

Variabilité des soies spermathécales de *Potamothenix heuscheri* (Bretscher) (Oligochaeta, Tubificidae) dans le lac de Nemi et remarques sur la relation entre cette espèce et le degré de trophie des lacs

M. Bazzanti¹

M. Lafont²

Mots clés : Oligochaeta, Variations morphologiques, Eaux stagnantes, Ecologie, Degré de trophie.

Les auteurs rapportent ici quelques données sur la variabilité des soies spermathécales constatée chez des exemplaires du Tubificidae *Potamothenix heuscheri* (Bretscher), récoltés dans le lac de Nemi (Italie Centrale). L'étude systématique, basée sur l'anatomie de l'appareil éférent mâle et sur la morphologie des soies génales permet de conclure qu'il existe un écotype de l'espèce dans ce lac.

La distribution de *P. heuscheri* dans les lacs français et italiens, en particulier dans le lac de Nemi, est discutée dans ce travail pour tenter de clarifier le problème posé par les exigences écologiques de cette espèce, actuellement peu connues et parfois contradictoires, en milieu lacustre.

Variability in the spermathecal setae of *Potamothenix heuscheri* (Bretscher) (Oligochaeta, Tubificidae) in Lake Nemi and notes on the relationship between this species and the trophic level of lakes

Keywords : Oligochaeta, Morphological variations, Standing waters, Ecology, Trophic level.

Data are presented on variability in the spermathecal setae of the tubificid *Potamothenix heuscheri* (Bretscher) from Lake Nemi (Central Italy). A systematic study, based on the anatomy of the efferent apparatus of the male and the morphology of the genital setae, indicates that there is an ecotype of this species in this lake.

The distribution of *P. heuscheri* in French lakes, especially Lake Nemi, is discussed in order to clarify the problem posed by the ecological requirements of this species in lakes because these requirements are little known and sometimes contradictory.

Introduction

En milieu lacustre, les Oligochètes benthiques constituent en général de bons indicateurs du degré de trophie d'un plan d'eau, du fait qu'ils vivent en contact étroit avec le sédiment et que leur développement s'effectue exclusivement en milieu aquatique. Par ailleurs, lorsque les peuplements d'Oligochètes, en particulier les Tubificidae, se rencontrent en proportion élevée dans la faune benthique, on considère qu'il y a un état d'enrichissement en matières organiques de l'eau dans laquelle ils vivent

(Goodnight & Whitley 1961, Brinkhurst & Jamieson 1971, Howmiller & Beeton 1971, Aston 1973). Cependant, au sein de la famille des Tubificidae, les espèces réagissent différemment aux facteurs de l'environnement et présentent des distributions différentes dans les milieux dont les degrés de trophie sont variables. Plusieurs auteurs (Howmiller & Scott 1977, Lang & Lang-Dobler 1980, Wiederholm 1980, Milbrink 1980, 1983) ont établi, dans le but d'évaluer le degré d'eutrophisation d'un lac, des indices basés sur l'abondance de diverses espèces indicatrices d'Oligochètes.

Alors que pour plusieurs espèces, la tolérance à la pollution organique et aux conditions d'anoxie qui en résultent est bien connue dans la littérature, il n'en va pas de même pour le Tubificidae *Potamothenix*

1. Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università « La Sapienza », Viale dell'Università 32, 00185, Roma, Italia.

2. Laboratoire d'Hydrobiologie du CEMAGREF, 3 quai Chauveau, 69009 Lyon, France.

heuscheri, essentiellement à cause de sa relative récente apparition en Europe centrale et du nord (Milbrink 1980). Il nous a donc paru intéressant, afin de contribuer à mieux connaître l'écologie de cette espèce, de rapporter quelques observations sur cet Oligochète, récolté en pourcentages élevés dans un lac fortement eutrophe, le lac de Nemi.

Le lac de Nemi est un petit lac volcanique d'une superficie de 1,670 km² et dont la profondeur maximale atteint environ 31 mètres. Dans la dernière décennie, les eaux de tout le plan d'eau ont reçu des effluents d'origine domestique qui ont entraîné une eutrophisation rapide et forte du lac. Cette accumulation de substances a causé depuis 1974 des altérations chimiques et biologiques qui ont déjà fait l'objet de divers travaux (Stella & al., 1978 ; Bazzanti & Loret, 1982 ; Bazzanti, 1983 ; Ferrero & Gelosi, sous presse). La concentration élevée en sels dissous (P total 50 µg l⁻¹), la désoxygénation de la zone profonde plusieurs mois par an, la présence d'H₂S au fond et les graves perturbations biologiques, (proliférations de Cyanophycées, fortes mortalités de poissons, etc...) mettent clairement en évidence le stade avancé de dégradation des eaux du lac. Par ailleurs, dans ce même lac, des exemplaires de *Potamothenix*, présumés appartenir à l'espèce *heuscheri*, présentaient des variations sensibles dans la forme des soies spermathécales, nécessitant un examen systématique approfondi, qui va constituer la première partie de ce travail.

