

# Suivi de la qualité des eaux du lac de Neuchâtel (Suisse)

Autor(en): **Pokorni-Aebi, Berta**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **125-1 (2002)**

PDF erstellt am: **01.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89579>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# SUIVI DE LA QUALITÉ DES EAUX DU LAC DE NEUCHÂTEL (SUISSE)

BERTA POKORNI-AEBI

Service de la protection de l'environnement, Rue du Tombet 24, 2034 Peseux, Suisse

## Résumé

Globalement, le lac de Neuchâtel se porte mieux qu'il y a 15 ans. Le traitement des eaux dans des stations d'épuration et l'interdiction des phosphates dans les lessives ont largement contribué à l'amélioration de la qualité des eaux du lac de Neuchâtel. L'approvisionnement en oxygène de l'hypolimnion permet le développement d'une faune diversifiée. Cependant, l'augmentation des teneurs en chlorures et en nitrates ainsi que la présence de pesticides dans l'eau font que nous devons rester vigilants.

## 1. INTRODUCTION

Au début des années 1940, les autorités étaient déjà confrontées à une dégradation de la qualité bactériologique des eaux du lac, nécessitant une désinfection pour la rendre potable (SOLLBERGER, 1946). Le suivi limnologique régulier du lac de Neuchâtel a débuté à la fin des années 1950 avec les travaux de SOLLBERGER (1974) et WÜTHRICH (1962) qui ont pu documenter le processus d'eutrophisation du lac. A partir de la fin des années 60, les premiers effets bénéfiques de la mise en place de STEP se font sentir. Aujourd'hui, le degré de raccordement dépasse 95% et la qualité de l'eau s'est nettement améliorée. Dans notre canton, un investissement de 700 mio. de francs a été consenti jusqu'à ce jour pour lutter contre le fléau de l'eutrophisation.

Grâce à cet énorme effort financier, l'eau du lac peut toujours servir à l'approvisionnement en eau potable. Six distributeurs pompent annuellement environ 5 mio. de m<sup>3</sup> cube d'eau du lac pour alimenter en permanence ou occasionnellement une population de 100.000 habitants. Le lac de Neuchâtel représente donc une fantastique ressource en eau quasi inépuisable. Prenons-en soin!

Les lacs de Morat, Neuchâtel et Bienne, reliés par des canaux, forment une même unité hydrologique. Ils appartiennent aussi à une unité économique appelée Espace Mittelland. Depuis 1999, le lac de Neuchâtel est surveillé au même titre que les lacs de Morat et de Bienne d'après un programme mis au point par les services compétents des cantons de Berne, Fribourg et Neuchâtel.

## 2. HYDROLOGIE

Le lac de Neuchâtel s'est formé, en même temps que les lacs de Morat et de Biemme, après le retrait du glacier du Rhône. Ils ont donné le nom à toute une région, celle des trois lacs.

L'hydrologie et l'écoulement des eaux actuels sont le résultat d'importantes interventions techniques au cours des deux derniers siècles: la première et deuxième correction des eaux du Jura. Elles avaient comme but principal de lutter contre les fréquentes inondations, et ont permis de:

- garantir un écoulement sûr de l'eau en abaissant les niveaux des trois lacs de 3 m, rendant par la même occasion d'énormes surfaces de marais cultivables
- détourner l'Aar dans le lac de Biemme
- élargir les canaux reliant les lacs
- réguler les niveaux d'eau

<b>Données caractéristiques du lac</b>		
Profondeur maximale	[m]	153
Profondeur moyenne	[m]	64.2
x-coordonnée de la profondeur maximale		554 610
y-coordonnée de la profondeur maximale		194 980
Surface	[ha]	21 493
Volume	[km <sup>3</sup> ]	13.929
longueur des rives	[km]	124.045
<b>Caractéristiques du bassin versant</b>		
Surface du bassin versant	[km <sup>2</sup> ]	194.13
Altitude moyenne dans le bassin versant	[m]	787
Altitude maximale dans le bassin versant	[m]	1 592
<b>Utilisation du sol</b>		
Lacs	[%]	11.1
Glaciation	[%]	0.0
Rochers	[%]	0.1
Eboulis	[%]	0.0
Forêt	[%]	32.6
Urbanisation	[%]	4.4
Agriculture	[%]	39.3
Autres (surfaces inproductives)	[%]	12.5
<b>Evacuation des eaux dans le bassin versant</b>		
Habitants raccordés à une STEP		211 330
Nombre de STEP		97
Nombre de STEP déversant directement dans le lac		13

