ne l'ont pas été suffisamment, au point qu'à quelques reprises,

les fonds du lac se sont retrouvés en situation anoxique, autrement dit sans oxygène. Une situation guère favorable aux espèces vivant en profondeur.

«L'oxygène est indispensable pour dégrader les organismes morts qui s'amoncellent au fond, précise Ulrich Lemmin. Sans cela, certaines espèces chimiques s'accumulent et remontent vers la surface comme le phosphore, surtout produit par la pollution. Celui-ci encourage la prolifération des algues et contribue à l'eutrophisation du lac, c'est-à-dire à la diminution de la quantité d'oxygène. C'est alors le cercle vicieux qui a pour conséquence une forte dégradation de la qualité des eaux.»

### Autres sources à trouver

Mais n'y a-t-il vraiment que ces mouvements verticaux de convection pour oxygénérer le lac? Les scientifiques pensent qu'il existe d'autres sources, qu'il faut absolument trouver et quantifier pour, à terme, obtenir un modèle, une simulation numérique la plus réaliste possible des transports et du mélange des masses d'eau lacustres. Les sources possibles? Les rivières qui se jettent dans le lac, mais aussi des ondes internes provoquées par le soudain arrêt des vents qui induirait un mouvement de bascule de la masse d'eau et finalement des courants de densité côtiers, l'hypothèse creusée depuis trois ans par l'équipe de l'EPFL.

«Notre idée était que, pendant l'hiver, au bord du lac, où la profondeur est faible, des couches d'eau froide devaient s'accumuler et du fait de leur densité élevée, glisser avec leur chargement d'oxygène sur les flancs jusqu'au fond du lac. Nous avions plusieurs choses à vérifier: d'abord l'existence de ces courants,

appelés «courants de densité», puis leur éventuel potentiel à approvisionner les fonds en oxygène.»

### 5 cm à la seconde

Après trois ans d'enquête minutieuse, les Lausannois ont apporté un «oui» à la première question et un «oui, mais» à la seconde. Le phénomène des avalanches d'eau froide existe, c'est indéniable. Il a même été cerné avec tant de précision que l'on a pu calculer sa vitesse (environ 5 centimètres par seconde), son épaisseur (entre 15 et 20 mètres), ce qui représente sur l'ensemble du lac un transport d'eau d'un volume dix fois supérieur à l'apport des rivières. On s'est même étonné des turbulences qui l'agitent, des pics de vitesse qu'il connaît et des différences de température qui le caractérisent.

Quant au rôle de ces courants côtiers de densité dans l'oxygénation des fonds, il faut admettre qu'il est limité. Certes, ils plongent vers les profondeurs, mais ils freinent brusquement entre 70 et 100 mètres, là où se trouve la thermocline en hiver, pour s'y diluer et finir ainsi leur voyage.

### Déplacement en longueur?

Mais le travail de l'équipe de l'EPFL n'est pas pour autant terminé. Elle soupçonne maintenant un autre phénomène assez similaire au premier. En hiver, des masses d'eau froide s'accumuleraient dans le petit lac, profitant de sa faible profondeur, avant de glisser vers les «abysses» du grand lac. Un déplacement de masses d'eau qui s'effectuerait non plus dans la largeur, mais dans la longueur de cet immense bassin qu'est le Léman, qui, décidément, cache bien son jeu.