

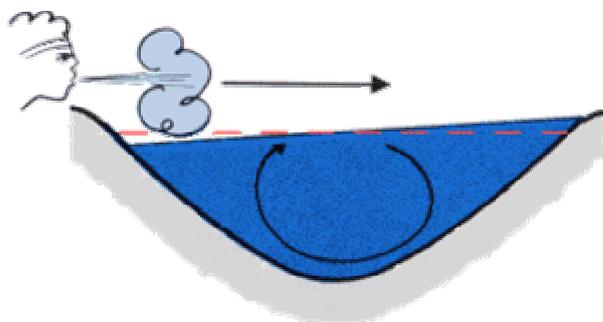


Le lac Léman respire

Un lac comme le Léman n'est pas simplement un vaste réservoir d'eau uniformément mélangée. Il s'agit en fait d'un système hautement dynamique, caractérisé par des processus complexes et d'une variété de sous-systèmes qui varient de façon saisonnière et selon des cycles plus longs. Le lac Léman est un lac tropical au sens hydrologique puisque sa température profonde ne descend pas en dessous de 6 degrés. Il se comporte comme un gigantesque accumulateur de calories, emmagasinées en été et lentement restituées en hiver. Il ne connaît jamais de congélation générale.

Pour que les équilibres biologiques soit maintenus dans un lac, il faut qu'il y ait suffisamment d'oxygène dans l'eau. Les principales sources d'oxygène pour un lac sont les affluents, dont les eaux sont chargées en oxygène dissous, les plantes qui produisent de l'oxygène au cours de la photosynthèse, mais surtout l'atmosphère en diffusant l'oxygène dans l'eau grâce à l'action des vents.

Le vent



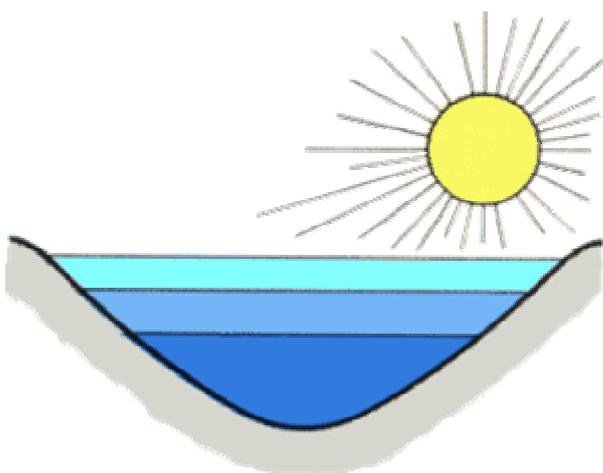
L'eau du lac est continuellement entraînée par friction, par les vents et fini par frapper les rives en s'y amoncelant et provoquant une sur-élévation de sa surface. Ce phénomène s'appelle une seiche de surface et peut atteindre une hauteur de 30 à 40 cm.

L'eau chaude s'accumule "sous le vent", l'eau froide émerge "au vent". Lorsque souffle la bise, par exemple, les couches d'eau chaudes s'épaississent à Genève et s'amincissent à Villeneuve. Lorsque le vent tourne et souffle de l'ouest, c'est le contraire.

L'eau est peu sensible aux variations thermiques, si bien que seule la couche supérieure subit les oscillations de température considérables. Durant les hivers rigoureux, surtout en cas de bise prolongée, le brassage des eaux est total. Le lac se « retourne » et les eaux de surface viennent

réoxygéner les fonds.

La stratification thermique



La stratification (*disposition en couches superposées*) de l'eau des lacs est due à des variations de leur densité, causées par des variations de température.

La densité de l'eau augmente à mesure que diminue la température, et atteint un maximum à environ 4 degrés Celsius. Il en résulte une stratification thermique, c'est-à-dire que dans les lacs profonds, des couches distinctes ont tendance à se former durant les mois d'été.