**Figure 1:** données caractéristiques du lac de Neuchâtel.

### 3. ORGANISATION DE LA SURVEILLANCE

Les campagnes de contrôle se font à un rythme mensuel au moyen d'une sonde qui mesure in situ les paramètres suivants:

- la profondeur
- la température
- la conductivité
- l'oxygène dissous
- le pH
- la turbidité

En même temps, des prélèvements du phytoplancton dans l'épilimnion (0-20 m) et du zooplancton entre 140 et 20 m de profond et de 20 m à la surface sont effectués. Le dénombrement de ces échantillons est confié à des spécialistes (phytoplancton: François Straub, Laboratoire d'algologie de La Chaux-de-Fonds; zooplancton: Heidi Berner, Lenzbourg).

Quatre fois par an, de l'eau provenant de différentes profondeurs, réparties sur toute la colonne d'eau, est analysée en laboratoire.

### 4. RÉSULTATS

Les résultats chiffrés peuvent être téléchargés, de même que ceux des deux autres lacs, du site [http:// www.les3lacs.ch](http://www.les3lacs.ch).

#### 4.1. Température

Pendant chaque hiver, la température de l'eau, proche de 5°C, est homogène, un net avantage pour l'approvisionnement de l'hypolimnion en oxygène.

La température au fond du lac ne varie que peu. Elle évolue entre 3.7 et 6.5°C. Les températures les plus basses ont été mesurées entre 1984 et 1987. Dans le métalimnion, à 20 m, elle oscille autour de 10°C. L'amplitude de la température est la plus grande à la surface. Du fait que l'eau chaude est plus légère que l'eau froide, le lac est stratifié. L'eau chaude flotte sur une grande masse d'eau dont la température ne varie que très peu.

L'évolution de la température a une influence directe sur les processus biologiques se déroulant dans le lac.

