

N° d'ordre : 89-06



n° 14052

Année 1989

T H E S E

présentée devant

l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I



pour obtenir le grade de
DOCTEUR D'ETAT ES SCIENCES

par

Michel LAFONT

**Contribution à la gestion des eaux
continentales :**

**utilisation des oligochètes comme descripteurs de l'état biologique
et du degré de pollution des eaux et des sédiments.**

soutenue le 14 MARS 1989

JURY : M. G. BONOMI
M. M.B. BOUCHE
M. M. BOURNAUD
M. J. JUGET
M. A.L. ROUX
M. J.L. VERREL

S O M M A I R E

	pages
AVANT PROPOS	1
Chapitre I - Introduction.	3
Chapitre II - Matériel et méthodes.	9
II.1 <u>Protocoles anciens</u> (cours d'eau).	11
II.1.1 Echantillonnage.	11
II.1.2 Extraction des oligochètes.	12
II.2 <u>Protocoles récents.</u>	13
II.2.1 Echantillonnage dans les zones peu profondes (<1 m).	13
II.2.2 Echantillonnage dans les zones profondes.	15
II.2.3 Protocole de fixation et d'extraction.	16
II.2.4 Montage des spécimens d'oligochètes.	19
II.2.4.1 Milieux de montage.	19
II.2.4.2 Montage des spécimens.	21
II.2.4.3 Dissections.	21
II.3 <u>Discussion - Conclusion.</u>	21
II.3.1 Prélèvements.	22
II.3.2 Tamisage des échantillons.	22
II.3.3 Extraction et tri des oligochètes.	23
II.3.4 Choix du nombre des individus à examiner.	24

Chapitre III - Mise au point de Systématique.	27
III.1 <u>Introduction.</u>	29
III.2 <u>Famille des Naididae.</u>	29
III.2.1 <u>Pseudochaetogaster longemeri</u> , LAFONT, 1981.	29
III.2.2 <u>Chaetogaster parvus</u> , POINTNER, 1914.	31
III.2.3 Remarques générales sur la sous-famille des Chaetogastrinae.	34
III.2.4 Cas des genres <u>Pristina</u> et <u>Pristinella</u> .	35
III.3 <u>Famille des Tubificidae.</u>	36
III.3.1 <u>Haber turquini</u> (JUGET et LAFONT, 1979), et <u>Quistadrilus multisetosus</u> (SMITH, 1900).	36
III.3.2 <u>Potamothrix heuscheri</u> (BRETSCHER, 1900).	38
III.3.3 <u>Psammoryctides moravicus</u> (HRABE, 1934).	38
III.3.4 Cas du genre <u>Limnodrilus</u> .	38
III.3.4.1 Premier cas.	40
III.3.4.2 Deuxième cas.	43
III.3.4.3 Troisième cas.	45
III.3.4.4 Conclusion sur le genre <u>Limnodrilus</u> .	45
III.4 <u>Famille des Lumbriculidae.</u>	46
III.5 <u>Conclusion.</u>	46
Chapitre IV - Faunistique, répartition.	51
IV.1 <u>Introduction.</u>	53
IV.2 <u>Liste des stations étudiées.</u>	54
IV.3 <u>Liste des formes recensées.</u>	54
IV.4 <u>Répartition des espèces en France.</u>	60
IV.4.1 Affinités faunistiques.	63
IV.4.1.1 Aperçu général.	63
IV.4.1.2 Conclusion.	69

IV.4.2 Répartition des oligochètes en France : Comparaison avec du matériel issu de relevés qualitatifs (tamisage >0,500 mm).	70
IV.5 <u>Comparaison avec la faune européenne.</u>	72
IV.6 <u>Discussion, conclusion.</u>	76
IV.7 <u>Distribution des oligochètes au sein des écosystèmes.</u>	79
IV.7.1 Cas des cours d'eau : répartition longitudinale.	79
IV.7.2 Répartition par grands types de substrats dans les cours d'eau.	84
IV.7.3 Cas des écosystèmes lacustres.	86
IV.8 <u>Discussion, conclusion.</u>	87
Chapitre V - Evaluation de l'impact de la pollution dans les cours d'eau : présentation des travaux.	
V.1 <u>Introduction.</u>	95
V.1.1 Historique.	95
V.1.2 Problèmes conceptuels et méthodologiques posés dans les cours d'eau.	95
V.2 <u>Résultats préliminaires.</u>	97
V.3 <u>Discussion, conclusion.</u>	98
V.4 <u>Les oligochètes en tant que descripteurs de la pollution dans les écosystèmes d'eau courante.</u>	101
V.4.1 Méthodes proposées.	103
V.4.2 Conclusion.	104