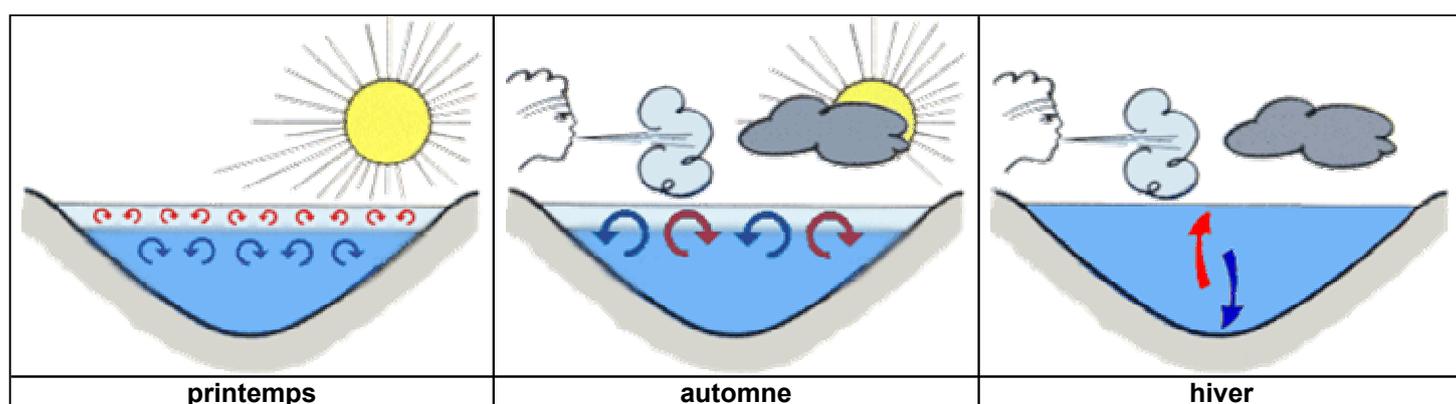
Les eaux profondes, isolées du soleil et restant froides et plus denses, forment une couche inférieure appelée **hypolimnion**.

Les eaux de surface et littorales réchauffées par le soleil, donc moins denses, forment une couche superficielle appelée **épilimnion**.

l'épilimnion	le métalimnion	l'hypolimnion
C'est la couche superficielle réchauffée. L'eau, mise en mouvement par le vent permet une homogénéisation de la température. L'épaisseur de cette couche est variable selon la saison.	C'est la couche intermédiaire à température rapidement variable : son épaisseur est de l'ordre de 10 à 15 mètres.	C'est a couche inférieure, toujours froide et à température peu variable. Il se situe en fonction des saisons en dessous de 15 à 30 mètres.

Mouvements et turbulences

La densité de l'eau varie avec la température ; c'est à 4°C que l'eau est la plus dense (1000g par litre). Au-dessus et au-dessous de cette température, la densité de l'eau est moindre (997g par litre à 25°C).



En été, les eaux superficielles se réchauffent donc les premières et le vent, les vagues et les courants dispersent cette chaleur vers les eaux plus profondes. L'inertie de la masse d'eau offre une résistance à cette distribution: il s'établit donc normalement une couche d'eau superficielle chaude (épilimnion) sur une couche d'eau profonde froide (hypolimnion); entre les deux, un plan de jonction (thermocline) qui est une transition thermique rapide sur quelques mètres et une couche intermédiaire (métalimnion). Dans les lacs profonds, on retrouve les trois couches bien marquées.