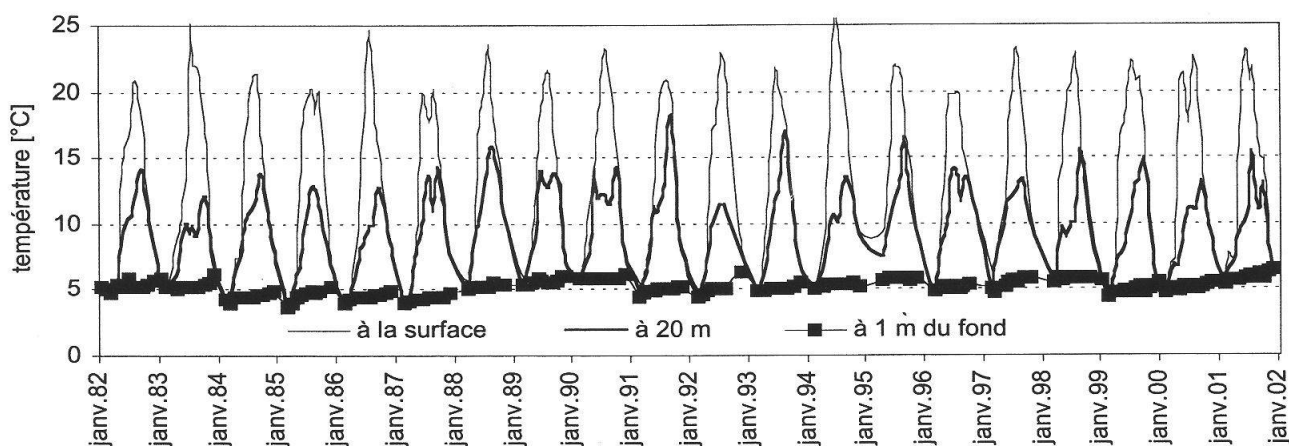


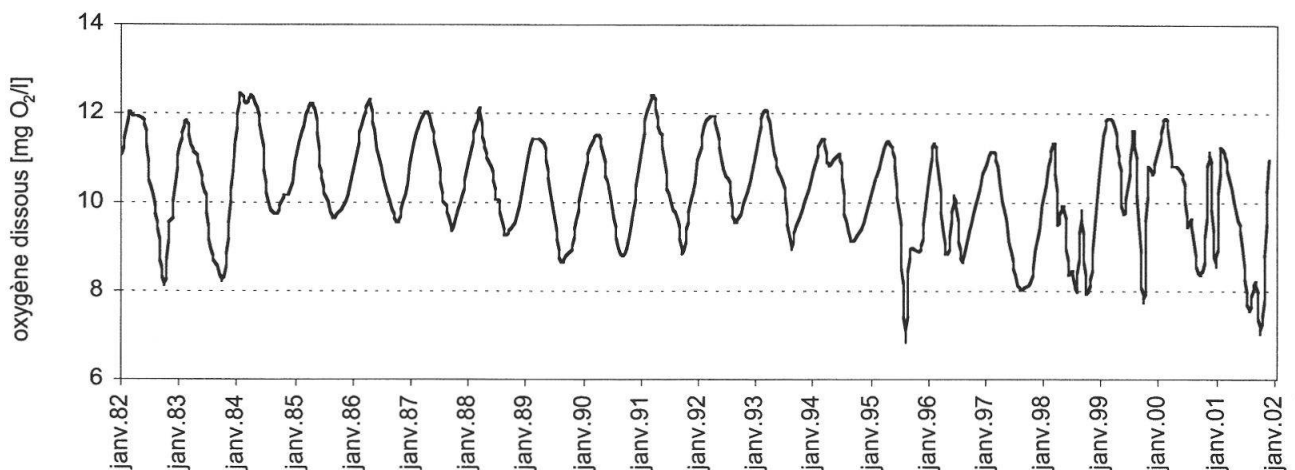
Figure 2: cycles annuels de la température à la surface de l'eau, à 20 m et à 1 m du fond (152 m).

#### 4.2. Oxygène dissous

La présence ou l'absence d'oxygène détermine quelle vie se développe dans un lac. En l'absence de ce précieux gaz, des processus de réduction, produisant des substances mal-odorantes, prédominent. Les poissons et autres animaux aquatiques ont besoin d'oxygène pour vivre.

Au printemps, l'année lacustre commence avec une eau saturée en oxygène. Avec le réchauffement de l'eau à la surface, la production du phytoplancton est accélérée. La photosynthèse, qui produit de la biomasse à l'aide d'énergie solaire et à partir du  $\text{CO}_2$  et du  $\text{HCO}_3$  dissous dans l'eau, fournit de l'oxygène comme sous-produit. Lorsque les algues meurent, la même quantité d'oxygène est nécessaire pour leur dégradation. La photosynthèse se déroule dans l'épilimnion, tandis que la biodégradation a lieu dans l'hypolimnion et à la surface du sédiment. Quand le lac est stratifié, plus aucun apport en oxygène dans l'hypolimnion n'est possible pour des raisons physiques. Une croissance abondante d'algues (eutrophisation) peut conduire à un appauvrissement en oxygène de l'hypolimnion, dans des cas graves, il vient à manquer complètement.

Le lac de Neuchâtel ne connaît fort heureusement pas ces situations critiques. La figure 3 illustre l'évolution à long terme à 1 m du fond, soit à 152 m de profondeur. La courbe montre une nette évolution saisonnière qui commence avec une eau saturée en oxygène à la sortie de l'hiver. Ensuite, cet oxygène est lentement consommé sans pour autant approcher la concentration critique de  $4 \text{ mg O}_2/\text{l}$ , fixée comme exigence légale (OEAUX, 1998), et en dessous de laquelle les animaux sensibles meurent. En moyenne annuelle, la concentration oscille autour de  $10 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . La baisse visible dès 1995 doit plutôt être attribuée à un changement de méthode puisque depuis cette date, l'oxygène est mesuré in situ à l'aide d'une sonde.



