

Le Léman raconté par les sciences (2/8)

Un réservoir naturel remuant de courants

> Limnologie La dynamique du lac est complexe. La saisir est crucial pour gérer les eaux et les polluants et sédiments qu'elles charrient

Olivier Dessibourg

Au pied des Alpes, couché devant les vignobles de Lavaux, il apparaît comme une vaste étendue d'eau dormante. Mais le Léman est tout sauf une calme baignoire naturelle. C'est un système hautement dynamique, caractérisé par des processus complexes, qui varient dans toutes les dimensions, spatiale, temporelle, densimétrique, thermique. Un système que les chercheurs travaillent à comprendre depuis plus d'un siècle, et visent aujourd'hui à modéliser, afin de mieux en gérer le contenu, de pister ce qui y rentre (eau, sédiments, polluants), ce qui en sort et par où ces éléments ont transité. «Si le lac vit, c'est grâce à la physique», résume Ulrich Lemmin, professeur de limnologie physique à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

Le lac Léman est alimenté par diverses rivières (dont le Rhône, avec un débit moyen de 181 m³/sec), ce qui crée un peu d'agitation. Mais «c'est sans conteste aux vents que sont dus les courants les plus violents», écrivait déjà en 1931 Louis Kreitmann, l'inspecteur principal des Eaux et Forêts, qui a poursuivi les travaux menés au début du XX^e siècle par le Vaudois François-Alphonse Forel, pionnier de la limnologie, cette «science des eaux superficielles continentales ou intérieures». L'image générale est, désormais, assez claire.

«Le premier effet causé par les vents est de faire s'accumuler davantage d'eau d'un côté du lac, explique Walter Wildi, directeur de l'Institut F.A. Forel à l'Université de Genève.

Par exemple, quand souffle la bise, le niveau peut être temporairement 30 cm plus haut à Genève qu'à Montreux.» Un phénomène que Forel a nommé «seiche». Cet apport local et

temporaire d'eau étant soumis aux lois de la gravité, il tend à refluer. Et c'est finalement tout le volume du lac, pour retrouver son équilibre, qui se met à onduler. «Mais l'influence des seiches elles-mêmes sur les courants s'est avérée minime», dit Ulrich Lemmin.

En surface, ces courants qui atteignent une vitesse de l'ordre de plusieurs centimètres par seconde sont créés directement par les vents et entraînent la couche superficielle du lac. «Parce que le Léman est d'une taille appropriée, s'applique alors la force de Coriolis qui, à cause de la rotation de la Terre, fait dévier vers la droite, dans l'hémisphère Nord, toute force de mouvement principale, dit Andrew Barry, professeur de technologie écologique à l'EPFL. Si bien que les courants se mettent aussi à tourner dans le bassin.» En fait, par des processus plus subtils, «il se crée souvent, non pas un seul mais deux de ces tourbillons appelés «gyres»: en cas de bise, l'un dans le Grand Lac, au large de Morges, et l'autre dans le Haut-Lac, vers Le Bouveret», complète Ulrich Lemmin.

Ce jeu des courants lacustres se complexifie encore lorsque entrent en scène les «thermiques», vents causés par le déplacement des masses d'air chauffées sur les coteaux. «Ils forment l'un des moteurs dominants de la courammentologie du lac», dit le professeur de limnologie. Lorsqu'un schéma de circulation s'installe, il peut persister durant plusieurs jours.

L'autre facteur essentiel est lié aux échanges de chaleur. Au printemps puis en été, la strate d'eau superficielle (appelée épilimnion), épaisse de plusieurs mètres, se réchauffe et peut atteindre 19°C en moyenne, tandis que les profondeurs (l'hypolimnion) restent aux alentours de 5,5°C. Entre deux, un mince plan de jonction, la thermocline.

«Dans la modélisation des courants, nous nous approchons sans cesse plus de la réalité»

«Lorsqu'il y a des seiches, avec l'effet de balancier du volume entier du lac, cette thermocline se met aussi à osciller, avec une période de 75 à 90 heures, poursuit Ulrich Lemmin. Or ce processus est cette fois si lent que la force de Coriolis peut l'influencer.» Résultat: des courants impliquant des masses d'eau de température différente apparaissent à

moyenne profondeur (les spécialistes les appellent «ondes de Kelvin»).