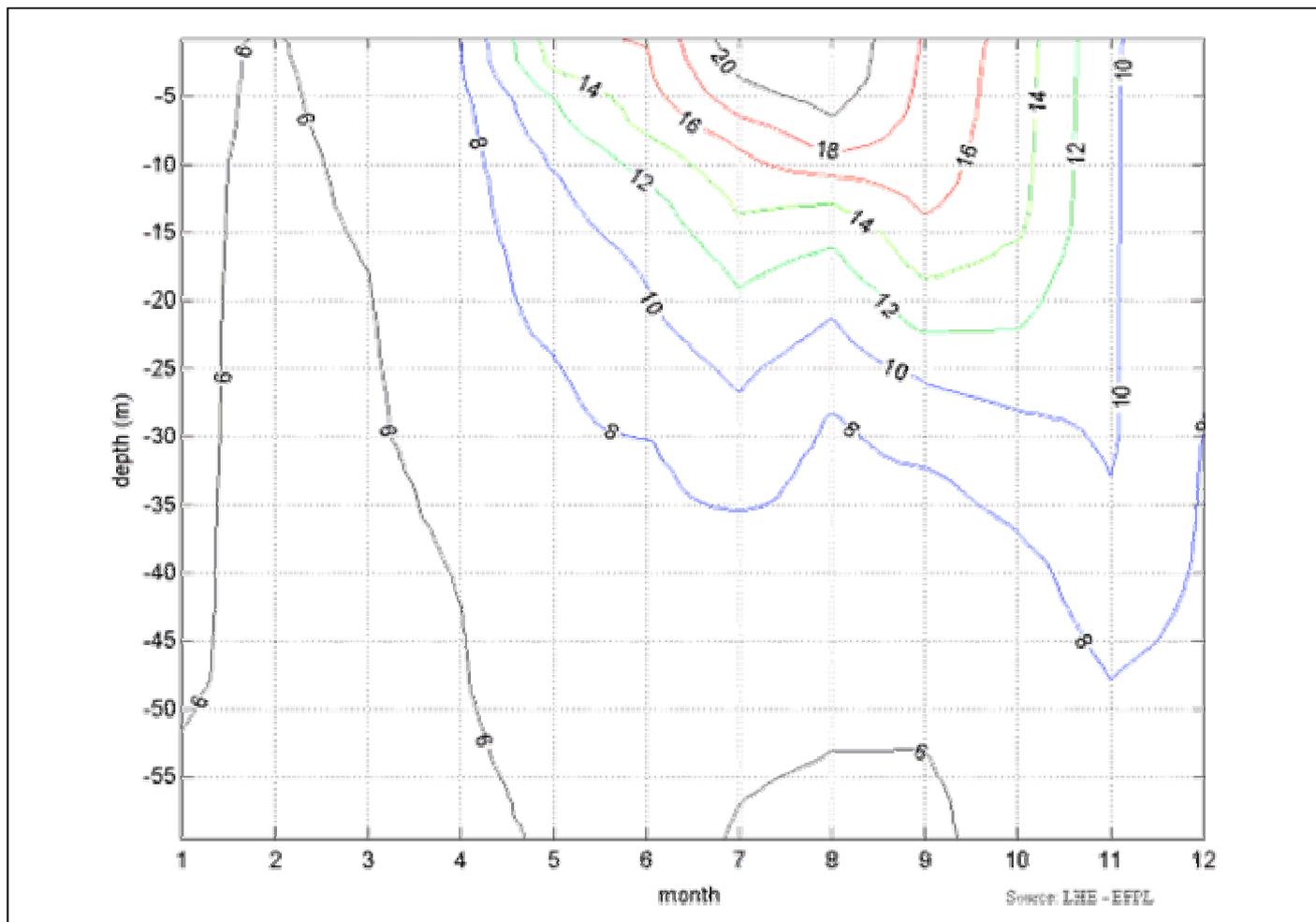
À l'automne, l'hypolimnion se refroidit graduellement jusqu'à ce que l'épilimnion et l'hypolimnion aient la même température (6 ° C). La masse d'eau est de température uniforme. Le vent vient alors faire circuler tout le volume d'eau; les eaux de surface se rechargent d'éléments nutritifs au contact des boues du fond et les eaux du fond font provision d'oxygène au contact de l'atmosphère. C'est le brassage d'automne.

En hiver, le refroidissement de l'air provoque une perte supplémentaire de chaleur dans les eaux de surface. C'est la stagnation hivernale. Les eaux de surfaces riches en oxygène se refroidissent et s'enfoncent lentement dans les profondeurs, tandis que les couches plus profondes remontent vers la surface. Il est important de noter que tous les hivers ne sont pas assez froids pour provoquer un brassage complet. En moyenne, le Léman connaît "une grande respiration" tous les 7 à 8 ans.