Chapitre VI- Relations entre les oligochètes et les variables physico-chimiques des sédiments et de l'eau dans les cours d'eau.	107
--	-----

VI. 1 <u>Présentation des données.</u>	109
VI.1.1 Physico-chimie des eaux.	109
VI.1.2 Physico-chimie des sédiments.	110
VI.1.3 Métaux lourds des sédiments.	111
VI.1.4 Variables biologiques.	111
VI.2 <u>Résultats.</u>	114
VI.2.1 Relations entre fraction solide et liquide dans les sédiments fins : contribution à l'interprétation des variables biologiques.	114
VI.2.2 Relations entre les peuplements d'oligochètes et la concentration en métaux lourds des sédiments.	124
VI.2.3 Contribution des variables chimiques de l'eau libre à l'interprétation des peuplements d'oligochètes des sédiments fins : impact de la pollution.	139
VI.2.4 Comparaison de l'indice IOBS avec trois indices biologiques.	145
VI.2.5 Conclusion sur les communautés d'oligochètes peuplant les sédiments fins.	154
VI.2.6 Relations entre les composantes biologiques des sédiments grossiers et les variables chimiques de l'eau.	158
VI.2.6.1 Sédiments sableux.	158
VI.2.6.2 Sédiments grossiers en courant lent.	161
VI.2.6.3 Sédiments grossiers en courant rapide.	166
VI.2.6.4 Analyses complémentaires.	174
VI.2.6.5 Signification du pourcentage de Tubificidae (TUBP) ; comparaison avec trois indices de qualité biologique.	182
VI.2.6.6 Conclusion sur les sédiments grossiers	184

Chapitre VII - Les milieux lacustres.	189
VII.1 <u>Introduction.</u>	191
VII.2 <u>Utilisation des communautés d'oligochètes dans l'étude des lacs : problèmes posés.</u>	192
VII.3 <u>Proposition d'un indice d'état biologique des sédiments profonds.</u>	193
VII.4 <u>Analyses complémentaires.</u>	194
VII.4.1 Relations entre les variables physico-chimiques des eaux et des sédiments et la structure des peuplements d'oligochètes dans la zone profonde des lacs.	194
VII.4.1.1 Sites étudiés : dates des récoltes.	194
VII.4.1.2 Liste des variables étudiées.	196
VII.4.1.3 Résultats : listes des espèces récoltées.	200
VII.4.1.4 Analyse des données : résultats.	202
VII.4.1.5 Discussion et conclusion.	216
VII.4.1.6 Comparaison avec quelques données de la littérature.	224
VII.4.2 Cas de la retenue de Vouglans.	227
VII.4.3 Lac Léman et lac d'Annecy : sédiments profonds.	232
VII.4.3.1 Présentation des secteurs étudiés.	232
VII.4.3.2 Liste des espèces recensées.	234
VII.4.3.3 Comparaison des relevés effectués dans le lac Léman en 1959-1963 et en 1984.	237
VII.4.3.4 Conclusion.	239
VII.4.4 Cas des lacs montagnards.	240
VII.4.5 Cas de la zone sublittorale des lacs jurassiens et vosgiens.	242
VII.4.5.1 Liste des espèces récoltées.	242
VII.4.5.2 Conclusion.	246
VII.4.6 Cas de la zone littorale des lacs jurassiens.	246
VII.4.6.1 Substrats grossiers.	247
VII.4.6.2 Sédiments fins des lacs jurassiens.	250
VII.4.6.3 Conclusion.	252
VII.4.7 Cas de quelques milieux stagnants peu profonds.	253
VII.4.7.1 Retenue des Ullis (région parisienne).	253
VII.4.7.2 Cas de quelques lagunes réceptrices d'effluents domestiques.	253

VII.5 <u>Discussion, conclusion sur les systèmes lacustres.</u>	256
VII.5.1 Vers une diagnose lacustre simplifiée.	256
VII.5.2 Conclusion générale sur les systèmes stagnants.	267
➔	
Chapitre VIII. Conclusions générales.	277
Travaux cités.	287
ANNEXE I. Liste des travaux de M. LAFONT.	1 à 4
ANNEXE II. Cours d'eau.	5 à 22
ANNEXE III. Lacs.	23 à 28
ANNEXE IV. Fiches individuelles des espèces.	29 à 92
ANNEXE V. Travaux de M. LAFONT.	

