

ETAT DU LEMAN INDIQUE PAR LES COMMUNAUTES DE VERS :

EVOLUTION 1977-1990¹

PAR

Claude LANG

CONSERVATION DE LA FAUNE, CH - 1025 SAINT-SULPICE

RESUME

L'état du Léman peut être caractérisé par l'abondance relative des espèces oligotrophes dans les communautés de vers. En effet, l'abondance moyenne de ces espèces est égale à 70 % dans un lac oligotrophe, à 35 % dans un lac mésotrophe et à zéro dans un lac eutrophe. Malgré la baisse des concentrations en phosphore observée dans le Léman, l'abondance relative des espèces oligotrophes n'augmente pas entre 1977 et 1990 : elle reste voisine de 20 % à 150 m de profondeur et de 10 % à 40 m. Cette absence d'amélioration indique que la sédimentation organique, contrairement au phosphore, influence directement les espèces de vers. En effet, dans les zones choisies, la sédimentation organique provient surtout de la production primaire des algues planctoniques; or, celle-ci n'a pas diminué significativement au cours de la période étudiée.

1. INTRODUCTION

L'augmentation des concentrations en phosphore dans l'eau des lacs entraîne celle de la production des algues planctoniques. La matière organique, ainsi produite en plus grande quantité, sédimente et cet accroissement de la sédimentation modifie la faune des sédiments. Ces modifications faunistiques, une fois convenablement interprétées, permettent de définir l'état des lacs (LANG, 1989 a).

De nombreuses espèces d'invertébrés composent la faune des sédiments et il convient de choisir celles qui sont le plus aptes à jouer ce rôle d'indicateur. Dans cette étude, l'état du Léman est défini à partir des communautés de vers. En effet, ces animaux colonisent l'ensemble du lac, jusque dans ses zones les plus profondes. De plus, l'abondance relative de certaines espèces, typiques des lacs oligotrophes, diminue lorsque le phosphore augmente (LANG, 1990). Cette relation permet de caractériser l'état trophique des lacs. En effet, l'abondance moyenne des espèces oligotrophes est égale à 70 % dans un lac oligotrophe, à 35 % dans un lac mésotrophe et à zéro dans un lac eutrophe.

Dans la présente étude, les variations de l'abondance relative des espèces oligotrophes permettent de suivre l'évolution du Léman de 1977 à 1990. En effet, l'abondance de ces espèces devrait augmenter puisque les concentrations en phosphore ont baissé au cours de la même période (BLANC, et al., 1990). En d'autres termes, il s'agit de vérifier si la restauration de l'état chimique du Léman se manifeste également au niveau de la biologie des sédiments.

¹ Etude réalisée dans le cadre des activités de surveillance du Service cantonal vaudois des forêts et de la faune.

2. STATIONS ET METHODES

Ce rapport constitue un résumé des articles scientifiques cités dans le texte et les tableaux. Pour cette raison, la description des méthodes, la présentation des résultats et les références aux autres études scientifiques consultées sont réduites à l'essentiel.

La localisation des diverses zones de prélèvements visitées dans le Léman est indiquée sur la figure 1; toutes sont situées entre 40 m et 309 m de profondeur. La zone littorale n'a pas été étudiée en raison de la grande hétérogénéité de ses substrats. De ce fait, un nombre trop élevé d'échantillons est nécessaire et l'interprétation des résultats devient compliquée.

Dans chaque zone, une ou plusieurs stations de prélèvements sont étudiées. Dans chaque station, 10 à 30 carottes de sédiment (couvrant 16 cm² chacune) sont prélevées soit à partir de la surface, au moyen d'un carottier, soit directement sur le fond, en plongée. En laboratoire, les vers (tubificidés et lumbriculidés) sont séparés du sédiment par tamisage (ouverture de la maille : 0.2 mm), puis identifiés sous le microscope.