Avec le printemps, le lac se réchauffe par sa surface et commence à se stratifier. Cette stratification va s'intensifier au cours de l'été et s'approfondir peu à peu jusqu'en automne. Dans ces couches superposées se passent la plupart des phénomènes biologiques.

Les courbes de températures

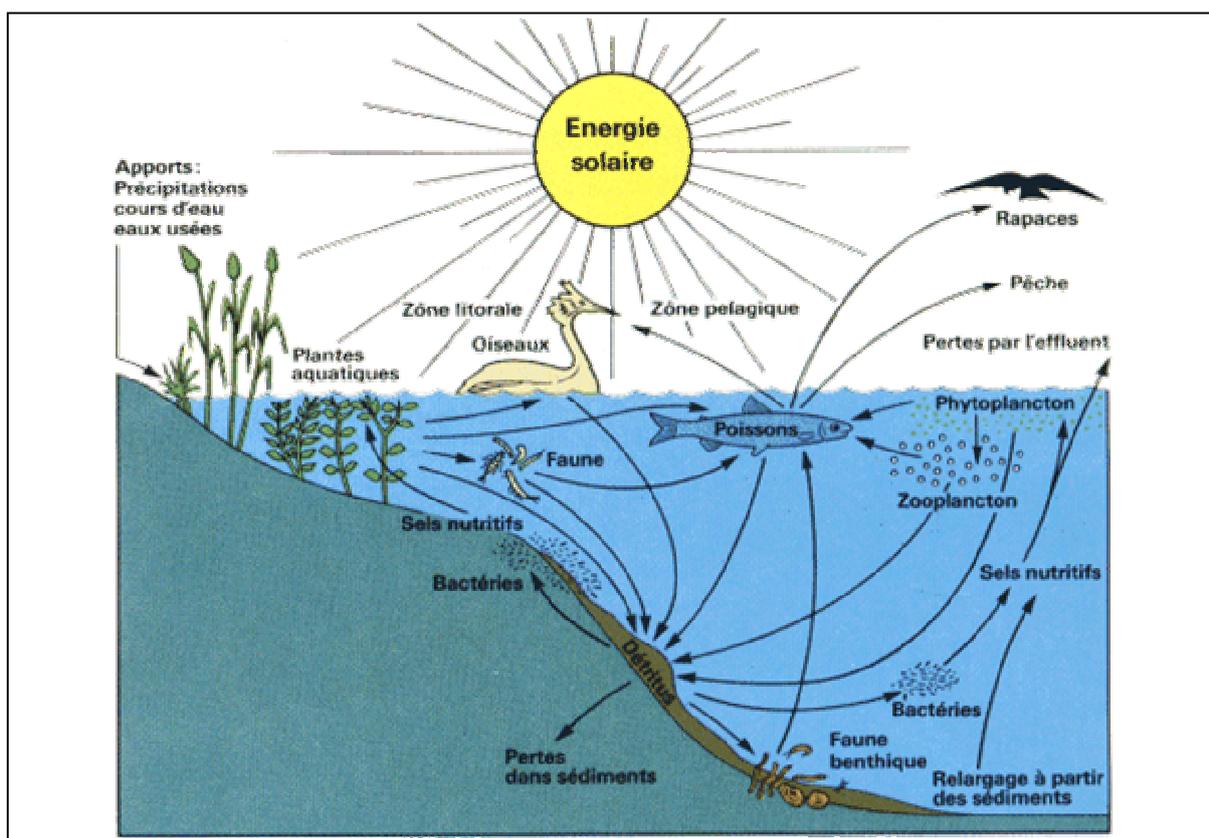
Le lac Léman est étudié depuis plusieurs années par le Laboratoire d'Hydraulique Environnementale (LHE) dont les recherches visent à une meilleure compréhension des processus hydrauliques dans l'environnement. Le relevé ci-dessous montre pour une période d'une année, les différentes stratifications du lac.



