

EUTROPHISATION DU LEMAN EN 1978 ET EN 1983
EVALUEE A PARTIR DES COMMUNAUTES DE VERS

CAMPAGNE 1983

PAR

CLAUDE LANG ET GENEVIEVE CORDEY
LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE
CONSERVATION DE LA FAUNE, SAINT-SULPICE

RESUME

Les communautés de vers ont été étudiées en 1978 et 1983 dans l'ensemble du Grand Lac afin d'évaluer son degré d'eutrophisation. La composition des communautés de vers est restée très semblable au cours de ces deux campagnes. Le nombre moyen de vers oscille entre 17'000 et 18'000 individus par m²; par comparaison, cette valeur est d'environ 1'000 individus par m² dans un lac oligotrophe. Les espèces de vers résistantes, typiques des lacs eutrophes, forment la majeure partie des communautés (75 %), suivies par les espèces mésotrophes (20 %) et les espèces sensibles des lacs oligotrophes (5 %). D'après ces résultats, la faune des sédiments présente en 1978 et 1983 est typique d'un lac méso-eutrophe. L'abondance totale des vers ainsi que celle des espèces eutrophes sont plus élevées dans la région Est que dans la région Ouest du Grand Lac. Cette différence s'explique par l'influence prépondérante des apports organiques du Rhône dans la région Est. Dans l'ensemble du lac, la dominance des espèces eutrophes s'accroît avec la profondeur. Elles constituent plus de 90 % des communautés de vers entre 200 et 300 mètres de fond. Les espèces de vers oligotrophes sont absentes de la plaine centrale à 300 mètres de fond. En 1967, elles constituaient encore 24 % des communautés de vers de cette zone.

1. INTRODUCTION

L'eutrophisation du Léman, provoquée par un excès de substances nutritives, se manifeste par l'augmentation de la production primaire des végétaux planctoniques et benthiques, c'est-à-dire liés au fond du lac. Au niveau des sédiments, il en résulte un apport accru de matière organique qui influence les communautés animales benthiques de deux manières :

1. la nourriture disponible augmente,
2. la concentration en oxygène diminue au niveau de l'interface eau-sédiment.

Pour cette raison, les modifications de la faune benthique reflètent celles du niveau d'eutrophisation du lac.

A cet égard, les vers constituent d'excellents indicateurs biologiques d'eutrophisation. Ils colonisent en effet toutes les régions du lac, même les plus profondes. De plus, la composition et l'abondance des espèces de vers qui forment la communauté changent en fonction de l'intensité de la sédimentation organique. De ce fait, les espèces de vers peuvent être distribuées dans trois groupes distincts qui correspondent chacun à leur résistance particulière vis-à-vis de l'eutrophisation. Nous avons les espèces sensibles des lacs typiquement oligotrophes;

les espèces tolérantes des lacs mésotrophes et les espèces très résistantes des lacs eutrophes. L'importance relative de ces trois groupes d'espèces dans les communautés de vers du Léman permet de déterminer son degré d'eutrophisation en 1978 et en 1983.

L'abondance absolue des vers, c'est-à-dire le nombre d'individus par m², tend à augmenter avec l'eutrophisation en raison de l'accroissement de la nourriture disponible. L'abondance absolue des vers est de l'ordre de l'ordre de l'000 individus par m² dans un lac oligotrophe. Dans ce type de lac, les espèces oligotrophes constituent plus de 50 % de l'effectif des communautés de vers, en particulier dans les zones les plus profondes. Remarquons que les espèces dites mésotrophes et eutrophes sont également présentes dans les lacs oligotrophes. Pour cette raison, il serait plus correct de les qualifier respectivement d'espèces à large et à très large amplitude écologique.

2. STATIONS ET METHODES

En 1978 et en 1983, les prélèvements de vers ont été effectués dans le cadre de l'étude générale de la pollution des sédiments du Léman par les métaux lourds, réalisée par l'Institut Forel qui a fourni l'appui logistique indispensable. Le plan d'échantillonnage, établi de manière à couvrir uniformément l'ensemble du lac, est basé sur une grille carrée de 1.5 km de côté (figure 2).