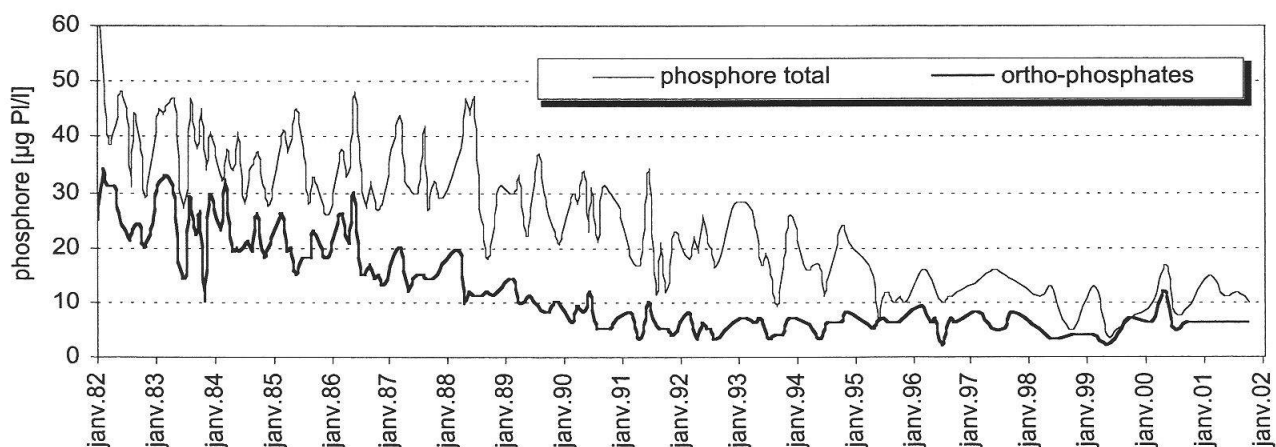
**Figure 3:** évolution de la concentration en oxygène dissous à 1 m en dessus du fond du lac.

#### 4.3. Phosphore

Le phosphore est un élément nutritif pour les algues, au même titre que l'azote ou la silice (pour les diatomées). Si un des éléments nutritifs manque, la production de biomasse s'arrête. En matière de protection des lacs, un immense effort a été consacré depuis plusieurs décennies à la maîtrise des apports en phosphore, basé sur un principe très simple. Dans les STEP, par l'adjonction de sels d'alumine ou de fer, le phosphore est

transformé, par une réaction chimique, en une forme stable et peut être extrait de l'eau sous forme de boues. Il est ainsi soustrait à l'écosystème aquatique.

L'ortho-phosphate est la forme de phosphore directement disponible pour les plantes. En été, l'ortho-phosphate est complètement épuisé dans l'épilimnion. Les algues doivent alors recourir à des formes plus complexes de phosphore (mesuré comme phosphore total) et les transformer dans la forme assimilable. Depuis le début de la période d'observation, nous avons assisté à une continuelle baisse du phosphore total et de l'ortho-phosphate. Celle-ci s'est accentuée avec l'interdiction des polyphosphates dans les lessives en 1986. Cette dernière mesure, prise à la source, a rapidement amélioré l'état de santé de la plupart des lacs suisses.