Vous pouvez consulter les données du [poste météorologique de Buchillon](#). Ce mât est planté dans le fond du lac aux coordonnées 520178 / 145756 (Swiss Grid- Ch-1903) à 100m du rivage dans 3 à 4m d'eau. La plate-forme est au niveau 373.43m et la distance entre cette dernière et le sommet du mât est de 13m.

Evolution de la qualité des eaux du Léman

Les eaux du Léman, comme toute eau naturelle, représente un monde vivant équilibré dans lequel les végétaux, en présence de lumière, se développent à partir de sels minéraux dissous. Ultérieurement, ces végétaux servent de nourriture aux animaux herbivores, dont le zooplancton, qui eux-mêmes seront consommés par les carnivores (poissons). Il se forme ainsi une chaîne alimentaire d'autant plus active que les eaux sont plus riches en éléments fertilisants (azote et phosphore en premier lieu). A la mort des organismes vivants, tout un monde microscopique (bactéries en particulier) concourt à leur décomposition et à leur minéralisation qui se termine au stade de sels dissous.



Ainsi le cycle de transformation de la matière vivante s'achève, en revenant à son point de départ. Ce cycle est profondément influencé tout d'abord par les conditions d'ensoleillement (photosynthèse), ensuite par les apports en sels minéraux dissous directement utilisables par les végétaux (fertilisants) et enfin par les rejets d'origine organique qui devront être dégradés et minéralisés dans le milieu lacustre.

Les apports en fertilisants provoquent l'eutrophisation des eaux du lac, eutrophisation dont la conséquence la plus visible est de favoriser le développement des algues et des plantes aquatiques supérieures. Ce développement, s'il dépasse certaines limites, diminue la limpidité de l'eau, surcharge les installations de traitement d'eau de boisson, gêne la pêche, la baignade et la navigation.