1. — Soies spermathécales de *Potamothenix heuscheri* dans le lac de Nemi

Le Tubificidae *Potamothenix heuscheri* fut décrit pour la première fois en 1900 par Bretscher (in Brinkhurst 1971) sous le nom de *Tubifex heuscheri*. Les variations pouvant exister dans la forme des soies génitales n'ont pas, à notre connaissance, fait l'objet de mentions détaillées dans la littérature. En général, les auteurs (Piguet et Bretscher 1913, Cekanovskaya 1962, Hrabec 1954, 1981, Kasprzak 1981, Pop 1976) représentent des soies spermathécales appartenant à des types sensiblement identiques (cf. fig. 1 A). L'examen de 114 individus sexuellement matures, récoltés dans le lac de Nemi, et présumés appartenir à l'espèce *P. heuscheri* par référence à

la forme des soies copulatrices, a permis de mettre en évidence des variations dans la forme de ces soies. Celle-ci semblait s'écarter du type communément décrit dans la littérature. La question s'est alors posée de savoir si nous n'étions pas en présence d'une espèce nouvelle.

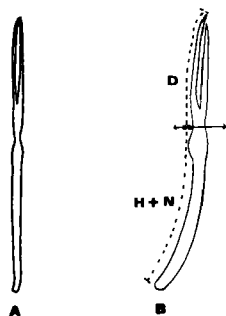


Fig. 1. Soies spermathécales de *P. heuscheri* ; A : selon Pop, 1976 ; B : mesures effectuées ; D : longueur de la dent la plus longue ; H + N = longueur de la hampe + le nodulus.

1.1. Matériel et méthodes.

Les exemplaires fixés au formol ont été montés entre lame et lamelle dans du liquide de Faure ou dans un mélange à parts égales d'acide lactique et de glycérine. Une douzaine de spécimens porteurs ou non de soies génitales aberrantes furent disséqués et montés dans du sirop de lévulose. Les soies spermathécales ont été mesurées selon les modalités suivantes : le contour externe de chaque soie est tracé sur une feuille de papier à l'aide d'un microscope muni d'une chambre claire et mesuré au moyen d'un curvimètre préalablement étalonné. Deux mesures ont été effectuées (fig. 1B) : longueur de la dent la plus longue (D) et longueur de la hampe + le nodulus (H + N). De ces deux mesures, la longueur totale de la soie (L) est déduite : $L = D + (H + N)$. Cette procédure implique l'élimination de

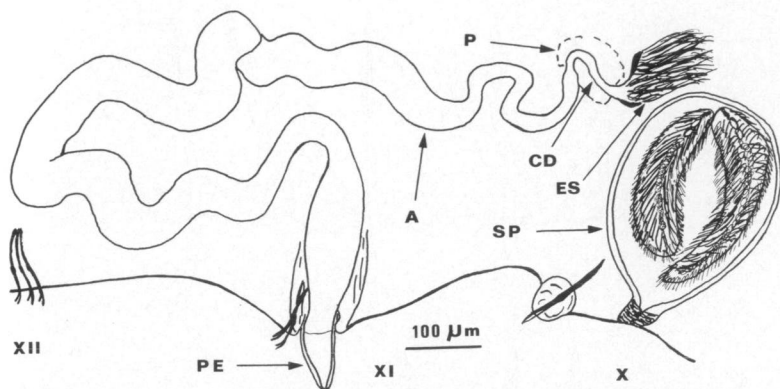


Fig. 2. Reconstruction semi-schématique d'après dissections de l'appareil efférent mâle de *P. heuscheri* du lac de Nemi; ES : entonnoir séminal; CD canal déférent; P : prostate; A = atrium; PE : pénis; SP : spermathèque; les métamères sont notés en chiffres romains.

toutes les préparations où les soies spermathécales sont déformées, cassées et/ou non montées dans un plan horizontal : 83 soies seulement (sur 228) ont pu faire l'objet de mesures correctes.

1.2. — Résultats

1.2.1. Appareil efférent mâle, (fig. 2)

Il se compose d'un entonnoir séminal, d'un canal déférent très court auquel fait suite un atrium long et glandulaire. Celui-ci est contourné, les boucles qu'il forme débordant largement dans le segment XII. Cet atrium porte un renflement avant de déboucher au pore σ (métamère XI). Le pénis, musculueux, n'est apparemment pas protégé par une gaine cuticularisée, au contraire de *P. hammoniensis* (Baker 1982). Les spermathèques possèdent une ampoule globuleuse et des conduits très courts. L'anatomie de l'appareil efférent σ de nos exemplaires du lac de Nemi ne s'écarte guère de celle que Piguet & Bretscher (1913) ou Brinkhurst (1971) ont décrite.

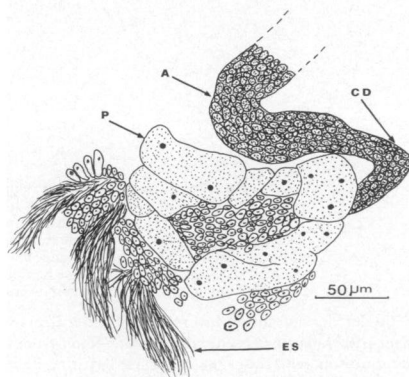


Fig. 3. Croquis, d'après dissection, de l'extrémité antérieure de l'appareil efférent mâle de *P. heuscheri* (Lac de Nemi). ES : entonnoir séminal; P : prostate; A : atrium; CD : canal déférent.