**Figure 4:** évolution des concentrations en phosphore, moyennes mensuelles sur toute la colonne d'eau.

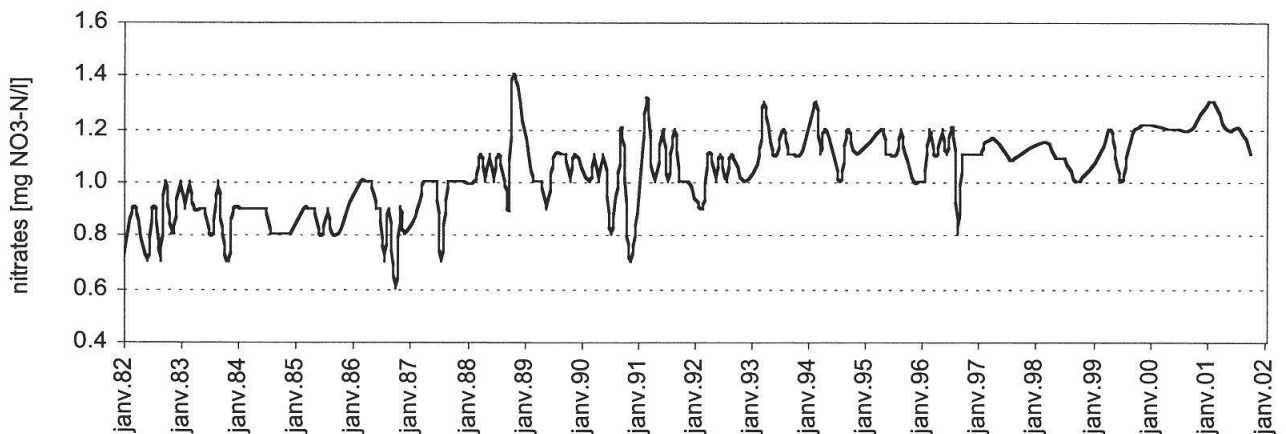
L'apport de phosphore dans le lac provient de sources multiples dont les plus importantes sont les eaux usées, traitées ou non, l'industrie et l'artisanat, l'agriculture. Une étude sur les affluents du lac, réalisée pendant les années 1982-1984 par les cantons riverains et l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP *et al.*, 1987), a mis en évidence, que pour le canton de Neuchâtel, les charges les plus importantes venaient du Seyon et de la STEP de Neuchâtel. Elle a aussi démontré que la pluie représentait une source importante d'apport direct de phosphore par l'atmosphère. Depuis, la STEP du Haut Val-de-Ruz et celle de Neuchâtel, traitant les eaux usées d'importants bassins de population, ont été assainies.

#### 4.4. Nitrates

Les apports en nitrates proviennent avant tout de l'agriculture via les eaux souterraines. Les nitrates sont très solubles et de ce fait, s'ils sont utilisés à mauvais escient, épandus lors de conditions météorologiques défavorables, sur un sol détrempe, enneigé ou gelé, ils gagnent très rapidement les eaux. Grâce aux mesures écologiques mises en place dans le cadre de la nouvelle politique agricole, la situation tend à s'améliorer. Pour l'agriculture, le lessivage des nitrates représente en même temps une perte d'éléments nutritifs et un préjudice économique.

Depuis les vingt dernières années, nous assistons à une augmentation constante des teneurs en nitrates de l'eau du lac qui semble pourtant être atténuée depuis quelques années. Les concentrations rencontrées répondent largement à l'exigence applicable à une eau destinée à l'alimentation de la population en eau potable, ce qui est le cas du lac de Neuchâtel.