Dans chaque station, l'étude des vers s'effectue à partir d'une carotte de sédiment de 15.9 cm² prise à l'intérieur de la benne Shipek. Seules les carottes contenant au moins un ver sont utilisées dans la suite de l'analyse. En 1983, la proportion de carottes ne contenant aucun ver diminue par rapport à 1978 ce qui indique une plus grande efficacité de la benne Shipek que confirme l'aspect moins perturbé des interfaces.

Les vers, séparés du sédiment au moyen d'un tamis, sont comptés. Dans chaque station, un sous-échantillon de 10 à 30 vers est identifié jusqu'au niveau de l'espèce. Puis, les espèces de vers sont réparties dans trois groupes : les espèces oligotrophes, mésotrophes et eutrophes (tableau 1). Chaque station est ainsi définie par le nombre de vers présents appartenant à chacun de ces trois groupes.

TABLEAU 1 - Espèces de vers utilisées comme indicateurs biologiques d'eutrophisation dans le Léman en 1978 et en 1983

Espèces (auteurs)	Indicateur
Bythonomus lemani (GRUBE)	Oligotrophe
Stylodrilus heringianus (CLAPAREDE)	Oligotrophe
Pelosclex velutinus (GRUBE)	Oligotrophe
Potamothrix vej dovskyi (HRABE)	Mésotrophe
Pelosclex ferox (EISEN)	Mésotrophe
Psammoryctides barbatus (GRUBE)	Mésotrophe
Aulodrillus pluriset a (PIGUET)	Mésotrophe
Limnodrilus profundicola (VERILL)	Eutrophe
Limnodrilus hoffmeisteri (CLAPAREDE)	Eutrophe
Potamothrix bedoti (PIGUET)	Eutrophe
Potamothrix heuscheri (BRETSCHER)	Eutrophe
Potamothrix hammoniensi s (MICHAELSEN)	Eutrophe
Tubifex tubifex (MULLER)	Eutrophe

L'analyse des résultats se base sur :

1. la fréquence de ces trois groupes d'espèces dans l'ensemble du lac ou dans une région donnée,
2. l'abondance relative de ces groupes d'espèces dans les communautés de vers,
3. la fréquence des communautés de vers "typiques".

La fréquence des espèces est calculée à partir du nombre de stations où un groupe d'espèces est présent sans tenir compte de son abondance. A cette approche, les

résultats dans une station donnée sont exprimés simplement en termes de présence ou d'absence. Une communauté de vers typique d'un milieu oligotrophe ou mésotrophe se caractérise par une abondance relative des espèces oligotrophes ou mésotrophes égale ou supérieure à 50 %. Les communautés de vers typiques des milieux eutrophes ne renferment que des espèces eutrophes. La classification des espèces de vers en fonction de leur résistance à l'eutrophisation ainsi que la définition des communautés typiques sont l'aboutissement d'une série d'études effectuées de 1974 à 1983 par le laboratoire d'hydrobiologie de la Conservation de la faune.

Le Grand Lac, seul étudié en 1978 et en 1983, est divisé en deux zones Est et Ouest sur le plan horizontal pour les besoins de la comparaison (figure 2). De même, trois zones sont définies sur le plan vertical : 10, à 100 m, 101 à 200 m et 201 à 309 m de profondeur. De cette façon, le nombre de stations présentes pour une année donnée dans chacun de ces sous-ensembles est d'au moins 50, ce qui assure une bonne représentativité des résultats.

3. RESULTATS

ABONDANCE TOTALE DES VERS (figure 1)

L'abondance totale des vers, exprimée en nombre d'individus par m², est représentée à la fois par la moyenne arithmétique et par la médiane moins sensible que la moyenne à l'effet de quelques valeurs extrêmes. Dans les deux cas, les limites des intervalles de confiance de 95 % sont figurés sous forme de traits horizontaux.