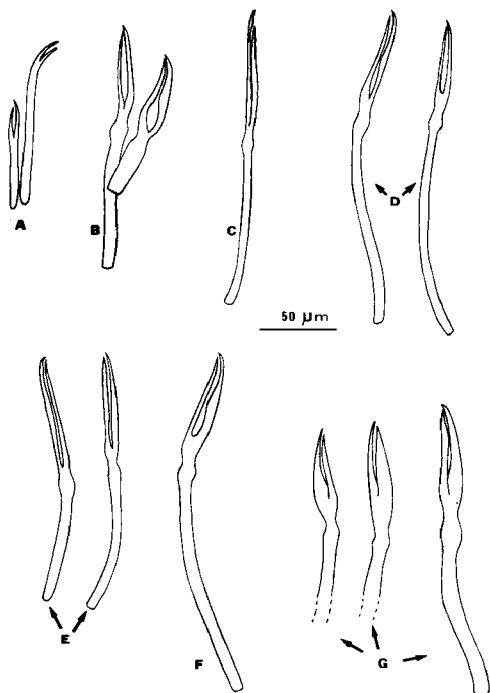


Fig. 4. Soies copulatrices des exemplaires de *P. heuscheri* du lac de Nemi ; A : en cours de formation ; B : faisceau du 10^e segment renfermant une soie bien formée typique de l'espèce, et une soie à dent élargie en cours de formation (dents formées, hampe incomplètement formée) ; C : soie typique de l'espèce ; D : soies à hampe allongée ; E : soies à hampe courte ; F : soies à dents élargies, avec une hampe longue ; G : soies à dents élargies avec une hampe de longueur moyenne.

Ce dernier auteur, à l'inverse de Piguet & Bretschger (1913) signale l'absence de prostate. Nous avons pu toutefois remarquer, au départ de l'atrium, des amas cellulaires (fig. 3) dont l'aspect rappelle très sensiblement celui d'une prostate de Tubificidae. Juget (comm. pers.) a observé des structures analogues sur des exemplaires disséqués de *P. heuscheri* en provenance d'un bras mort du Rhône.

1.2.2. Description des soies spermathécales

On sait que les soies génitales, spermathécales ou péniennes, ont pour origine des soies somatiques ventrales. Sur nos exemplaires du lac de Nemi, cette genèse a pu être en partie observée. Les dents des crochets somatiques s'allongent (fig. 4A), puis la hampe s'allonge à son tour lorsque les dents sont

bien formées (fig. 4 B). Les différences observées par rapport à des soies considérées comme typiques de *P. heuscheri* (fig. 4C) portent essentiellement sur la forme des dents ou sur l'allongement plus ou moins accentué de la hampe. En effet, 18 % des soies ont des dents de forme épaissie rappelant celle des soies de *Potamotheirus bedoti* (fig. 4B, 4F, 4G) les autres sont typiques de l'espèce *P. heuscheri* (fig. 4C, 4D, 4E), mais dans les deux cas, les hampes des soies sont longues (fig. 4D, 4F), courtes (fig. 4B, 4E) ou de taille normale (fig. 4C et 4G). Les mesures effectuées sur les soies montrent qu'il existe une corrélation linéaire hautement significative ($r = 0,95$) entre la longueur de la hampe + le nodulus (H + N) d'une part, et la longueur totale de la soie (L) d'autre part. La corrélation linéaire entre la longueur de la dent la plus longue (D) et L est plus faible ($r = 0,58$). Enfin, il n'existe pas de corrélation linéaire entre D et H + N. On remarque également que dans un même faisceau (fig. 4B), il peut y avoir coexistence des deux types de crochets spermathécaux.

Il ne semble donc pas faire de doute que la longueur des hampes est une conséquence de l'âge des soies, les soies « âgées » ayant des hampes longues, les soies « jeunes » des hampes courtes, que ce soit dans le cas des soies à dent élargie ou non. En dernier lieu, l'étude de la distribution des valeurs du rapport $m = \frac{H + N}{D}$ montre que 9 % des soies mesu-

rées présentent un rapport $m \leq 1,1$ (= soies « jeunes »); 24,8 % des soies mesurées ont un rapport $m \geq 1,8$ (soies « âgées »). Pour la plupart des crochets génitaux (67 %), le rapport m est compris entre 1,2 et 1,7. Parmi ces dernières valeurs se situent également celles qui ont été obtenues à partir de mesures, effectuées à l'aide d'un curvimètre, sur des crochets reproduits dans l'iconographie de la littérature (op. cit.) ou sur des exemplaires de *P. heuscheri* de diverses provenances (notamment le lac Léman, la Saulx, le Rhône, le Doubs).

Pour les exemplaires du lac de Nemi, la longueur totale des soies copulatrices varie de 110 μ m à 240 μ m (moyenne = 171 μ m).

1.3. — Conclusion.

