

Modélisation du lac de Zurich:

Aujourd'hui encore, pour la recherche; demain déjà, pour la prévision de la qualité des eaux

Les processus de mixtion ainsi que les concentrations d'oxygène, de nutriments et de plancton sont interdépendants et varient en fonction du temps. Pour mieux comprendre ces mécanismes, un modèle physique et un modèle biochimique ont été élaborés pour le lac de Zurich. Ces deux modèles permettent de décrire avec précision les phénomènes observés dans le lac de Zurich.

La qualité des eaux du lac de Zurich est essentielle pour le Service des eaux de Zurich (WVZ, Wasserversorgung Zurich), puisque 70% de l'eau potable consommée en région zurichoise proviennent du lac de Zurich. Le WVZ a mis en oeuvre un programme de surveillance afin de détecter à temps les problèmes de qualité que peut poser l'eau brute pompée dans le lac de Zurich. Le modèle limnologique en cours d'élaboration doit permettre de quantifier les principaux processus responsables de la dynamique des nutriments, de l'oxygène et du plancton dans le lac de Zurich. Pour l'heure, la modélisation met l'accent sur une meilleure compréhension de ces processus limnologiques. Il est toutefois prévu d'étudier les propriétés prévisionnelles du modèle afin de pouvoir l'utiliser par la suite également dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'eau.

Le modèle biochimique destiné à la simulation de la dynamique du plancton, des nutriments (phosphate, ammonium et nitrate) et de l'oxygène se fonde sur l'évolution diachronique des concentrations sous l'effet de la mixtion verticale, de la sédimentation, des affluents, des émissaires ainsi que des transformations

biochimiques qui ont lieu à différentes profondeurs et dans les couches sédimentaires. Les données simulées et les données mesurées concernant les concentrations d'algues et de phosphate sont présentées aux figures 1 et 2. Les processus qui se déroulent au niveau des sédiments sont très variés: croissance et mort du plancton, minéralisation aérobie et anaérobie du matériau organique, nitrification et fixation de phosphore par les particules organiques en cours de sédimentation dans l'hypolimnion (fig. 2).

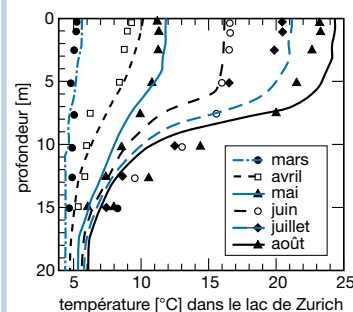
Les données du brassage vertical doivent être introduites dans le modèle biochimique; ces données sont fournies par le modèle physique (voir encadré de Frank Peeters).



Martin Omlin
Spécialiste en sciences de l'environnement, doctorant à la division Informatique et analyse de systèmes à l'EAWAG
Co-auteur: Peter Reichert

Modèle physique pour le transport des substances dans le lac de Zurich

En milieu lacustre, la convection (par ex. durant le brassage automnal) et la turbulence d'origine éolienne sont les principales causes du transport vertical des substances en solution. A la mise en suspension des particules s'ajoute la sédimentation. Le modèle physique permet de calculer, sur la base des données météorologiques, le bilan thermique et l'apport d'énergie éolienne pour le système «lac». Ensuite, l'énergie transformée en turbulences est déterminée par modélisation. Il est dès lors possible de calculer le transport vertical imputable à ces turbulences. Le modèle physique a été testé en simulant les températures du lac de Zurich sur la base des données météorologiques fournies par l'Institut météorologique suisse (IMS) et sur la base de la répartition des températures en 1981 (voir graphique en encadré). Même après un intervalle de simulation de 10 ans (1981-1991), les températures simulées correspondent très bien aux températures mesurées par le WVZ.



Frank Peeters, physicien, doctorant à l'EPFZ et Gerrit Goudsmit, chimiste, doctorant à l'Université de Zurich, travaillent à l'EAWAG, en Physique environnementale.

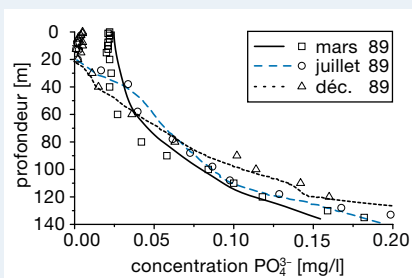


Fig. 1
Concentration de phosphate: données calculées (lignes) et données mesurées (points) dans le lac de Zurich en 1989.

La production algale entraîne une baisse de la concentration du phosphore de mars à juillet dans les 20 m supérieurs du lac. Le phosphore est donc un facteur limitateur de la production algale. En outre, on remar-

quera que la concentration de phosphate diminue entre mars et décembre jusqu'à une profondeur de 40 m, mais qu'elle augmente durant la même période en dessous de 60 m. Ce phénomène est dû à un processus de fixation, tel qu'il a été observé dans le lac de Sempach (résultats du groupe de recherche de René Gächter, EAWAG, 1995). Le phosphore anorganique est fixé par les particules organiques en cours de sédimentation. Il parvient ainsi dans le sédiment, où la minéralisation du matériau organique entraîne la désorption du phosphate anorganique. Le phosphore remonte ensuite par diffusion dans la colonne d'eau. Ce processus de fixation a été intégré dans le modèle descriptif.

Fig. 2
Les concentrations algales mesurées (points) dans le lac de Zurich en 1989 sont bien reproduites par le modèle (lignes).
Au début de la phase de stratification en avril, les algues commencent à croître dans les 20 m supérieurs du lac. Après une croissance maximale en mai,

elles sont détruites par le zooplancton. Leur concentration atteint son minimum estival en juin. Ensuite, le phytoplancton se reconstruit jusqu'en décembre où sa concentration se réduit à nouveau, la stratification des eaux du lac touchant à sa fin.