Les valeurs observées dans l'ensemble du lac en 1978 et en 1983 ne sont pas significativement différentes. L'abondance totale des vers tend à diminuer d'Est en Ouest. Les abondances élevées observées dans la partie Est du Grand Lac sont la conséquence des importants apports organiques du Rhône. La dispersion des valeurs de l'abondance absolue dans cette région est indiquée par l'étendue des intervalles de confiance. Des stations où les vers dépassent 50'000 individus par m² pour atteindre près de 350'000 individus coexistent avec des stations où les vers sont rares. Ces différences frappantes révèlent de grandes différences locales dans la sédimentation des apports organiques du Rhône.

D'après les valeurs de la médiane, l'abondance absolue des vers diminue régulièrement avec la profondeur. Les valeurs de la moyenne arithmétique montrent une grande variabilité entre 10 et 200 m de profondeur, ceci sous l'influence des stations de la région Est où l'abondance des vers est parfois très élevée. Cependant, les chevauchements des intervalles de confiance montrent que les résultats obtenus en 1978 et en 1983 ne sont pas significativement différents.

En conclusion, la valeur moyenne de l'abondance absolue des vers oscille entre 17'000 et 18'000 individus par m² en 1978 et en 1983. Par comparaison avec les valeurs moyennes typiques des lacs oligotrophes (1'000 individus par m²), le Léman se situe dans la catégorie des lacs méso-eutrophes. L'analyse des groupes d'espèces de vers permet d'affiner la comparaison 1978-1983.

LES GROUPES D'ESPECES

La localisation des espèces oligotrophes, mésotrophes et eutrophes dans l'ensemble des stations est présentée en détail sur la figure 2. Les stations où les espèces eutrophes sont seules présentes en 1978 et en 1983 (chiffre 11 de la figure 2) sont les plus fréquentes. Ces stations paraissent proportionnellement plus nombreuses dans la région Est que la région Ouest du Grand Lac. La présence exclusive des espèces eutrophes et des abondances de vers élevées semblent donc associées à de forts apports organiques.

Les stations où aucun ver n'a été récolté en 1978 et en 1983 (00) sont plus fréquentes à grande profondeur (250-309 m) et en particulier au niveau de la plaine centrale (300 à 309 m). Cette localisation particulière peut s'expliquer par trois facteurs dont les effets s'ajoutent

1. l'abondance absolue des vers diminue avec la profondeur (figure 1)
2. il est plus difficile de prendre de bons échantillons de sédiment en profondeur
3. le sédiment devient plus fluide sur la plaine centrale.

Cependant, le nombre des valeurs zéro diminue en 1983 dans l'ensemble du lac ce qui indique que la benne Shipek a mieux fonctionné qu'en 1978.

La comparaison directe entre 1978 et 1983 station par station n'est possible que lorsque des valeurs non nulles sont présentes dans les deux stations à comparer. Dans 53 stations, la situation s'est modifiée en 1983 par rapport à 1978. Dans 36 stations, la situation s'est améliorée en 1983; dans 17 stations, elle s'est aggravée. La différence est significative d'après le test du signe ($\text{Chi}^2 = 6.811$; $p = 0.01$). Dans ce contexte, une amélioration de la situation signifie le remplacement des espèces eutrophes par des espèces mésotrophes ou oligotrophes; une aggravation, la séquence inverse.

Cependant, la comparaison 1978-1983 des groupes d'espèces doit porter sur l'ensemble des prélèvements contenant des vers, soit respectivement 159 et 199 stations. Les résultats de cette comparaison sont présentés sur la figure 3. En 1978 comme en 1983, les espèces eutrophes constituent l'essentiel des communautés de vers d'après les trois critères analysés : fréquence relative des groupes d'espèces et des communautés typiques et abondance relative des groupes d'espèces (voir stations et méthodes). Les espèces eutrophes constituent une plus grande part des communautés de vers dans la région Est que dans la région Ouest. De plus, leur dominance s'accroît fortement avec la profondeur. Les espèces eutrophes semblent moins abondantes en 1983 qu'en 1978, cependant les différences observées ne sont statistiquement pas significatives (test de Chi^2 et intervalles de confiance de 95 %).