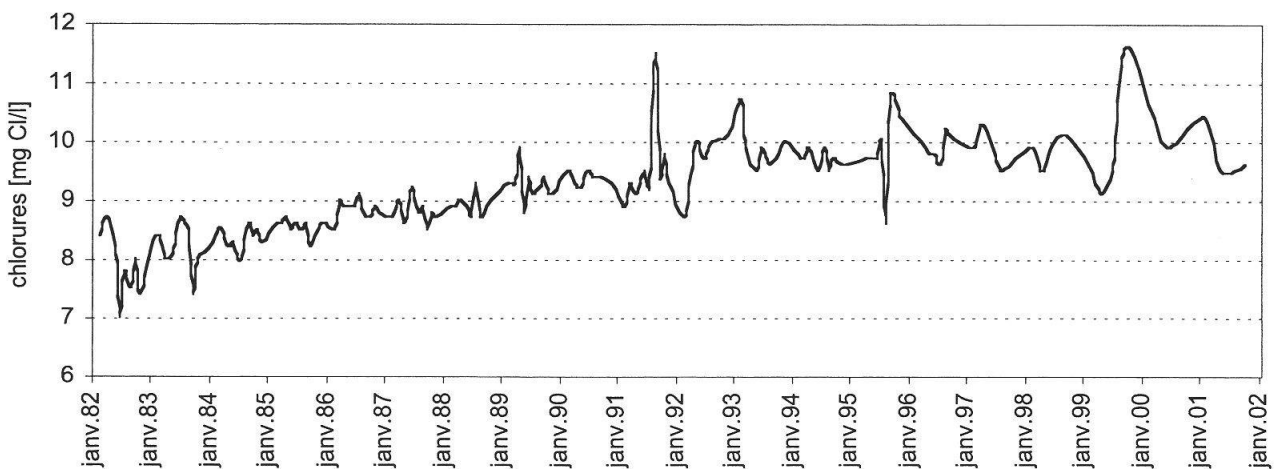
**Figure 5:** évolution des teneurs en nitrates, moyennes mensuelles sur la colonne d'eau.

#### 4.5. Chlorures

Dans les concentrations rencontrées, les chlorures ne sont pas toxiques et n'entrent pas dans la chaîne alimentaire. L'exigence légale à ne pas dépasser se situe à 100 mg/l; avec les 10 mg/l mesurés dans le lac, nous nous en situons donc relativement loin. Malgré tout, si nous les comparons aux valeurs rencontrées au milieu du siècle passé, l'évolution est considérable puisqu'elles oscillaient, à l'époque, entre 3 et 5.5 mg/l (SOLLBERGER, 1974).

L'origine des chlorures est à rechercher dans l'activité humaine: eaux usées (précipitation du phosphore avec du  $\text{FeCl}_3$ ), agriculture, industrie, circulation, etc.. De ce fait, l'évolution de la teneur en chlorures illustre bien la pression anthropogène qui pèse sur l'écosystème lacustre.

La figure 6 montre que l'augmentation était plus rapide au début de la période d'observation. Depuis 10 ans, elle tend vers un ralentissement. Est-ce un signe que les concentrations vont être stabilisées ? L'avenir le montrera.