L'anatomie de l'appareil efférent mâle et la taille de la hampe des soies spermathécales ne permettent pas de conclure à l'existence d'une espèce nouvelle

dans le lac de Nemi. Il faut noter également que la mesure des soies est un critère délicat à interpréter, compte-tenu des nombreux artefacts pouvant survenir lors de la fixation et du montage des spécimens de vers entre lame et lamelle (soies brisées, déformées, montées verticalement...). En revanche, il est très probable que les exemplaires où se rencontrent des soies à dents élargies (fig. 4B, 4F, 4G) appartiennent à un écotype de l'espèce *P. heuscheri*. Ce phénomène a été signalé chez les Naididae (Loden & Harman 1980) ou d'autres organismes vivants (Harman 1980). La coexistence, dans le même milieu, de l'archétype et de son ou ses écotypes est un phénomène connu en milieu lacustre (Juget 1967 b). Nos observations sur la variabilité des soies génitales de *P. heuscheri* amèneraient des arguments supplémentaires en faveur de l'hypothèse de Wautier et Juget (1969) sur le rôle inducteur des facteurs écologiques dans la spéciation des peuplements benthiques lacustres.

2. — Distribution de *Potamotheirus heuscheri* dans des plans d'eau présentant des degrés de trophie différents

P. heuscheri, originaire de la région pontocaspicienne (Milbrink 1980, Timm 1980), a été signalé dans les eaux douces de plusieurs pays d'Europe (Brinkhurst 1978) et dans des eaux marines côtières (Laasko 1969, Milbrink 1980). Dans le lac Léman, les exemplaires appartenant à *Potamotheirus heuscheri* ont été récoltés aussi bien dans des zones mésotrophes (Lang & Lang-Dobler 1979, 1980) qu'eutrophes (Lang 1978, Lang & Hutter 1981). Martinez-Ansemil & Prat (1984) observent cette espèce dans quelques lacs de barrage espagnols caractérisés par des eaux alcalines et oligotrophes. Milbrink (1973, 1978, 1980, 1981) signale que *P. heuscheri* est susceptible de vivre dans des milieux très productifs et eutrophes; ce même auteur a trouvé cette espèce dans les eaux polluées du bassin nord-est du lac Mälaren, et place *P. heuscheri* dans un groupe de Tubificidae tolérant des conditions eutrophes ou une pollution organique considérable. En outre, il est particulièrement intéressant de noter la présence de ce Tubificidae, formant des populations monospécifiques, dans la zone profonde privée

d'oxygène du lac saumâtre de Tibériade (Gitay 1968), où il peut supporter de longues périodes d'anoxie (8 mois) et des concentrations élevées en hydrogène sulfuré. Dans des conditions expérimentales, cette même espèce peut survivre six mois au maximum en l'absence d'oxygène (Por & Masry 1968).

En France, *P. heuscheri* a été en général peu mentionné jusqu'ici, que ce soit dans les cours d'eau (Giani 1979, Lafont 1983, Juget & Roux 1982) ou dans les lacs. Ce tubificidae n'est connu pour l'instant que dans le lac Léman de 8 à 120 m de profondeur où il peut être abondant (Juget 1967 a), dans le lac du Bourget (Michel 1966) à 145 m de profondeur où il ne représente que moins de 2 % des peuplements d'Oligochètes, dans quelques lacs de barrage du sud-est de la France (Grégoire 1982), et dans le lac de Petichet (Alpes françaises, 923 m d'altitude, Gay, 1976). Ce dernier plan d'eau se caractérise par des déficits en O_2 dissous ($0,58 \text{ mg l}^{-1}$ à -19 m au mois de septembre), mais surtout par des concentrations élevées en NH_4^+ ($2,71 \text{ mg l}^{-1}$) et en H_2S (3 mg l^{-1}) à la fin de l'été dans les eaux profondes (-19 m). *P. heuscheri* forme alors des populations monospécifiques relativement peu abondantes en moyenne (1621 individus/m²). Gay (1976) considérait que la répartition verticale de cette espèce semblait être en relation avec l'augmentation de la charge organique des sédiments (avec la profondeur). Juget (1984) obtient d'ailleurs une relation similaire dans un sédiment d'un bras mort du fleuve Rhône.

Dans les lacs italiens³, *P. heuscheri* est assez répandue et se récolte en Italie du nord dans la zone littorale du lac majeur (Nocentini 1963), dans le lac d'Iseo (Bonomi & Gerletti 1967) le lac de Garde (Bonomi 1974), le lac d'Endine (Nocentini & al. 1974), dans le bassin ouest du lac d'Annone (Istituto Italiano di idrobiologia, Pallanza 1978), en Italie centrale, dans les lacs de Monterosi (Stella et Margaritora 1966, Bazzanti *et al.* sous presse), de Martignano (Stella *et al.*, 1972), de Vico (Bonomi & Ruggiu 1971, Nocentini 1973), de Bracciano (Bonomi & Ruggiu 1971, Nocentini 1973, Bazzanti 1981), de Nemi (Bazzanti & Loret 1982, Bazzanti 1983), et de Canterno (Bazzanti & Seminara 1984).

3. Actuellement, nous ne possédons que peu de données sur les communautés d'Oligochètes des lacs de l'Italie méridionale, où cependant la présence de *P. heuscheri* n'a pas été signalée.