Les espèces mésotrophes sont les plus abondantes dans les communautés de vers après les espèces eutrophes. Contrairement aux espèces eutrophes, les espèces mésotrophes sont plus abondantes dans la région Ouest que la région Est. De plus, elles diminuent fortement avec la profondeur. Entre 10 et 100 m de profondeur, les communautés mésotrophes typiques sont les plus abondantes; alors qu'entre 200 et 300 m, elles sont pratiquement absentes. En 1983, les espèces mésotrophes semblent constituer une part plus importante des communautés qu'en 1978; mais de nouveau, les différences observées ne sont pas significatives.

Les espèces oligotrophes ne constituent qu'une petite fraction des communautés de vers. Comme les espèces mésotrophes, elles sont mieux représentées à l'Ouest qu'à l'Est du Grand Lac. Les espèces oligotrophes semblent plus abondantes entre 100 et 200 m de profondeur que dans les deux autres tranches de profondeur où elles diminuent. En 1983, les espèces oligotrophes sont significativement plus fréquentes dans l'ensemble du lac qu'en 1978. Les autres différences observées en 1983, bien que certaines paraissent spectaculaires, ne sont pas significatives.

D'une manière générale, l'efficacité de la technique de prélèvement plus grande en 1983 permet d'expliquer les quelques tendances observées dans les communautés de vers. Le nombre de vers récoltés tend à augmenter en 1983. De ce fait, la probabilité de capturer les espèces les plus rares, telles que les espèces oligotrophes, augmente elle aussi; d'où l'accroissement de leur fréquence relative en 1983.

4. CONCLUSION

La structure des communautés de vers observée en 1983 reste très semblable à celle de 1978. La dominance des espèces eutrophes, l'abondance des espèces mésotrophes et la rareté des espèces oligotrophes indiquent que le Léman demeure un lac méso-eutrophe. La stabilité des communautés de vers reflète celle des autres composants de l'écosystème. En effet, au cours de la même période, ni la physico-chimie de l'eau ni la production primaire et la biomasse du phytoplancton n'ont présenté de tendance très marquée, soit dans le sens d'une amélioration soit d'une aggravation.

Tout se passe comme si le Léman avait basculé aux environs de 1970, dans un état méso-eutrophe relativement stable, compte tenu des aléas de la météorologie. Les variations de l'abondance relative des espèces de vers oligotrophes à 300 m de fond illustrent cette évolution. Au début du siècle, ces espèces constituaient 60 à 70 % des communautés de vers de cette zone. En 1967, ces espèces formaient encore 24 % des communautés à 300 m alors qu'elles sont absentes en 1978 et en 1983. Le moment de leur disparition doit se situer vers 1970.

Au cours des années à venir, l'évolution de l'eutrophisation du Léman sera suivie en étudiant les communautés de vers, localisées entre 100 et 300 m de profondeur, dans une zone peu influencée par les apports organiques externes. Les prélèvements s'effectueront au moyen d'un carottier afin d'obtenir une meilleure représentation quantitative des communautés de vers.