- RESUME -

Les travaux concernant les peuplements d'oligochètes présentés ici sont le résultat d'une recherche pluridisciplinaire sur les écosystèmes aquatiques continentaux français (cours d'eau, lacs). L'accent a été mis sur l'impact écologique des rejets d'eaux usées.

Après un rappel de la problématique et des méthodes utilisées, une mise au point de systématique a été effectuée. Les trois chapitres correspondants font largement référence à des travaux déjà publiés (annexes I et V).

Les espèces d'oligochètes se caractérisent dans les eaux douces par une grande euryécie. Les affinités faunistiques entre les peuplements de différents bassins se révèlent très élevées, et dans la zone holarctique, on observe une banalisation des peuplements d'oligochètes. L'importance du milieu souterrain est soulignée comme voie de migration et en tant que réservoir d'espèces. Les formes d'eau douce actuelles trouveraient leur origine dans des espèces marines, qui auraient envahi les écosystèmes continentaux via les eaux souterraines (notamment les nappes phréatiques).

L'impact des activités humaines reste le principal facteur limitant l'extension des oligochètes. L'incidence écologique des rejets organiques ou toxiques a été étudiée au moyen d'analyses multivariées (ACPN, AFC régression multiple). Dans les cours d'eau (sédiments fins et grossiers), l'indice oligochètes IOBS et le pourcentage de Tubificidae sont confirmés en tant que descripteurs de l'impact du déversement d'eaux usées.

L'incidence de perturbations de nature hydraulique est mise en évidence dans les sédiments grossiers par la prise en considération d'espèces particulières.

Dans les lacs, il s'avère possible de définir un potentiel biologique ou métabolique de l'écosystème lacustre à partir d'un indice oligochètes. Cet indice, couplé avec l'examen des espèces peuplant la zone profonde, a permis de proposer une classification des lacs qui intègre également l'impact des rejets polluants d'origine humaine.

En conclusion, les rejets organiques et toxiques (facteurs défavorables), la présence d'une source de nourriture appropriée et le drainage des sédiments par un courant d'eau si minime soit-il (facteurs favorables) semblent prépondérants pour expliquer la distribution des oligochètes dans les écosystèmes d'eau douce (lacs, cours d'eau). En conséquence, les oligochètes constituent un groupe particulièrement intéressant pour apprécier l'impact des activités humaines sur les milieux continentaux.

L'ensemble des résultats est résumé sous la forme de fiches individuelles, établies pour chacune des espèces les plus fréquentes dans le présent jeu de données (annexe IV).

CHAPITRE I - INTRODUCTION.

Les recherches de la Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture du CEMAGREF sur la qualité biologique des écosystèmes sont orientées vers la poursuite de 3 objectifs principaux :

- 1° répartition biogéographique et structure des biocénoses dulcicoles ; état initial des écosystèmes avant aménagement ;
- 2° appréciation de la qualité biologique d'un écosystème : impact des activités humaines (rejets organiques et toxiques, aménagements), mise au point de diagnostics écologiques et d'essais biologiques, recherche d'indicateurs de contaminations toxiques dans le milieu ;
- 3° étude de l'évolution des écosystèmes aquatiques : prévision de leur évolution à court, moyen et long terme, en vue de leur protection et de leur gestion.

La réalisation de ces trois objectifs s'appuie sur des outils faisant appel à la physico-chimie des eaux et des sédiments, et à la connaissance des biocénoses aquatiques. En particulier, les recherches en biologie sont orientées vers des études de terrain sur les diatomées benthiques, le phyto et le zooplancton, les larves d'insectes, les mollusques, les oligochètes, le poisson et ses relations avec les habitats et la faune benthique et sur des tests en laboratoire concernant le poisson et certains invertébrés (truites, Brachydanio, daphnies).

Les résultats présentés dans ce mémoire concernent l'étude des oligochètes.

I-1 Problèmes rencontrés.