Le nombre de vers appartenant à des espèces oligotrophes (tableau 1) est rapporté au nombre total de vers identifiés dans chaque carotte. Ce rapport, exprimé sous forme de pourcentage, définit l'abondance relative des espèces de vers oligotrophes. La valeur moyenne de l'abondance relative de ces espèces, calculée pour chaque station ou pour chaque zone, permet de caractériser l'état du milieu (LANG, 1989 a).

Les espèces de vers dont l'abondance relative augmente dans les lacs mésotrophes ou eutrophes sont également présentées dans le tableau 1 sous le nom d'espèces mésotrophes ou eutrophes.

Deux procédés ont été utilisés pour réduire l'effet des variations saisonnières de l'abondance des vers sur les comparaisons entre les années :

- . les prélèvements ont toujours été effectués à la même période de l'année, en juin ou juillet;
- . seuls les vers dont la diamètre dépasse 0.3 mm sont comptés afin d'éliminer les très jeunes individus.

En effet, le nombre de vers adultes fluctue moins, à la fois au cours d'une même année et d'une année à l'autre, que celui des jeunes (LANG, résultat inédits). Pour cette raison, le nombre des adultes capables de se reproduire reflète mieux l'évolution à long terme du lac que celui des jeunes et des adultes mélangés.

3. RESULTATS

Les espèces de vers

Le tableau 1 présente les douze espèces de vers les plus abondantes dans le Léman entre 40 m et 309 m de profondeur. De 1910 à 1977, l'abondance relative de ces espèces a changé de la façon suivante :

- . les espèces oligotrophes ont diminué;
- . les espèces eutrophes et mésotrophes ont augmenté. Dans deux cas, ces augmentations sont le fait d'espèces qui, absentes du Léman en 1910, s'y sont installées depuis, probablement au cours des années 40 (LANG, 1985 a, b).

Les analyses ultérieures se basent sur des groupes d'espèces au lieu des espèces elles-mêmes. Les espèces appartenant à un même groupe réagissent de la même façon vis-à-vis d'une augmentation de la sédimentation organique (LANG & HUTTER, 1981). Les espèces oligotrophes constituent le groupe d'espèces qui permet le mieux de caractériser l'état des stations visitées dans les différentes zones du Léman (figure 1). En effet, l'abondance relative des ces espèces diminue lorsque la sédimentation organique augmente.

TABLEAU 1 - Abondance relative et valeur indicatrice des principales espèces de vers présentes dans le Léman

Code : espèces absentes -
 abondance relative 1 - 10 % +
 15 - 30 % ++
 70 - 100 % +++

Espèces oligotrophes (O), mésotrophes (M), eutrophes (E).

Espèces	Abondance		Valeur indicatrice		
	1910	1977-1990	O	M	E
<i>Bythonomus lemani</i> Grube	+++	+	*		
<i>Bichaeta sanguinea</i> (Bretscher)	+	+	*		
<i>Stylodrilus heringianus</i> Claparède	++	+	*		
<i>Peloscolex velutinus</i> (Grube)	+++	+	*		
<i>Potamothrix vejdoovskyi</i> (Hrabe)	-	++		*	
<i>Spirosperma ferox</i> (Eisen)	+	+		*	
<i>Psammoryctides barbatus</i> (Grube)	+	+		*	
<i>Potamothrix hammoniensis</i> (Michaelsen)	+	+++			*
<i>Potamothrix heuscheri</i> (Bretscher)	-	+++			*
<i>Tubifex tubifex</i> (Müller)	+	+++			*
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> (Claparède)	+	+			*
<i>Limnodrilus profundicola</i> (Verrill)	+	+			*

Sources : LANG, 1985 b, 1990

Etat des différentes stations

Le tableau 2 présente les valeurs moyennes de l'abondance relative des espèces oligotrophes dans 49 stations, réparties dans diverses zones du Léman. Nous constatons que :

- . les valeurs caractéristiques des lacs oligo-mésotrophes sont encore observées dans quelques stations;
- . la plupart des valeurs correspondent à des conditions méso-eutrophes;
- . les espèces oligotrophes sont absentes des stations exposées à de forts apports organiques venant de l'extérieur du lac.