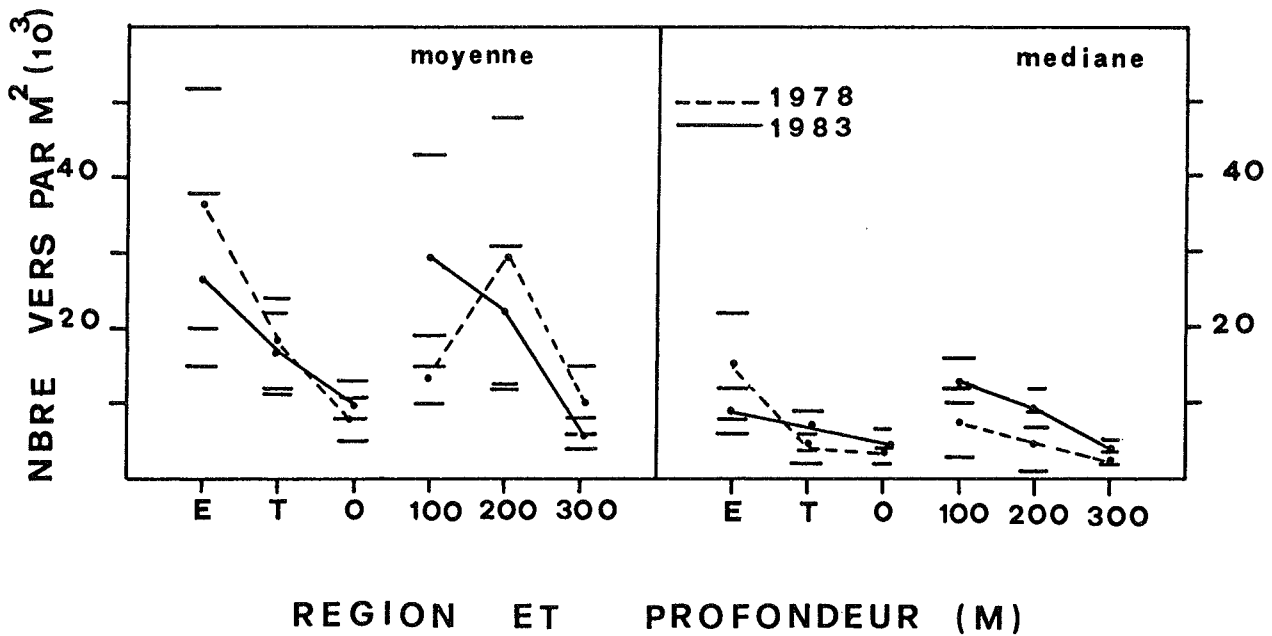


Figure 1 Variations de l'abondance moyenne et médiane des vers en fonction de la région (E, est du lac; T, ensemble du lac; O, ouest du lac) et de la profondeur en 1978 et en 1983 dans le Léman. Les traits horizontaux indiquent les limites minimales et maximales des intervalles de confiance de 95 %. La profondeur 100 m englobe toutes les stations comprises entre 10 et 100 m de fond; la profondeur 200 m, les stations entre 101 et 200 m; la profondeur 300 m, les stations entre 201 et 309 m.