Le CEMAGREF est un organisme de recherche appliquée. Les études qui lui sont confiées sont en conséquence nombreuses ; le choix des sites d'étude ne lui appartient généralement pas. La difficulté apparaît notamment au niveau de la mise au point d'outils de travail nouveaux, ce qui était le cas lors de la prise en considération des peuplements d'oligochètes, jusqu'ici négligés au CEMAGREF.

L'enjeu était de savoir si les populations de vers permettraient de constituer un outil de travail fiable, ne présentant pas d'obstacles insurmontables lors de sa mise en œuvre. Une approche trop fondamentale risquait de ne pas déboucher sur une application pratique réaliste. A l'inverse, une application pratique efficace se devait de reposer sur des acquis scientifiques sérieux, en évitant l'écueil d'une simplification abusive et d'une perte de fiabilité.

Par ailleurs, la mise au point d'un outil de travail basé sur l'utilisation des biocénoses d'oligochètes se trouvait facilitée par la possibilité de travailler au sein d'un **organisme pluridisciplinaire**, composé de **différents laboratoires** : chimie, sédimentologie, biologie. Ces laboratoires, de création relativement ancienne, étaient détenteurs d'un certain acquis scientifique, indispensable pour tester la validité et la précision d'un outil nouveau.

I-2 Motivation du choix des oligochètes.

Le choix des oligochètes a été motivé par des impératifs techniques bien précis :

- constat de certains défauts présentés par les méthodes biologiques utilisées jusqu'alors, notamment un manque de sensibilité pour évaluer l'impact des pollutions ;
- souci de disposer d'une palette complète de techniques différentes, pour répondre au plus grand nombre possible de problèmes ;
- grande abondance des oligochètes dans tous les milieux aquatiques.

La décision de prendre en considération les peuplements d'oligochètes apparaissait donc opportune dans le cadre de recherches appliquées, d'autant que la systématique de ces organismes avait fait de réels progrès en devenant tout à fait abordable. Ces progrès avaient pu être réalisés sous l'impulsion en France de TETRY (1938), JUGET (1958), et à l'étranger, par la parution de monographies proposant une systématique plus pratique qu'auparavant : SPERBER (1948, 1950), NIELSEN et CHRISTENSEN (1959, 1961, 1963), BRINKHURST (1963a, 1966a, 1971, 1982, 1986), HILTUNEN et KLEMM (1980), CEKANOVSKAYA (1962), HRABE (1981), KASPRZAK (1981), BRINKHURST et JAMIESON (1971), RODRIGUEZ (1984).

La monographie de BRINKHURST et JAMIESON (1971) présente l'avantage de faire le point sur l'utilisation des oligochètes pour apprécier l'impact des pollutions.

I-3 Déroulement de l'étude.

Après un travail réalisé dans le cadre d'une thèse de Doctorat de Spécialité sur le cycle biologique d'insectes aquatiques peuplant des torrents pyrénéens (LAFONT, 1974), j'ai été chargé d'une étude appliquée au CTGREF (devenu CEMAGREF en 1979) à partir de 1973.

Cette étude avait pour objet l'impact des rejets de stations de sports d'hiver sur des cours d'eau montagnards du bassin du Rhône (LAFONT et al., 1975). Elle m'a permis, tout en prolongeant le sujet de mon 3^e cycle, de me familiariser avec la problématique d'un travail appliqué au sein d'une équipe pluridisciplinaire déjà constituée.

Parallèlement à un examen de tous les organismes peuplant ces cours d'eau (algues, invertébrés dont les oligochètes, poissons), je me suis initié à la systématique des oligochètes. J'ai bénéficié d'échantillons prélevés par moi-même ou par mes collègues, dans le cadre d'études appliquées dont le CEMAGREF avait la charge. Ces travaux ont débouché sur la mise au point d'un protocole d'échantillonnage et d'extraction des oligochètes adapté aux cours d'eau, aux lacs et aux milieux peu profonds (lagunes, étangs).

Ce protocole standard, utilisé à partir de 1978, devait permettre de réaliser les objectifs de recherche appliquée au CEMAGREF, en assurant la récolte de relevés utilisables aussi bien pour une étude systématique que pour une étude écologique.

I-4 Présentation sommaire des oligochètes.