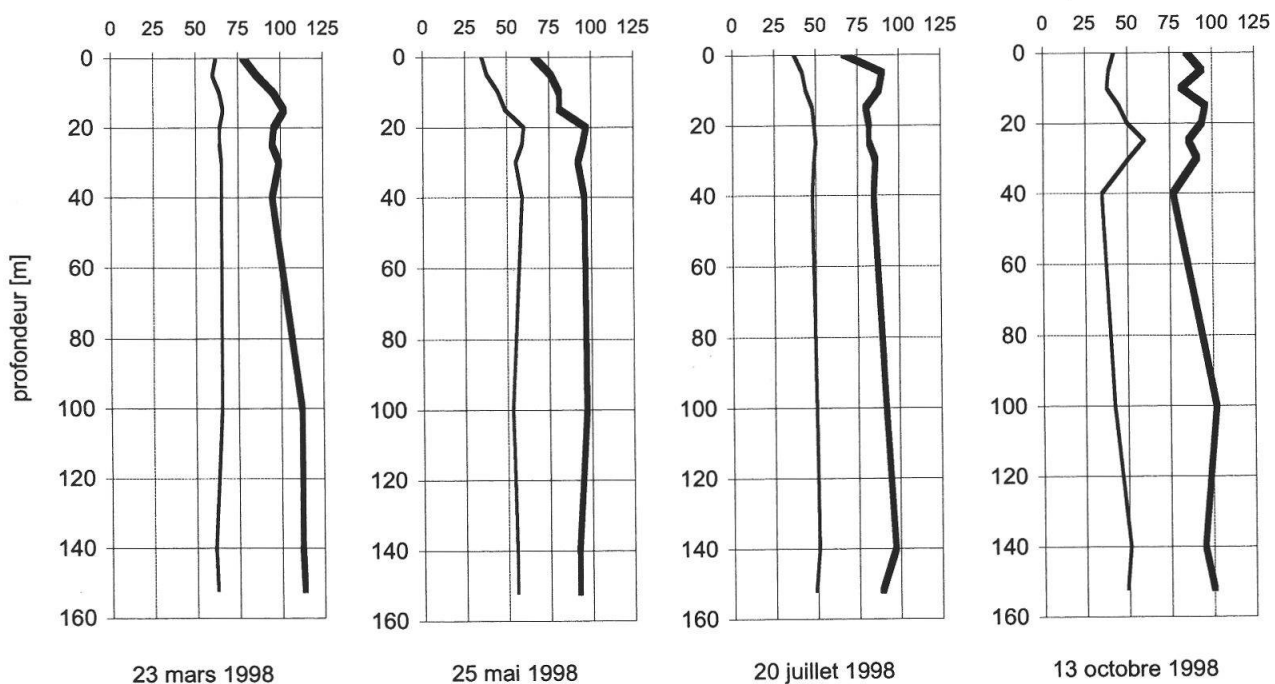


**Figure 6:** évolution des teneurs en chlorures, moyennes mensuelles sur la colonne d'eau.

#### 4.6. Micropolluants

Parmi les micropolluants, une quarantaine de pesticides et leurs métabolites sont depuis cinq ans régulièrement analysés. Ce sont des substances synthétiques qui ne se trouvent pas naturellement dans les eaux. Leur présence indique une altération de la qualité de l'eau. Dans l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux 1998), l'exigence est fixée à 100 ng/l, valeur reprise de la législation sur l'eau potable. Très peu d'information sur la signification écologique ou écotoxicologique sont disponibles à ce sujet.

La figure 7 illustre l'évolution annuelle de l'atrazine et de son métabolite, l'atrazine desethyl, un herbicide de la famille des triazines le plus souvent utilisé en agriculture. Nous constatons que les deux substances sont réparties presque uniformément sur toute la colonne d'eau. L'exigence légale est frôlée, par moment même dépassée.



**Figure 7:** profils saisonniers de la répartition de l'atrazine (trait gras) et de son métabolite, l'atrazine desethyl (trait fin) en fonction de la profondeur (ng/l).

Si nous voulons continuer à exploiter le lac de Neuchâtel comme réservoir d'eau potable, des mesures devront être prises pour réduire l'utilisation de cet herbicide qui est d'ailleurs interdit depuis plusieurs années en Allemagne.

Une campagne de dosage des métaux lourds sera entreprise ces prochaines années, les méthodes analytiques n'ayant pas été disponibles à des coûts abordables jusqu'à présent.

#### 4.7. Plancton

Le phytoplancton n'a pas réagi aussi promptement à la réduction du phosphore dans l'eau que nous l'avions attendu. La couche productive s'est surtout étendue en profondeur. Les groupes dominants sont les cyanophycées, suivi des diatomées et des chryso-phycées. Les diatomées sont bien connues des pêcheurs professionnels pour l'obstruction des filets au printemps.



Dans le zooplancton, les daphnies ont cédé leur place aux copépodes, plus particulièrement aux espèces carnivores.

Une analyse détaillée de l'évolution du plancton est en cours pour les trois lacs subjurassiens et fera l'objet d'une autre communication.

La mesure de la transparence selon Secchi est une méthode indirecte de quantifier la production de biomasse. Un disque blanc d'un diamètre de 30 cm est plongé dans l'eau et la profondeur à laquelle le disque n'est plus visible, noté. Cette valeur est étroitement corrélable à la densité d'algues dans l'eau.

Un développement massif d'un groupe d'algues se traduit par une faible transparence. Il est en général suivi du développement d'une poussée des consommateurs primaires, les crustacées alguivores, ce qui rend l'eau plus transparente.