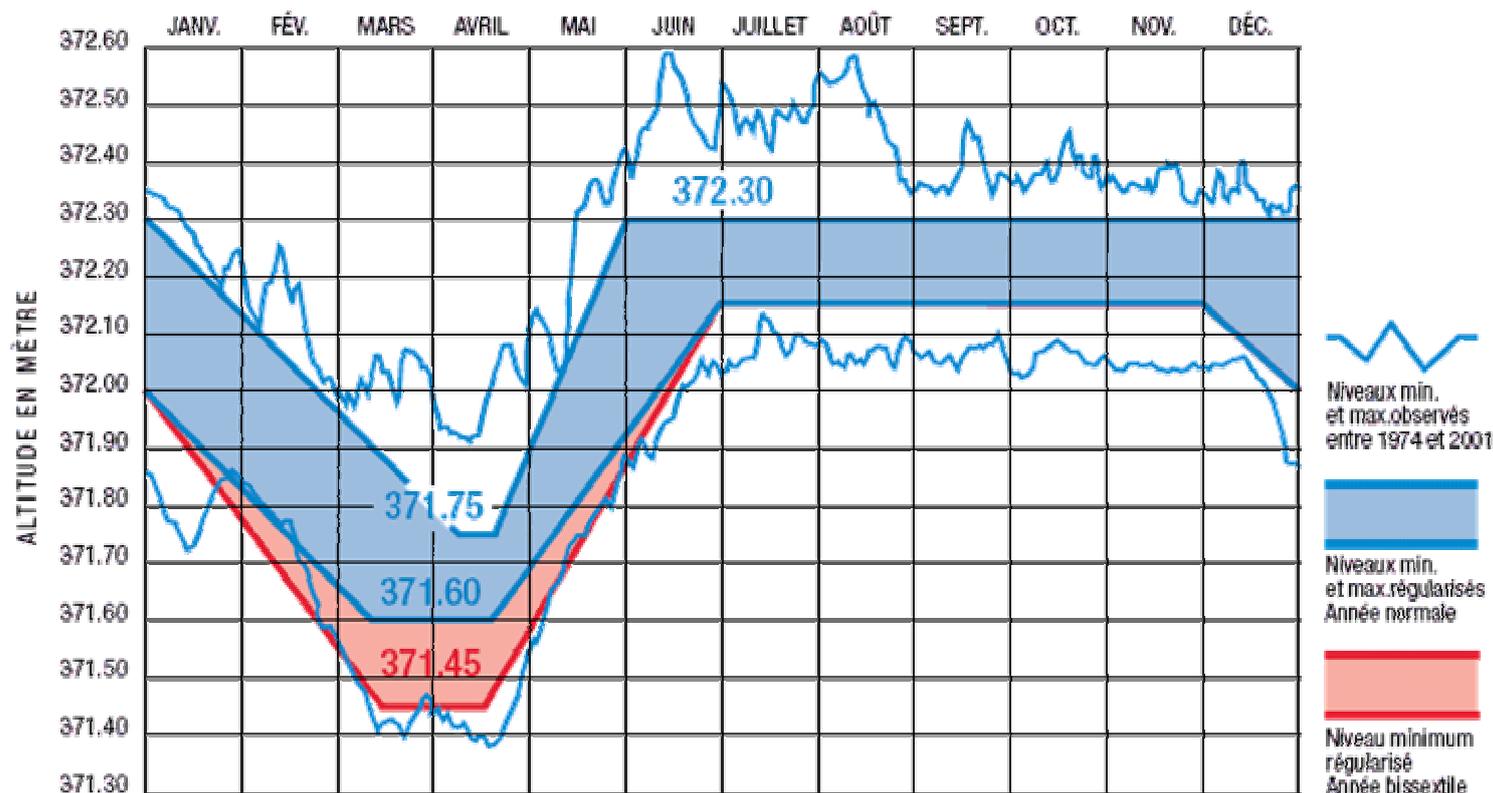
Le niveau du Léman varie

Au temps où le Léman était libre de toute régulation, les variations du niveau de l'eau pouvaient atteindre plus de deux mètres. Elles dépendaient directement de l'apport en eau venant des rivières du bassin versant. Actuellement, riverains et navigateurs peuvent compter sur une relative stabilité du lac.

La régularisation

Depuis 1884, une protection contre les inondations sur tout le pourtour du lac est garantie par un accord intercantonal (GE, VD, VS) qui fixe les niveaux du lac à respecter. La régularisation est assurée par le barrage du Seujet à Genève; cet ouvrage a remplacé en 1995 l'usine de la Coulouvrenière et le barrage du Pont de la Machine, usés par 100 ans de régularisation journalière.

Les niveaux du Léman



Le niveau maximal normal du lac est de 372.30 mètres de juin à décembre, et le niveau minimal de 371.60 mètres de mars à avril.

Tous les quatre ans (années bissextiles), cette cote est abaissée à 371.45 mètres pour permettre les travaux d'entretien et de réfection des ouvrages situés au bord du lac. Lors de crues ou de fortes pluies, des fluctuations peuvent cependant survenir et augmenter le niveau d'environ 30 cm. Depuis 1974, le maximum mesuré est de 372.60 mètres.

Quels sont les avantages ?

La maîtrise des niveaux du lac :

- diminue les dégâts dus aux crues
- garantit une profondeur d'eau suffisante tout au long de l'année
- profite à la faune aquatique
- facilite la navigation

Bibliographie:

Département de l'intérieur, de l'agriculture, et de l'environnement de Genève <http://www.ge.ch/eau>

Le lac léman par O. Gonet <http://www.ctv.es/USERS/ogonet/leman/>

Nature et Histoire du Léman de Paul Guichonnet, éditions Cabédita 1994

<http://epa.gov/glnpo/atlas/glat-chap1-f.html>

http://www.environnement.gouv.fr/rhone-alpes/bassin_rmc/rdbrmc/lacs/intro_lacs.html

Remerciements particuliers à Mr. Claude Perrinjaquet du Laboratoire d'Hydraulique Environnementale (LHE)