Les oligochètes se rangent dans le phylum des Annélides, vers coelomates chez lesquels la segmentation externe correspond à une métamérisation interne. Ils se distinguent des Polychètes par le nombre relativement réduit de soies, l'absence de parapodes et la présence d'un système reproducteur hermaphrodite.

La classe des oligochètes est parfois considérée comme une sous-classe des Clitellates, qui inclut également les Hirudinées (sangues) et les Branchiobdelles (parasites d'écrevisses), fondamentalement dépourvues de parapodes et de soies. BRINKHURST (1982b) subdivise les oligochètes en 4 ordres, les Haplotaxida, les Lumbriculida, les Tubificida et les Lumbricida. Cette classification repose sur la structure des genitalia, et plus précisément sur le plan d'organisation de l'appareil génital ♂ et l'emplacement des pores ♂ par rapport aux gonades.

Les oligochètes aquatiques de même que les vers de terre dériveraient de formes ancestrales communes ressemblant de très près aux actuels Haplotaxidae.

Pour plus de détails, nous renvoyons le lecteur aux travaux de BRINKHURST et JAMIESON (1971), BRINKHURST (1982b), GIANI (1984a), [13].

On trouvera également dans les ouvrages de AVEL (1959) et de BRINKHURST et JAMIESON (1971) des informations détaillées concernant la morphologie et l'anatomie interne des oligochètes.

Il n'existe pas, pour l'instant, de synthèse générale sur la biologie de ces Annélides. Mais un certain nombre de travaux présentent des données synthétiques générales et une abondante littérature. On citera ici AVEL (1959), BRINKHURST et JAMIESON (1971), BOUCHE 1972 (pour les lombriciens), GIERE et PFANNKUCHE (1982, oligochètes marins), GIANI (1984a).

Les actes des quatre premiers symposiums internationaux sur les oligochètes aquatiques (Sidney, Canada, 1979, Pallanza, Italie, 1982, Hambourg, RFA, 1985, Bâton Rouge, USA, 1988), contiennent par ailleurs de nombreux articles concernant la systématique, la biologie et l'écologie de ces Annélides.

3. Conclusion.

En formant une part importante des communautés d'invertébrés benthiques potamiques et lacustres, compte-tenu de leur mode de vie sédentaire et du caractère ubiquiste de leurs peuplements, les Oligochètes représentent un groupe faunistique particulièrement intéressant dans l'étude de la pollution des écosystèmes aquatiques. En participant activement d'autre part à la dynamique des échanges eau-sédiment et aux processus de diagénèse et de pédogénèse, ils devraient donner une idée de l'activité biologique des sols aquatiques. A ce titre on peut considérer les peuplements d'Oligochètes comme un paramètre caractéristique des sédiments. En conséquence, la résistance d'une espèce donnée à la pollution est liée à la nature des effluents et à celle du substrat colonisé par cette même espèce. Ainsi, EYRES et WILLIAMS (1978) notaient que Nais elinguis ne pouvait pas se développer dans les sédiments fins, organiquement très pollués, du cours d'eau qu'ils étudiaient. En fait, cette espèce supporte des pollutions considérables dans les substrats grossiers (LAFONT, 1977a) en eau courante, ou dans les sols marneux très chargés de lagunes (CHERAITIA, 1984).

En conséquence, l'élaboration d'indices basés sur la prise en compte de communautés indicatrices du degré de pollution dans les substrats grossiers des cours d'eau et des lacs est à l'étude actuellement ; elle devrait aboutir à une caractérisation optimale de l'impact des agressions multiples que subissent les écosystèmes d'eau douce, (effluents organiques et toxiques, pollutions thermiques et physiques...). Dans un deuxième temps, nous envisageons la mise au point de méthodologies simplifiées (maille de tamisage = 0,5 ou 0,6 mm...) permettant l'utilisation en routine d'indices simples d'appréciation de la qualité biologique des eaux courantes ou stagnantes.

Comme l'a bien souligné SLEPUKHINA (1984), il n'existe pas de méthodes biologiques universelles. La prise en compte de toute la biocénose (algues, plantes aquatiques, invertébrés, poissons) demeure toujours la méthode la plus objective d'évaluation de la qualité biologique des systèmes aquatiques. Mais l'étude des peuplements d'Oligochètes représente une voie de recherche fructueuse, dans le cadre d'études approfondies, fondamentales et appliquées, des milieux aquatiques.