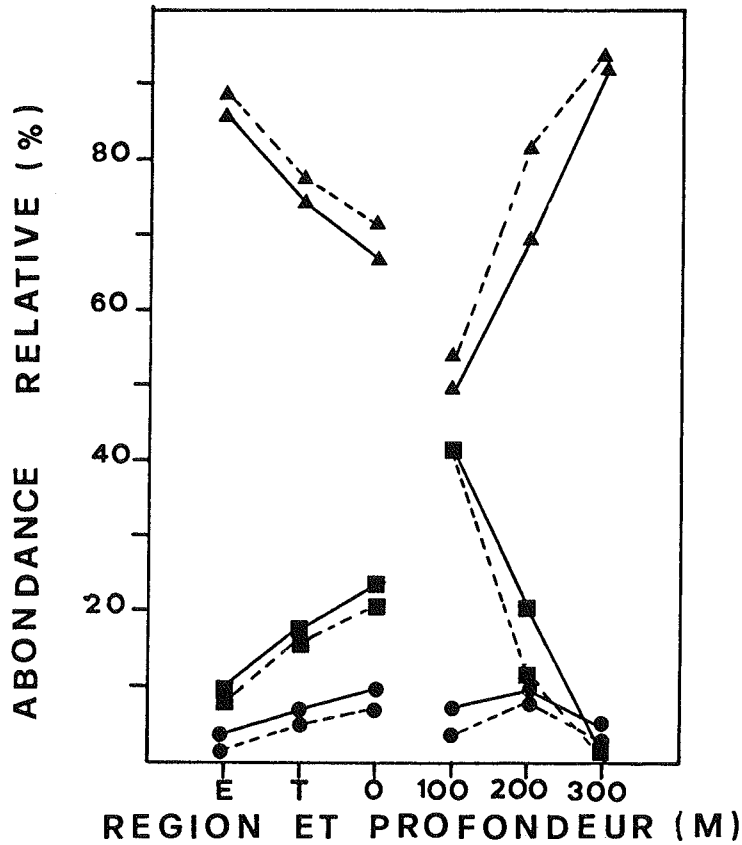
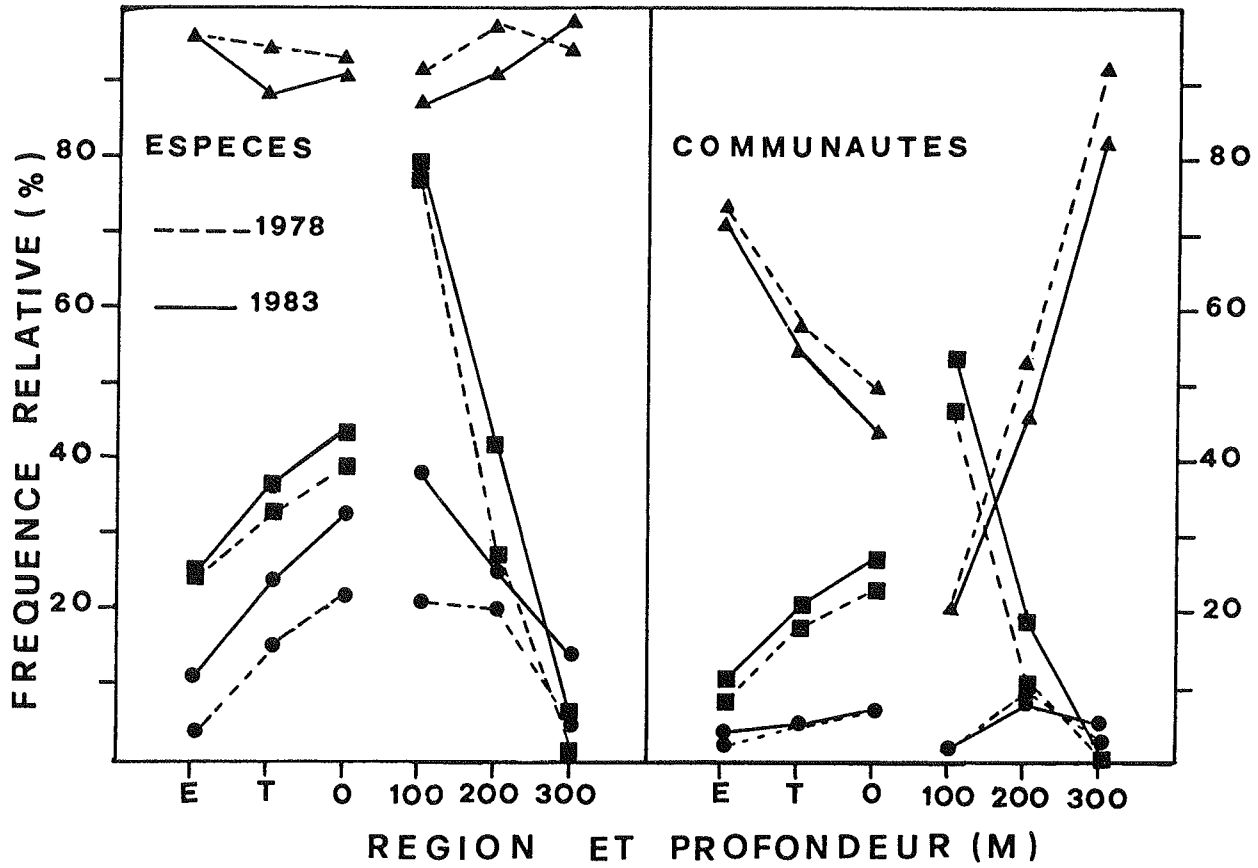


Figure 3 Variations de la fréquence relative des espèces de vers et des communautés de vers typiques ainsi que de l'abondance relative des espèces de vers en fonction de la région (voir figure 1) et de la profondeur en 1978 et en 1983. Espèces oligotrophes ●, mésotrophes ■ et eutrophes ▲