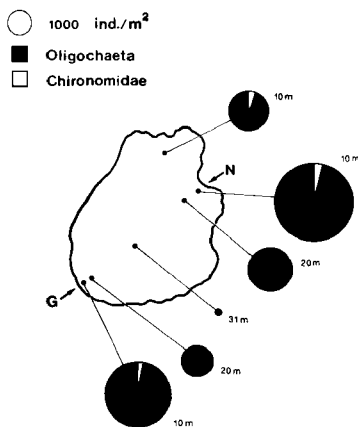


Fig. 5. Abondance des deux groupes dominants, Oligochètes et Chironomidae, dans le lac de Nemi ; → indique la zone de déversement des effluents domestiques provenant des villages de Nemi (N) et Genzano (G).

Selon les données bibliographiques (op. cit.), *P. heuscheri* se distribue aussi bien dans des eaux oligotrophes et mésotrophes (par exemple les lacs de Garde, de Martignano et de Bracciano) que fortement eutrophes ou pollués (lacs d'Endine, d'Annone, de Canterno et de Nemi). Bien que constituant une proportion appréciable des peuplements d'Oligochètes, *P. heuscheri* ne se révèle actuellement pas, dans les plans d'eau concernés, comme une espèce fortement dominante parmi les peuplements de macroinvertébrés benthiques, à l'exception du lac de Nemi.

2.1. — Distribution de *Potamothenis heuscheri* dans le lac de Nemi

La faune benthique profonde (fig. 5) du lac de Nemi est composée presque exclusivement d'Oligochètes qui représentent plus de 97 % de la faune du fond⁴.

4. Ces valeurs numériques se réfèrent à des données récoltées au cours des années d'étude du lac (1979-1980). La méthodologie utilisée et les stations de récolte sont décrites dans le travail de Bazzanti (1983)

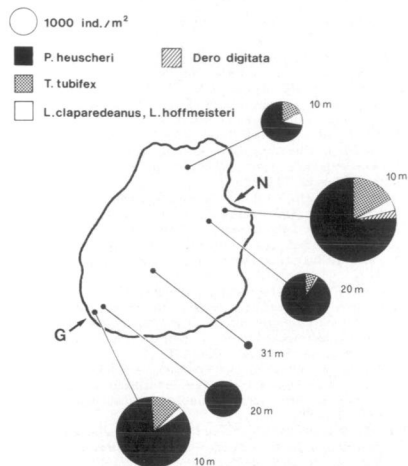


Fig. 6. Distribution et abondance des espèces d'Oligochètes dans le lac de Nemi.

P. heuscheri constitue l'espèce la plus répandue du plan d'eau ; elle est associée à *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeanus* et *Dero digitata*, espèce récoltée en faibles quantités à 10 mètres de profondeur seulement (fig. 6). A -10 m de profondeur, *P. heuscheri* présente sa densité absolue la plus élevée et forme 72,1 à 86,6 % des peuplements d'Oligochètes et 68,9 à 84,5 % de la macrofaune benthique. A -20 m de profondeur, l'abondance absolue de *P. heuscheri* diminue, mais son abondance relative augmente (91,7 à 100 % des Oligochètes, 91,6 à 100 % de toute la faune benthique). A la profondeur maximale (-31 m), le macrobenthos n'est plus représenté que par *P. heuscheri* qui forme des populations peu abondantes (100 individus/m²).

2.2. — Discussion

D'après les données chimiques et biologiques recueillies dans le lac de Nemi, il apparaît clairement que *P. heuscheri* peut survivre dans des

conditions de forte pollution organique. Les plus fortes densités de ce Tubificidae se remarquent surtout dans les zones directement soumises aux rejets d'origine domestique (effluents des villages de Nemi et Genzano). Par ailleurs, *P. heuscheri* se trouve associée à d'autres espèces de Tubificidae telles que *T. tubifex*, *L. hoffmeisteri* et *L. claparedeanus*, dont la tolérance à la pollution organique est bien connue (Brinkhurst 1965, Aston, 1973 ; Brinkhurst et Cook 1974, Milbrink 1980, Chapman & al. 1982 a). La présence de *P. heuscheri* dans des lacs de niveaux trophiques différents n'a rien de surprenant, un tel phénomène est assez connu et a été observé également pour d'autres espèces qui présentent une valence écologique plus ou moins large, comme *T. tubifex* et *S. ferox* (Lang & Lang-Dobler 1979, 1980, Milbrink 1980, 1983). Comme l'a souligné Lafont (1977, 1982), la pollu-résistance d'une espèce est un caractère autécologique relatif, étroitement lié aux conditions ambiantes (type de substrat, compétition, type de pollution etc...). Pour évaluer le degré d'eutrophisation d'un plan d'eau, il est donc nécessaire de connaître d'une manière approfondie, outre les paramètres abiotiques, la composition des communautés d'invertébrés benthiques, en tenant compte soit de la proportion d'une espèce au sein d'un groupe, soit de la composition qualitative et quantitative des communautés d'invertébrés benthiques dans toute leur complexité.