Par exemple, la zone directement influencée par la station d'épuration de Lausanne appartient à cette dernière catégorie (LANG, 1985 a). Tant les stations dépourvues d'espèces oligotrophes que celles où leur abondance excède 40 % correspondent à des conditions extrêmes pour le Léman. Elles ne reflètent donc pas l'état général du lac et, pour cette raison, elles ne sont pas incluses dans les comparaisons entre les années.

TABLEAU 2 - Abondance relative moyenne (%) des espèces de vers oligotrophes dans 49 stations du Léman. Le nombre de stations présentes par classe d'abondance est indiqué pour chaque année et chaque profondeur
Etat de la station : oligotrophe (O), mésotrophe (M), eutrophe (E)

Etat	Abondance (%)	70 m		40 m		100 m	150 m		200 m	Nombre stations
		85	89	82	87	84	88	90	89	
O	70									
OM	65									
	60				1	1			1	3
	55				1					1
	50									
E	45							1		1
	40									
M	35						1			1
ME	30							1	1	2
	25						2			2
	20			3	1	1		4		9
	15			3	3	1	1	1		9
	10	1		2	1					4
E	5	2	3	5	2	1	1			14
	0			2	1					3
Zones (fig. 1)		1 - 3		4 - 13		14	15		16	1 - 16

Sources : LANG, 1985 a, b, 1986, 1989 a, sous presse

Evolution du Léman

Le tableau 3 décrit l'évolution de l'abondance relative des espèces oligotrophes dans différentes zones du Léman. Ces comparaisons reposent en grande partie sur les données du tableau 2, modifiées de la façon indiquée ci-dessus.

Dans quatre comparaisons sur cinq, l'abondance relative des espèces oligotrophes ne change pas au cours des périodes étudiées. Au contraire, l'abondance relative diminue dans les zones les plus profondes du Petit Lac (zones 1-3). Ces résultats montrent que la baisse des concentrations en phosphore n'entraîne pas d'augmentation de l'abondance relative des espèces oligotrophes.

Dans le Grand Lac, l'abondance relative des espèces oligotrophes est plus faible à 40 m qu'à 150 m de profondeur. En effet, les zones côtières sont davantage exposées aux apports organiques externes que les zones profondes. A 300 m de profondeur, c'est l'absence d'oxygène qui explique l'élimination des espèces oligotrophes de cette zone (LANG, 1985 b). Au contraire, le mauvais état des zones les plus profondes du Petit Lac (zones 1-3) ne peut pas s'expliquer par le manque d'oxygène (LANG, 1986).

TABLEAU 3 - Evolution de l'état des différentes zones du Léman évaluée à partir de l'abondance relative moyenne (+) des espèces de vers oligotrophes.
Etat de la zone : M (mésotrophe), E (eutrophe)

Abondance (%)	70 m		40 m			150 m				300 m		50-300 m		Etat
	85	89	77	82	87	83	86	88	90	78	83	78	83	
35														M
30														ME
25														
20						+	+	+	+					
15														
10	+		+	+	+									E
5		+										+	+	
0										+	+			
Zones (fig. 1)	1 - 3		4 - 13			15				17		4 - 17		