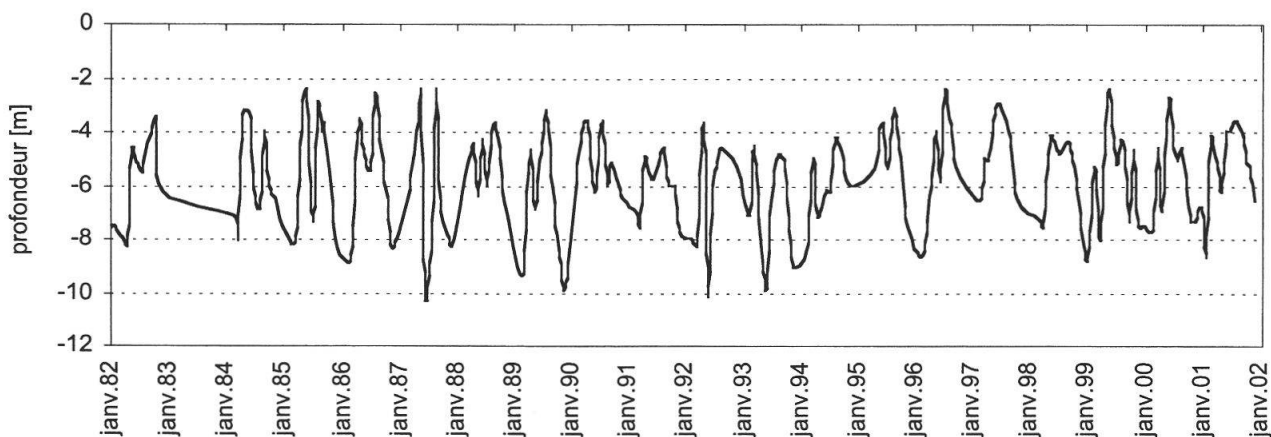


Figure 8: évolution de la transparence selon Secchi.

## 5. CONCLUSION

Pendant les vingt dernières années, nous avons pu assister à une amélioration constante de la qualité de l'eau du lac de Neuchâtel. Aidée par une implantation favorable dans la direction des vents dominants qui brassent le lac chaque hiver jusque dans les plus grandes profondeurs, l'oxygénation de l'hypolimnion reste depuis des décennies très stable. Grâce aux immenses efforts financiers consentis par les autorités, des stations d'épuration avec leurs réseaux de canalisations ont pu être construites. Le résultat est visible, l'eau a gagné en transparence par rapport aux années 70 et le taux de phosphore a nettement diminué pour atteindre l'exigence légale.

Pourtant, quelques points sombres viennent ternir cette image plutôt réjouissante. D'une part, les teneurs en pesticides, avant tout des triazines largement utilisés en agriculture, ont atteint un niveau qui demande que des mesures soient prises dans les différents bassins versants pour que l'eau du lac puisse continuer à être utilisée, à des coûts abordables, en tant que ressource en eau potable pour une large population. D'autre part, l'augmentation constante des teneurs en chlorures montre bien que la pression humaine sur l'écosystème lacustre n'a pas cessé et qu'il faut rester extrêmement vigilant.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

INTERNET. <http://www.les3lacs.ch>

Ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux), du 28 décembre 1998.

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (OFEFP); OFFICE CANTONAL DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, FRIBOURG; OFFICE CANTONAL DE LA PROTECTION DES EAUX, VAUD & SERVICE CANTONAL DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, NEUCHÂTEL. 1987. Lac de Neuchâtel. Etude des affluents. *Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne*

SOLLBERGER, H. 1946. Analyse de l'eau du lac de Neuchâtel. *Mitt. Lebensm. Hyg. Berne* 37 : 84-94.

SOLLBERGER, H. 1974. Le Lac de Neuchâtel (Suisse). Ses eaux, ses sédiments, ses courants sous-lacustres. *Thèse de doctorat. Université de Neuchâtel.*

WÜTHRICH, M. 1962. Note sur l'apparition d'*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs dans le lac de Neuchâtel. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 85 : 103-108.