Dans le cas du lac de Nemi, les pourcentages élevés de *P. heuscheri*, ainsi que sa présence en populations monospécifiques dans la zone la plus profonde du lac, sembleraient démontrer que les capacités d'adaptation de ce Tubificidae à des conditions extrêmes sont supérieures à celles de *T. tubifex* et de *L. hoffmeisteri*. Cette situation pourrait être attribuable à deux phénomènes concomitants :

a) lorsque des espèces d'Oligochètes entrent en compétition avec d'autres, la densité de leur population se réduit. Actuellement, les modalités de distribution sympatrique des espèces d'Oligochètes ne sont pas encore bien claires, mais il semble que plusieurs facteurs interviennent dans sa régulation (Brinkhurst & al. 1972, Juget 1979, Lang & Lang-Dobler 1979, Milbrink, 1980, Särkkä & Aho 1980, Lang & Hutter 1981, Särkkä 1982) ;

b) des travaux récents (Chapman & al., 1982 b) ont montré en particulier que certaines espèces de Tubificidae, lorsqu'elles sont ensembles, sont moins

tolérantes à des conditions d'anoxie qu'une espèce seule. Ceci pourrait expliquer la présence de populations monospécifiques dans des milieux où règnent des conditions de totale absence d'oxygène.

Des recherches ultérieures, conduites soit au laboratoire, soit sur le terrain, avec des eaux de différentes qualités, permettront d'éclairer les exigences écologiques du Tubificidae *P. heuscheri*, et les facteurs agissant sur la régulation de ses populations, afin d'obtenir, avec plus de précision, la place de cette espèce dans une échelle de niveaux trophiques, valable aussi bien pour les eaux italiennes que françaises.

Remerciements

Les auteurs remercient Monsieur J. Juget qui a bien voulu accepter de critiquer ce manuscrit, Madame Taillore qui a assuré la dactylographie du texte et Monsieur Balland qui a calculé les coefficients de régression.