Sources : LANG, 1985, a, b, 1986, sous presse

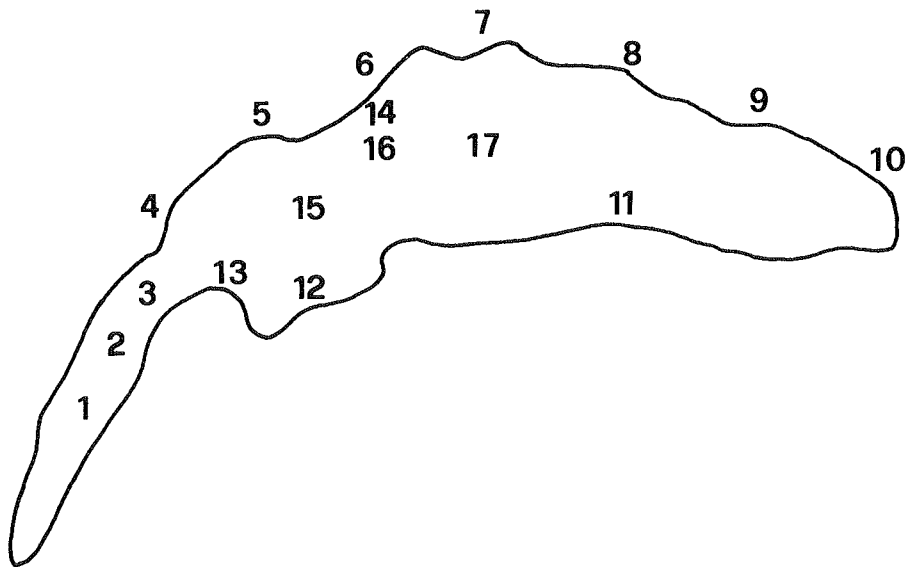


Figure 1 : Localisation des zones étudiées dans le Léman entre 1977 et 1990.
 Petit Lac : zones 1-3 (70 m);
 Grand Lac : zones 4-17, 4-13 (40 m), 14 (40-120 m), 15 (150 m),
 16 (200 m), 17 (300 m)

4. DISCUSSION

Restauration chimique et biologique

La baisse des concentrations en phosphore, observée de 1977 à 1990 (BLANC et al., 1990), indique que le Léman est en voie de restauration, sur le plan chimique tout au moins. Cependant, l'abondance relative des espèces de vers oligotrophes n'augmente pas au cours de cette même période. Les valeurs moyennes observées restent comprises entre 10 et 20 % selon les zones étudiées (tableau 3); elles sont caractéristiques d'un lac méso-eutrophe. Les communautés de vers, contrairement au phosphore, montrent que l'état du Léman ne s'améliore pas. Comment expliquer cette divergence de diagnostic ?

Les communautés de vers sont influencées par les variations de la sédimentation organique (LANG & HUTTER, 1981; LANG, 1989 b). Pour que l'abondance relative des espèces oligotrophes augmente, il est nécessaire que la sédimentation organique diminue. Qu'en est-il dans le Léman ? Les données disponibles ne permettent pas de décrire l'évolution de la sédimentation organique. Cependant, la sédimentation dépend en grande partie de la production des algues planctoniques, tout au moins dans les zones du lac éloignées des apports externes. De ce fait, production primaire et sédimentation organique sont étroitement liées. Dès lors, il n'est pas étonnant que les communautés de vers n'aient pas changé dans le Léman puisque la production primaire n'a pas diminué entre 1977 et 1990 (PELLETIER et al., 1990).

Localisation des prélèvements

Les communautés de vers se modifient en fonction de l'intensité de la sédimentation organique observée dans les différentes zones du Léman (LANG, 1986). De ce fait, la localisation des prélèvements influence le diagnostic établi (LANG, 1990). Le tableau 3, par exemple, montre que l'abondance relative des espèces oligotrophes peut varier entre 20 % et zéro selon la zone considérée. Dans quelle zone faut-il effectuer les prélèvements ? Ce choix dépend du but poursuivi.

Si le but consiste à suivre l'évolution à moyen terme (3-5 ans) du Léman, la zone la plus profonde (300-309 m) ne convient pas. En effet, elle indique le pire état observé puisque les espèces oligotrophes y ont disparu sur une grande surface (LANG, 1985 b). De ce fait, cette zone sera la dernière à être recolonisée. De plus, cette recolonisation n'interviendra que lorsque l'oxygène dépassera en permanence 4 mg/l.