En hiver, par grands froids, cette stratification thermique a une autre conséquence: lorsque la couche superficielle atteint une température inférieure à celle des eaux profondes, elle peut devenir plus dense que ces dernières, et plonge. Dans ce brassage, elle emmène avec elle de l'oxygène qui servira à revitaliser les organismes vivant dans ces tréfonds. Cette «respiration» générale du lac a normalement lieu tous les 7 à 8 ans. «Mais, à cause du réchauffement climatique, nous craignons que cette fréquence ne change, au détriment du lac», avance Ulrich Lemmin. «A moins que se mette en place un nouveau régime de brassage», abonde Walter Wildi.

Dernière découverte en date, les hydrodynamiciens ont observé que ces immenses boucles de convection n'étaient pas les seuls mouvements à assurer le brassage du lac. Durant la décennie écoulée, Ulrich Lemmin s'est intéressé aux zones côtières. L'eau s'y refroidit vite du fait de la faible profondeur. Plus dense, elle dévale alors les pentes des rives vers les profondeurs, à la manière d'une avalanche sur les flancs d'une montagne. «C'est un phénomène dont nous connaissons encore mal certains détails», avise Walter Wildi. Un processus additionnel qui montre encore à quel point la dynami-

que du Léman est multifactorielle.

«Il est pourtant crucial de bien la comprendre, pour plusieurs raisons, justifie Ulrich Lemmin. Savoir comment naissent et se structurent ces courants permet de dire, après le repérage d'une pollution dans le lac, où est sa source. Et bien sûr ensuite d'indiquer où vont se diriger les polluants.» Les spécialistes savent ainsi dans quelles conditions les déchets déversés à Lausanne seront retrouvés du côté d'Evian. «L'objectif est aussi de déterminer, justement, les meilleurs endroits pour faire des mesures de contamination. Mais aussi pour puiser l'eau à consommer», complète Andrew Barry.

C'est donc afin d'estimer quels circuits emprunteront les courants lacustres que les scientifiques développent des modélisations informatiques en trois dimensions. Celles-ci fonctionnent en fragmentant le lac en «cellules cubiques», dont les caractéristiques des courants sont calculées en fonction des cellules voisines et de la topographie. Mais la tâche est immensément ardue: avec des cellules mesurant 10 m de côté, le lac en contiendrait 89 millions... De puissants ordinateurs doivent ensuite y appliquer des équations compliquées d'écoulement des fluides. «Certaines sont parfois sans solutions», remarque Andrew Barry. Autant dire qu'affiner les modèles est très difficile.

Pour les tester et les valider, les scientifiques ont besoin de données précises et nombreuses mesurées sur le terrain. «Nous en acquerrons avec les sous-marins de la mission Elemo, dit Andrew Barry. Elles compléteront celles collectées avec les stations de mesure fixes ou dérivantes avec GPS, et les systèmes mobiles, comme celui installé sur un catamaran modifié et téléguidé.»

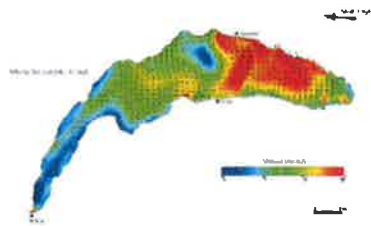
«Malgré les difficultés et les limites de la démarche, nous restons enthousiastes, car nous nous approchons sans cesse davantage de la réalité», conclut Walter Wildi.

Visualisation des courants et de la température dans le lac Léman

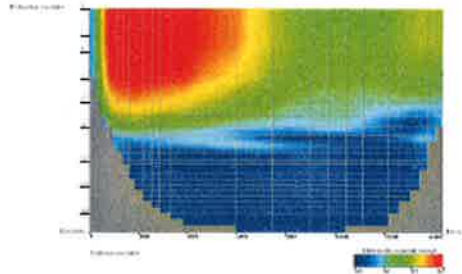
Température et vitesse des courants (courants) en lac Léman
Date: 10/08/2011 10:00:00



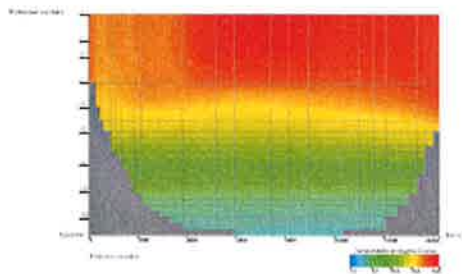
Visualisation des courants et de la température dans le lac Léman



Visualisation des courants et de la température dans le lac Léman



Visualisation des courants et de la température dans le lac Léman



- Vers le haut
- LE TEMPS © 2011 Le Temps SA
- Login
- Abonnements
- Newsletters
- RSS
- Editions électroniques
- Contacts
- Boutique