Travaux cités

- Aston (R.J.). 1973. — Tubificids and water quality : a review. *Environ. Poll.*, 5 : 1-10.
- Baker (H.R.). 1982. — A note on the genitalia of *Potamothrix hammoniensis* (Oligochaeta, Tubificidae). *Proc. biol. soc. Wash.*, 95 (3) : 563-566.
- Bazzanti (M.). 1981. — Survey of the macrobenthic community in an area of Lake Bracciano (Central Italy). *Boll. Zool.*, 48 (3-4) : 295-303.
- Bazzanti (M.). 1983. — Composition and diversity of the profundal macrobenthic community in the polluted Lake Nemi (Central Italy), 1979-1980. *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 4 (3) : 211-220.
- Bazzanti (M.), Ferrara (O.) et Mastrantuono (L.). (sous presse). — Osservazioni sulle attuali condizioni del lago-stagno di Monterosi (Lazio). *Boll. Pesca. Piscic. Idrobiol.*
- Bazzanti (M.) & Loret (E.). 1982. — Macrobenthic community structure in a polluted lake : Lake Nemi. *Boll. Zool.*, 49 (1-2) : 79-91.
- Bazzanti (M.) & Seminara (M.). 1984. — Macrobenthos estivo ed autunnale di un lago inquinato soggetto a variazioni di livello dell'acqua. *Boll. Zool.*, 51, suppl. : 8.
- Bonomi (G.). 1974. — Benton profondo. — In : *Indagini sul Lago di Garda*. Quaderni IRSA, 18 : 211-223.
- Bonomi (G.) & Gerletti (M.). 1967. — Il lago d'Isèo : primo quadro limnologico generale (termica, chimica, plancton e benton profondo). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 22 : 149-175.
- Bonomi (G.) & Ruggiu (D.). 1971. — Popolamenti bentonici profondi. In : *Limnologia ed ecologia dei laghi di Bolsena, Bracciano, Trasimeno e Vico : situazione attuale e prevedibili conseguenze derivanti da una loro utilizzazione multipla*. Rd. Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza : 227-248.
- Brinkhurst (R.O.). 1965. — Observations on the recovery of a british river from gross organic pollution. *Hydrobiologia*, 25 (1-2) : 9-51.
- Brinkhurst (R.O.). 1971. — Tubificidae. — In : *Aquatic Oligochaeta of the World*. Brinkhurst R.O. et Jamieson B.G.M. eds., Oliver and Boyd, Edinburgh : 444-625.
- Brinkhurst (R.O.). 1974. — *The Benthos of Lakes*. The Mac Millan Press Ltd. 190 pp.
- Brinkhurst (R.O.). 1978. — Oligochaeta. — In : *Limnologia Europea*. Illies (J.) ed., A. Fisher Verlag, Stuttgart : 139-144.
- Brinkhurst (R.O.), Chua (K.E.) & Kausikh (N.). 1972. — Interspecific interactions ans selective feeding by tubificid oligochaetes. *Limnol. Oceanogr.*, 17 : 122-133.
- Brinkhurst (R.O.) & Cook (D.G.). 1974. — Aquatic earthworms (Annelida : Oligochaeta). — In : *Pollution ecology of freshwater invertebrates*. Hart C.W.Jr et Fuller S.L.H. eds., Academic Press, London : 143-156.
- Cekanovskaya (O.V.). 1962. — The aquatic Oligochaete fauna of the U.S.S.R. *Opred. Faune S.S.S.R.*, 78 : 1-411.
- Chapman (P.M.), Farrell (M.A.) & Brinkhurst (R.O.). 1982 a. — Relative tolerances of selected aquatic oligochaetes to individual pollutants and environmental factors. *Aquat. Toxic.*, 2 : 47-67.
- Chapman (P.M.), Farrell (M.A.) & Brinkhurst (R.O.). 1982 b. — Effects of species interactions on the survival and respiration of *Limnodrilus hoffmeisteri* and *Tubifex tubifex* (Oligochaeta, Tubificidae) exposed to various pollutants and environmental factors. *Water Res.*, 16 : 1405-1408.
- Ferrero (L.) & Gelosi (E.). (sous presse). — Studio dell'inquinamento di un lago vulcanico laziale : il Lago di Nemi. Conseguenze dell'alterazione dell'ambiente sulla produzione ittica. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*
- Gay (C.). 1976. — Contribution à l'étude écologique et à l'aménagement d'un lac de montagne : le lac de Petichet (Isère), (altitude : 923 m). Thèse de Doctorat de Spécialité, Grenoble : 124 pp.
- Giani (N.). 1979. — Les Oligochètes aquatiques du Sud-Ouest de la France (deuxième note). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulousaine*, 115 (3-4) : 347-358.
- Gitay (A.). 1968. — Preliminary data on the ecology of the level-bottom fauna of Lake Tiberias. *Isr. J. Zool.*, 17 : 81-96.
- Goodnight (C.J.) & Whitley (L.S.). 1961. — Oligochaetes as indicators of pollution. *Proc. 15th Ann. Waste Conf., Purdue Univ.* : 139-142.
- Grégoire (A.). 1982. — Contribution à l'étude hydrobiologique d'une rivière aménagée : le Verdon. Les lacs de barrage et les tronçons de cours d'eau à débit régulé. *Cah. Lab. Hydr. Montreaux*, 13 : 1-162.
- Harman (W.J.). 1980. — Specific and generic criteria in freshwater Oligochaeta, with special emphasis on the Naididae. In : *Aquatic Oligochaete biology*. Brinkhurst R.O. et Cook D.G. eds., Plenum Press, New-York and London : 1-8.
- Hovmiller (R.P.) & Beeton (A.M.). 1971. — Biological evaluation of environmental quality. Green Bay, Lake Michigan. *J. Wat. Pollut. Control Fed.*, 43 (1) : 123-133.
- Hovmiller (R.P.) & Scott (M.A.). 1977. — An environmental index based on relative abundance of Oligochaete species. *J. Wat. Pollut. Control Fed.*, 49 : 809-815.
- Hrabe (S.). 1954. — Malostetinatci — *Oligochaeta Klic zvireny CSR* : 289-323.
- Hrabe (S.). 1981. — Vodni malostetinatci (Oligochaeta), Československa. *Acta Universitatis Carolinae, Biologica*, 1979 (1-2) : 1-168.
- Istituto Italiano di Idrobiologia Pallanza (1978) — *Lago di Annone*. Regione Lombardia, 148 pp.
- Juget (J.). 1967 a. — La faune benthique du Léman : modalités et déterminisme écologiques du peuplement. Thèse de Doctorat d'Etat, Lyon : 360 pp.
- Juget (J.). 1967 b. — Quelques données nouvelles sur les Oligochètes du Léman : composition et origine du peuplement. *Annls Limnol.*, 3 (2) : 217-229.