Les zones côtières (profondeur 40 m) reflètent mieux l'évolution à moyen terme. Cependant, l'influence directe des apports externes peut y perturber l'interprétation des résultats. Pour éviter cela, la zone 15 (figure 1) a été choisie pour suivre l'évolution du Léman (LANG, 1986). En effet, située sur l'axe Rolle - Thonon à 150 m de profondeur, elle est éloignée des sources d'apports organiques externes. De ce fait, ses communautés de vers sont directement influencées par la sédimentation organique provenant des algues planctoniques. Dans cette zone, les variations des communautés de vers reflètent donc celles de la production primaire qui caractérise l'état trophique du Léman.

Nombre de prélèvements

Après avoir choisi une zone de prélèvements adéquate, il devient possible d'y concentrer les prélèvements, donc d'en augmenter le nombre. Cette augmentation permet de calculer avec plus de précision l'abondance relative moyenne des espèces oligotrophes. En effet, cette abondance peut varier fortement d'un point à un autre, même à l'intérieur d'une zone apparemment homogène (LANG, 1989 b). Diverses analyses statistiques (LANG, sous presse) montrent que, pour détecter des changements significatifs dans l'abondance des espèces oligotrophes, il est nécessaire d'effectuer environ 200 prélèvements dans la même zone. En résumé, cette discussion démontre que les communautés de vers constituent de bons indicateurs de l'état des lacs pour autant que les résultats soient collectés et analysés avec discernement.

5. CONCLUSIONS

L'abondance relative des espèces de vers oligotrophes indique que, contrairement à ce que montre le phosphore, l'état du Léman ne s'est pas amélioré au niveau de la biologie des sédiments entre 1977 et 1990. Cette étude démontre que la restauration du Léman doit être évaluée à partir de critères multiples, tant biologiques que chimiques, afin d'éviter des diagnostics incomplets ou erronés. Les vers constituent la base d'une méthode de diagnostic écologique qui permet de fixer des objectifs de qualité à atteindre. D'après ce critère, l'état du Léman se sera vraiment amélioré lorsque l'abondance relative des espèces oligotrophes atteindra 35 % à 150 m de profondeur : le lac sera alors redevenu mésotrophe. Une abondance relative égale à 50 % correspondrait à un état oligo-mésotrophe.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANC, P., CORVI, C. et RAPIN, F. (1990) : Evolution physico-chimique des eaux du Léman, Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1989, 25-25.
- LANG, C., et HUTTER, P. (1981) : Structure, diversity and stability of two oligochaete communities according to sedimentary inputs in Lake Geneva (Switzerland). Schweiz. Z. Hydrol., 43, 265-276.
- LANG, C. (1985 a) : The oligochaete communities of the sublittoral as indicators of Lake Geneva eutrophication. Arch. Hydrobiol., 103, 325-340.
- LANG, C. (1985 b) : Eutrophication of Lake Geneva indicated by the oligochaete communities of the profundal. Hydrobiologia, 126, 237-243.
- LANG, C. (1986) : Eutrophication du Léman indiquée par les communautés d'oligochètes : Campagnes 1982-1985. Schweiz. Z. Hydrol., 48, 230-239.
- LANG, C. (1989 a) : Eutrophication of Lake Neuchâtel indicated by the oligochaete communities. Hydrobiologia, 174, 57-65.
- LANG, C. (1989 b) : Effects of small-scale sedimentary patchiness on the distribution of tubificid and lumbriculid worms in Lake Geneva. Freshw. Biol., 21, 477-481.
- LANG, C. (1990) : Quantitative relationships between oligochaete communities and phosphorus concentrations in lakes. Freshw. Biol., 24, 327-344.
- LANG, C. (sous presse) : Decreasing phosphorus concentrations and oligochaete worm communities in Lake Geneva : how to monitor recovery ? Arch. Hydrobiol.
- PELLETIER, J., BALVAY, G., DRUART, J.C. et REVACLIER, R. (1990) : Evolution du plancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1989, 59-80.