- Juget (J.). 1979. — La texture granulométrique des sédiments et le régime alimentaire des Oligochètes limicoles. *Hydrobiologia*, 65 (2): 145-154.
- Juget (J.). 1984. — Oligochaeta of the epigeal and underground fauna of the alluvial plain of the french upper Rhône (biotopological trial). *Hydrobiologia*, 115: 175-182.
- Juget (J.) & Roux (A.L.). 1982. — Une lône du Rhône, zone humide en position de lisière dans l'espace et dans le temps. *Bull. Ecol.*, 13 (2): 109-124.
- Kasprzak (K.). 1981. — Skąposzczety wodne I; klucze do oznakowania bezkręgowców Polski. *Polska Akad. Nauk*, IV: 1-221.
- Laakso (M.). 1969. — Oligochaeta from brackish water near Tvärminne, South-West Finland. *Ann. Zool. Fenn.*, 6: 98-111.
- Lafont (M.). 1977. — Les Oligochètes d'un cours d'eau montagnard pollué: le Bief Rouge. *Annls. Limnol.*, 13 (2): 157-167.
- Lafont (M.). 1982. — Les Oligochètes des lacs de Gérardmer et de Longemer (département des Vosges, France). *Sciences de l'Eau*, 1 (1): 21-30.
- Lafont (M.). 1983. — Les Oligochètes. In: *Etude hydrobiologique de la Saix Marnaise après aménagement d'une partie de son cours*. Rapport CEMAGREF Lyon: 26-35.
- Lang (C.). 1978. — Approche multivariable de la détection biologique et chimique des pollutions dans le Lac Léman (Suisse). *Arch. Hydrobiol.*, 83 (2): 158-178.
- Lang (C.) & Hutter (P.). 1981. — Structure, diversity and stability of two Oligochaeta communities according to sedimentary inputs in Lake Geneva (Switzerland). *Schweiz. Z. Hydrol.*, 43 (2): 265-276.
- Lang (C.) & Lang-Dobler (B.). 1979. — The chemical environment of tubificid and lumbriculid worms according to the pollution level of the sediment. *Hydrobiologia*, 65 (3): 273-282.
- Lang (C.) & Lang-Dobler (B.). 1980. — Structure of tubificid and lumbriculid worm communities, and three indices of trophic based upon these communities, as descriptors of eutrophication level of Lake Geneva (Switzerland). In: Brinkhurst R.O., Cook D.G., eds., *Aquatic Oligochaeta biology*. Plenum Press, New-York and London: 457-470.
- Loden (M.S.) & Harman (W.J.). 1980. — Ecophenotypic variation in setae of Naididae (Oligochaeta). In: *Aquatic Oligochaeta biology*. Brinkhurst R.O., Cook D.G. eds., Plenum Press, New-York and London: 33-39.
- Martinez-Ansemil (E.) & Prat (N.). 1984. — Oligochaeta from profundal zones of Spanish reservoirs. *Hydrobiologia*, 115: 223-230.
- Michel (S.). 1966. — *Recherches sur la faune benthique du lac du Bourget*. D.E.S., Lyon: 106 pp.
- Milbrink (G.). 1973. — On the use of indicator communities of Tubificidae and some Lumbriculidae in the assessment of water pollution in Swedish lakes. *Zoön*, 1: 125-139.
- Milbrink (G.). 1978. — Indicator communities of Oligochaeta in Scandinavian lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 20: 2406-2411.
- Milbrink (G.). 1980. — Oligochaeta communities in pollution biology: the european situation with special reference to lakes in Scandinavia. In: Brinkhurst R.O., Cook D.G., eds., *Aquatic Oligochaeta biology*. Plenum Press, New-York and London: 433-455.
- Milbrink (G.). 1983. — An improved environmental index based on the relative abundance of Oligochaeta species. *Hydrobiologia*, 102: 89-97.
- Nocentini (A.M.). 1963. — Strutture differenziali della fauna macrobiontica litorale del Lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 16: 189-274.
- Nocentini (A.M.). 1973. — La fauna macrobiontica litorale e sublitorale dei laghi di Bolsena, Bracciano e Vico (Italia Centrale, Lazio). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 30: 97-148.
- Nocentini (A.M.), Ruggiu (D.) & Saraceni (C.). 1974. — Popolamento bentonico. In: *Indagini ecologiche sul Lago di Endine*. Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza ed.,: 260-288.
- Piguet (E.) & Bretscher (K.). 1913. — Oligochètes. In: *Catalogue des Invertébrés de la Suisse*. Mus. Hist. Nat. Genève, 7: 1-214.
- Pop (V.). 1976. — Ist *Potamothrix thermalis* (Pop) synonym mit *Potamothrix heuschleri* (Bretscher) (Tubificidae, Oligochaeta, Annelida)? *Zool. Anz. Jena*, 196 (3-4): 196-200.
- Por (F.D.) & Masry (D.). 1968. — Survival of a nematode and Oligochaeta species in the anaerobic benthos of Lake Tiberias. *Oikos*, 19 (2): 388-391.
- Saether (O.A.). 1980. — The influence of eutrophication on deep lake benthic invertebrate communities. *Prog. Wat. Tech.*, 12: 161-180.
- Särkkä (J.). 1982. — On the ecology of littoral Oligochaeta of an oligotrophic finnish lake. *Holarctic Ecology*, 5 (4): 396-404.
- Särkkä (J.) & Aho (J.). 1980. — Distribution of aquatic Oligochaeta in the Finnish Lake District. *Freshwat. Biol.*, 10: 197-206.
- Stella (E.), Ferrero (L.) & Margaritora (F.G.). 1978. — Alterations of the plankton in a much polluted lake in central Italy (Lazio), the volcanic Lake Nemi. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 20: 1049-1054.
- Stella (E.) & Margaritora (F.G.). 1966. — Studio faunistico ed ecologico di un lago-stagno del lazio: il Lago di Monterosi. *Archo Zool. Ital.*, 51: 159-226.
- Stella (E.), Margaritora (F.G.), Palmegiano (G.B.) & Bazzanti (M.). 1972. — Il Lago di Martignano: prime osservazioni sulla struttura e distribuzione delle biocenosi. *Acad. Naz. XL*, 22: 1-17.
- Timm (T.). 1980. — Distribution of aquatic Oligochaeta. In: Brinkhurst R.O. and Cook D.G., eds., *Aquatic Oligochaeta biology*. Plenum Press, New-York and London: 55-77.
- Wautier (J.) & Juget (J.). 1969. — La faune benthique et la spéciation dans les lacs subalpains. *Bull. Soc. Zool. France*, 94 (2): 277-284.
- Wiederholm (T.). 1980. — Use of benthos in lake monitoring. *J. Wat. Pollut. Control Fed.*, 52 (3): 537-547.